

*В зависимости от химического состава строительные материалы принято делить на:*

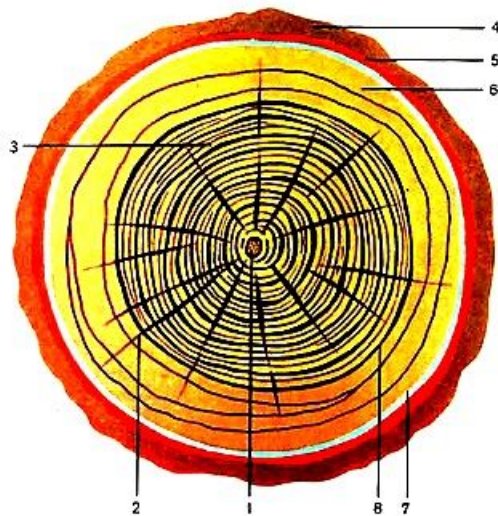
- органические (древесина, пластмассы, битумы);
- минеральные (природный камень, бетон, керамика и т.п.);
- металлические (сталь, чугун, цветные металлы).

# Свойства органических материалов

1. Состоят, преимущественно, из атомов углерода, водорода, кислорода, а также в небольшом количестве могут содержать, азот, фосфор, серу.
2. Низкие температуры кипения и плавления.
3. Горючи.
4. Легко окисляются кислородом воздуха.
5. Низкая биостойкость.
6. Долговечность органических материалов невелика.
7. Невысокая плотность, относительно высокая прочность, легкость обработки.

# Древесные строительные материалы

Растущее дерево состоит из корня, ствола и кроны. Древесину, используемую в качестве строительного материала, в основном даёт ствол, который составляет до 90% объёма дерева.



Поперечный разрез ствола

1 - сердцевина; 2 - сердцевинные лучи; 3 - ядро; 4 - пробковый слой; 5 - лубяной слой; 6 - заболонь; 7 - камбий; 8 - годовичные слои

- Представление о макроструктуре получают, рассматривая разрезы ствола дерева по трём направлениям.
  - Основные части ствола дерева: сердцевина, сердцевинные лучи, ядро, заболонь, годовичные слои, сосуды или смоляные ходы
  - **Серцевина** представляет собой рыхлую ткань, состоящую из клеток с тонкими, слабо связанными друг с другом стенками.
  - У всех пород имеются *серцевинные лучи* – светлые, часто отличающиеся блеском линии, которые направлены от сердцевины к коре.
  - **Ядро** – внутренняя часть ствола, образующаяся по мере роста дерева. Когда внутренняя, наиболее старая часть древесины ствола отмирает, клетки уплотняются, движение влаги по этим клеткам прекращается, поэтому древесина ядровой части отличается прочностью и стойкостью к загниванию. *Некоторые древесные породы, например берёза, клён, ядра не имеют.*
  - **Заболонь** состоит из колец более молодой древесины, окружающих ядро. По живым клеткам заболони растущего дерева перемещается влага с растворёнными в ней питательными веществами.
- Образование *годовых слоёв* связано с ежегодным приростом древесины. Внутри каждого слоя, соответствующего одному году жизни дерева, различают раннюю (весеннюю) и позднюю (летнюю) зоны. Поздняя древесина более плотная и прочная.
- Сосуды или смоляные ходы** (в зависимости от породы древесины) представляют собой трубки, каналы различной величины.

**Кора** состоит из *наружной кожицы, пробкового слоя и внутреннего слоя - луба*, который проводит питательные вещества. **Камбий** – тонкий слой живых клеток, способных к делению и росту.

- Выделяют две группы древесных пород, встречающихся в лесах нашей страны: *хвойные и лиственные*.
- Среди наиболее распространённых хвойных пород, используемых в России для производства строительных материалов, - сосна, ель, лиственница, пихта, кедр.
- *Сосна* – ядровая порода, мягкая и прочная, легко обрабатывается.
- *Ель* отличается древесиной, менее смолистой и более легкой, чем у сосны. Ель труднее обрабатывается из-за большого количества твёрдых сучков. Эта порода сравнительно быстро загнивает, но деформация (коробление) древесины не высока.
- *Лиственница* имеет древесину плотную, твёрдую и прочную, менее подверженную гниению, она почти не коробится.
- Древесина *пихты* во многом аналогична древесине ели, но у нее нет смоляных ходов.
- У *кедра* лёгкая и мягкая древесина, прочностные характеристики которой уступают сосне.

- *Лиственные* породы, в зависимости от расположения сосудов в годичных слоях, бывают кольцесосудистые и рассеянно-сосудистые.
- Лиственные породы делят на мягкие и твёрдые, причём все кольцесосудистые относят к твёрдым породам, рассеянно-сосудистые могут быть и твёрдые, и мягкие.
- Самые распространённые лиственные породы – дуб, бук, ясень, берёза, осина, ольха, липа, клён.

- *Дуб* отличается плотной, прочной и твёрдой древесиной, которую применяют для строительства гидротехнических сооружений, мостов, изготовления паркета, столярных изделий, фанеры.
- *Бук* имеет тяжёлую твёрдую древесину, которая легко раскалывается и склонна к загниванию. Из нее получают фанеру и паркет.
- У *ясеня* весьма плотная, гибкая, но менее прочная, чем у дуба, древесина, используемая при столярно-отделочных работах, в производстве мебели.

- У *берёзы* плотная заболонная древесина, которая сравнительно легко загнивает при повышенной влажности и отсутствии тока воздуха. Из древесины берёзы производят фанеру, столярные изделия, отделочные материалы. Древесина берёзы предпочтительна в возрасте 40-50 лет, затем ее эксплуатационно-технические характеристики ухудшаются.
- *Осина* – заболонная порода, сравнительно лёгкая, мягкая. Склонна к загниванию на корню, используется для производства фанеры, древесных плит. Высушенная и выдержанная древесина осины использовалась для кровли куполов деревянных церквей. При этом лицевая поверхность изделий со временем приобретала оригинальный серебристый оттенок.
- У *ольхи* сравнительно мягкая заболонная древесина, склонная к загниванию и червоточине, применяется в основном для сухой среды.
- *Липа* – сравнительно мягкая порода, хорошо обрабатывается, мало трескается и коробится, применяется для изготовления фанеры.
- У *клёна* плотная древесина, которая сравнительно мало коробится и стойка к загниванию, хорошо подвергается обработке.



# Добыча и обработка древесных материалов

- Добыча древесины предполагает валку, раскряжевку и окорку деревьев.
- **Раскряжевка** – процесс поперечного деления хлыстов – стволов поваленного дерева, опиленных от корневой части и очищенных от сучьев. *При этом выделяют деловую и дровяную части ствола.*
- Древесные материалы производят, как правило, на деревообрабатывающих предприятиях путём следующих основных технологических операций:
- **Распиловка** или раскрой бревна.
- **Строгание, лущение** – снятие специальными ножами тонких срезов древесины, лущение – резание по спирали.
- **Фрезерование** – резание специальными ножами и получение требуемого профиля древесных материалов.
- **Сборка полуфабрикатов** (соединение заготовок), полученных после механической обработки, т.е. склеивание.
- **Обработка отходов** предусматривает их сортировку, перемешивание со связующим и формование, часто прессование под давлением. Различают отходы мягкие (опилки, стружка, волокна) и кусковые (куски веток, коры, сучьев).
- **Сушка** повышает прочность древесины и значительно удлиняет сроки ее эксплуатации. Сушка может быть в естественных и искусственных условиях.

# Защитная обработка древесины

- Принципиальное значение имеет *защитная обработка* древесины.
- Эффективные способы защиты материала – антисептирование и антипирирование.
- **Антисептики** – вещества, ядовитые для грибков, являющихся основной причиной загнивания древесины. Поверхностное антисептирование производят путём опрыскивания или промазывания растворами медного купороса, фтористого и кремнефтористого натрия. Масляные антисептики пригодны для обмазок конструкций, находящихся в грунте или в воде. Для этой же цели используют битумные антисептические пасты и силикатные пасты.
- **Антипирены** представляют собой огнезащитные составы.
- Действие антиперенов основано на образовании в результате действия температуры на поверхности материала плёнки, преграждающей доступ кислорода. Большинство антиперенов обладает одновременно и антисептическим действием.

# Отделка лицевой поверхности древесины

- Формирование эстетических характеристик древесных материалов связано прежде всего с характером *отделки их лицевой поверхности*.
- *Прозрачная отделка* поверхности древесных материалов позволяет сохранить или ещё более проявить текстуру материала. Основные этапы такой отделки включают подготовку поверхности древесины, создание покрытия и его облагораживание.
- В ходе столярной подготовки поверхности устраняют ряд дефектов – заделывают трещины, высверливают и заделывают сучки, выравнивают и зачищают поверхность и шлифуют.
- В ходе отделочной подготовки удаляют ворс, обессмоливают, отбеливают, грунтуют, красят.
- Облагораживание основного отделочного покрытия производят шлифованием или разравниванием (разглаживание тампоном, смоченным растворителем), а также полированием.

- При *непрозрачной отделке* учитывают, что цвет и текстура древесины скрываются.
- Таковую отделку применяют, как правило, для материалов и изделий из некоторых хвойных и некоторых лиственных пород.
- Основные этапы технологии непрозрачной отделки в основном те же, что и при прозрачной отделке, однако процесс отделочной подготовки в данном случае включает операции обессмоливания, подмазывания, грунтования, сплошного и местного шпатлевания поверхности.
- Отделочное покрытие состоит, как правило, из нескольких слоёв краски.

- При *имитационной отделке* материалам из древесины обычных пород, не отличающимся выразительными эстетическими характеристиками, придаётся внешний вид древесины более ценных и редких пород (красное дерево, орех, полисандр, лимонное дерево, ясень и др.) или других материалов.
- Имитационной отделке подвергают древесностружечные и древесноволокнистые плиты, фанеру.
- Основные виды имитационной отделки – крашение, нанесение рисунка текстуры ценных пород непосредственно на поверхность древесных материалов и изделий, облицовка древесных материалов текстурированной бумагой.



- Технология **блочной мозаики** сводится к склеиванию блоков по заданному рисунку из разноцветных брусочков или пластинок древесины.
- Затем блоки разрезают поперёк на множество тонких пластинок с одинаковым рисунком и вставляют в соответствующие углубления или наклеивают на поверхность материалов из древесины.



- Основная номенклатура древесных материалов включают
- *круглые лесоматериалы, пиломатериалы.*
- *шпон,*
- *фрезерованные, в том числе погонажные изделия,*
- *изделия из склеенных полуфабрикатов,*
- *изделия из отходов,*
- *обои бумажные,*
- *древесные пластики.*



- **Круглые лесоматериалы** – отрезки стволов деревьев. В зависимости от толщины (диаметра) бревна в узкой части (верхнем отрубе).
- **Пиломатериалы** получают при продольном раскрое брёвен. Материалы с опилёнными кромками называют обрезными, с неопиленными – необрезными.
- По размерам пиломатериалы общего назначения разделяются на сравнительно тонкие, толщиной до 32 мм и толстые, толщиной 35 мм и более. По длине пиломатериалы делятся на короткие, длиной 0,5 – 0,9 м, средние – 1-1,9 м, длинные - 2-6,5м.
- **Шпон** – тонкие срезы древесины заданной толщины (0,35 – 4 мм).
- К **фрезерованным**, в том числе погонажным, материалам относятся различные профильные: поручни, плинтусы, наличники, доски для облицовки, паркет штучный.
- К материалам из **склеенных полуфабрикатов** (заготовок) относятся прежде всего элементы деревянных клееных конструкций, паркетные доски, паркет щитовой, оконные и дверные блоки, щиты, фанера.
- Древесные материалы *на основе отходов* – плиты **древесно-стружечные (ДСП), древесно-волокнистые (ДВП)**.
- **Фибролит** – плитный материал, получаемый в результате твердения неорганического вяжущего (цемента) с наполнителем из древесных стружек.
- **Арболит** изготавливают из цемента и древесных опилок.
- **Обои** бумажные получают путём нанесения рисунка на обойную бумагу.
- **Древесные пластики** – пиломатериалы, например доски, брусья, обработанные при высоком давлении и температуре. Или крупноформатные листы и плиты, получаемые при горячем прессовании листов шпона, пропитанных полимерным раствором.



- К положительным *эксплуатационно-техническим свойствам* уникальной природной структуры древесины относится сравнительно низкая средняя плотность при прочности, обеспечивающей функциональную надёжность разнообразных конструкций зданий.
- В ряде случаев необходимо принимать во внимание *анизотропность* свойств древесины – различное сопротивление физико-механическим воздействиям вдоль и поперек волокон. Теплопроводность, прочность при сжатии и растяжении вдоль волокон древесины превышают аналогичные показатели поперёк волокон.
- К отрицательным характеристикам древесины относят возможность образования пороков, сравнительно высокие гигроскопичность и водопоглощение, низкую биостойкость, в том числе возможность загнивания.

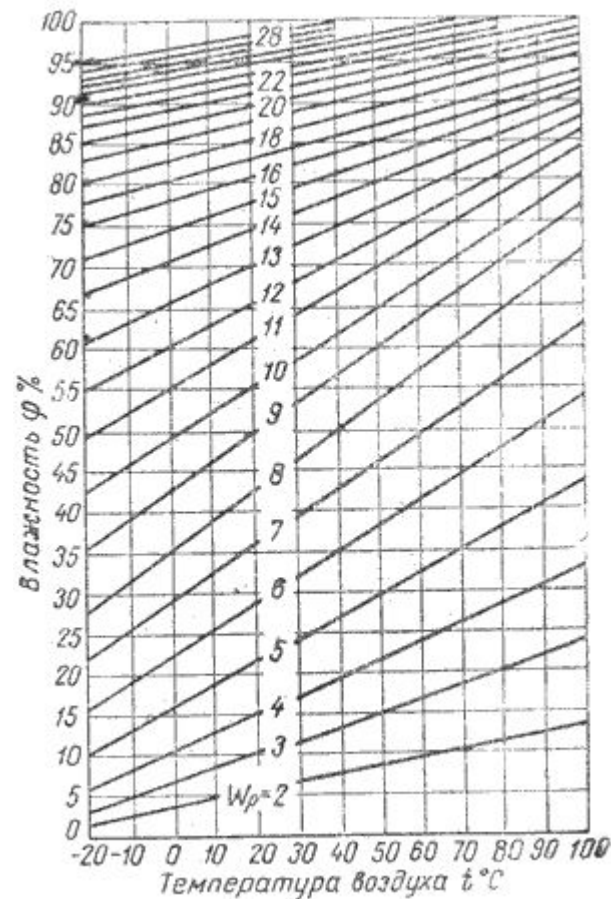
# Влажность древесины

- **Влажность** обычно характеризуется количеством воды в веществе, выраженным в процентах (%) от первоначальной массы влажного вещества (*массовая влажность*) или её объёма (*объёмная влажность*).
- Влажность древесины существенно влияет на ее физические и механические свойства и пригодность для тех или иных строительных целей.
- *Для свежесрубленных деревьев влажность колеблется от 30 (дуб) до 45% (ель). Воздушно-сухая древесина, продолжительное время пролежавшая на воздухе, имеет влажность 15—20%.*
- **Различают гигроскопическую (связанную) и свободную влагу в древесине.**

- Гигроскопическая вода пропитывает оболочки клеток и удерживается физико-химическими связями.
- Максимальное количество гигроскопической влаги, которое может быть поглощено древесиной при выдерживании ее в воздушной среде, насыщенной водяными парами, называется точкой насыщения клеточных оболочек или пределом гигроскопичности.
- Максимальная влажность клеточных стенок свежесрубленной древесины или увлажненной путем выдерживания в воде называется пределом насыщения.
- *При температуре 15—20° С влажность древесины, соответствующая пределам насыщения и гигроскопичности, практически одинакова и в среднем для всех пород древесины равна 30%.*

- В отличие от связанной свободная вода заполняет каналы сосудов и межклеточное пространство и удерживается физико-механическими связями с древесиной.
- Удаление свободной воды требует меньших энергетических затрат, поэтому ее влияние на свойства древесины значительно менее существенно.
- При высыхании древесины сначала преимущественно удаляется свободная вода, а затем связанная.
- Процесс высыхания древесины прекращается при достижении ею *равновесной влажности*, т. е. влажности, соответствующей температуре и относительной влажности окружающего воздуха.

- Между равновесной влажностью древесины и параметрами окружающего воздуха (относительной влажностью и температурой) существует определенная зависимость.
- Эта зависимость может быть выражена в форме диаграммы.
- Насыщение древесины водой вызывает увеличение плотности, повышение электро- и теплопроводности, снижение прочности.
- Поэтому оценку качества древесины в строительстве проводят только по показателям, пересчитанным на стандартную влажность 12 %.



**Номограмма  
Н. Н. Чулицкого для  
определения влажности  
древесины при данной  
температуре и влажности  
окружающего воздуха**

- Средняя плотность древесины при 12% влажности рассчитывается по эмпирической формуле
- $\rho_{cp12} = \rho_{cpw} + 2,5(12-W),$
- где  $\rho_{cpw}$  – средняя плотность древесины при влажности  $W$ , г/см<sup>3</sup>;
- $W$  – влажность древесины, %;
- 12 – стандартная влажность, %;
- 2,5 – поправочный коэффициент.

- Влияние влажности древесины на теплопроводность косвенно оценивают по коэффициенту теплопроводности, Вт/м °С, который рассчитывают для каждого образца по формуле

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \rho_{срw}^2}$$

- где  $\rho_{срw}$  – средняя плотность древесины при влажности  $W$ , г/см<sup>3</sup>.

- Изменение прочностных свойств древесины при изменении влажности можно рассчитать по формуле

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

где  $R_{12}$  и  $R_w$  — предел прочности древесины при 12%-ной влажности и влажности  $W$ ;

- $\alpha$  — коэффициент снижения прочности древесины при увеличении ее влажности на 1%
- (для предела прочности при сжатии вдоль волокон и статическом изгибе  $\alpha = 0,04$ ; при растяжении вдоль волокон  $\alpha = 0,01$ ).



- Древесина может иметь *пороки* – недостатки её отдельных участков, снижающих качество и ограничивающие возможности использования материала. Пороки механического происхождения, возникающие в древесине в процессе её добычи и обработки, называют *дефектами*.
- К характерным порокам относятся: различные сучки , трещины различного расположения и размеров, пороки строения, отклонения от нормальной формы ствола, грибные поражения, повреждения насекомыми; дефекты, образующиеся в процессе обработки; инородные включения; деформации.

## Пороки древесины

**Пороки-** это недостатки и повреждение отдельных участков древесины, понижающие его качество и ограничивающие возможность её использование.

### Группы пороков древесины:

**Сучки.** Они образуются в древесине ствола в местах основания ветвей.

**- по форме разреза на поверхности заготовок различают сучки:**

а) круглые; б) овальные; в) продолговатые.

**-по месту размещения:** а) пластевые; б) кромочные; в) ребровые.

**Трещины-** образуются вдоль волокон и подразделяются: а) метиковые; б) отлупные; в) усушки.

Название порока древесины	Изображение
Сучки	
Трещины	
Косослой	
Свилеватость	
Червоточины	
Гниль	

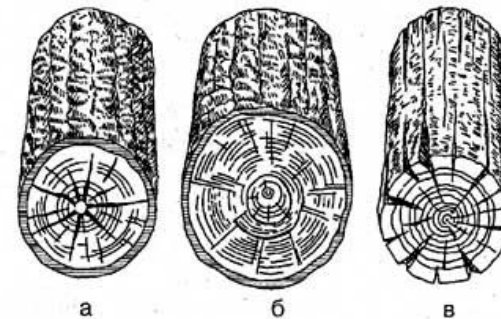


Рис. 3. Трещины: а — метиковые; б — отлупные; в — трещины усушки

- **Пороки формы ствола:**

- **сбеживатость** - значительное уменьшение толщины лесоматериалов превышающих величину нормального сбега, равного 1 см на 1 м длины.

**закомлённость** - резкое увеличение диаметра комлевой части круглых лесоматериалов или ширины не обрезных досок.

**наросты**- имеют свилеватую структуру. Высоко ценится в мебельном производстве.

**кривизна**- искривление продольной оси ствола.

## **Пороки строения древесины:**

- **наклон волокон**- это не параллельность волокон древесины продольно оси лесоматериала.

**Свилеватость** - извилистое или беспорядочное расположение волокон древесины.

**Завиток** - местное искривление годичных слоев

**смоляной кармашек**, или глазок - представляет полость, заполненную смолой.

**ложное ядро** - узкая центральная часть ствола, состоящая из рыхлых тканей бурого или светлого оттенка.

**Грибковые поражения** - изменяют цвет древесины и понижают её прочность.

**Повреждение древесины насекомыми** - ходы и отверстия, сделанные насекомыми понижающие её прочность, внешний вид и способность к хранению.

# Битумы

- Это (от лат. bitumen — горная смола) — твёрдые или смолоподобные продукты, представляющие собой смесь углеводородов и их соединений с азотом, кислородом, серой и металлами.
- Битумы не растворимы в воде,
- полностью или частично растворимы в бензоле, хлороформе, сероуглероде и др. органических растворителях;
- Плотность - 0,95—1,50 г/см<sup>3</sup>.



# Природные и искусственные битумы

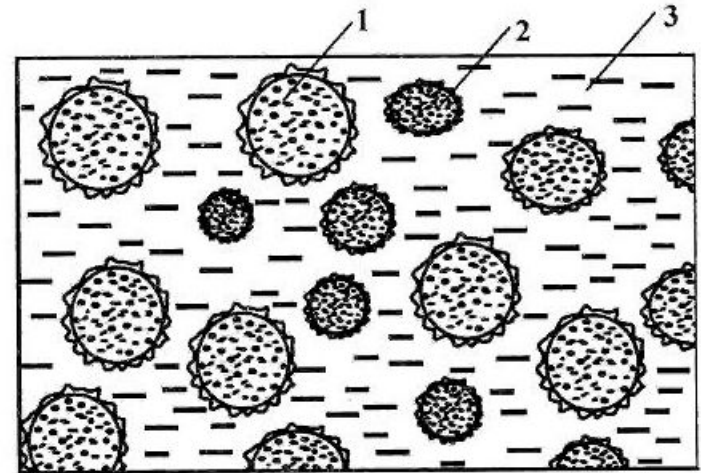
- **Природные битумы** это естественные производные нефти, образующиеся при нарушении консервации её залежей в результате химического и биохимического окисления.
- **Искусственные (технические) битумы** — это остаточные продукты переработки нефти, каменного угля и сланцев. По составу сходны с природными битумами.
- *Битум с давних пор является одним из наиболее известных инженерно-строительных материалов.*
- *Его **адгезионные и гидрофобные** свойства использовались уже на заре цивилизации.*

Схема коллоидно-дисперсного строения битума:

1 – дисперсная фаза (асфальтены);

2 – стабилизаторы дисперсии (смолы); 3 – дисперсионная среда (масла)

- Различные группы углеводородов битума образуют сложную дисперсную систему — **коллоидный раствор**, в котором
- *жидкая среда* — это масла и раствор смол в маслах,
- *твердая фаза* – это асфальтены, на поверхности которых адсорбированы асфальтогеновые кислоты.
- Масла, смолы и асфальтены входят в состав битумов в различных соотношениях и тем самым определяют их структуру.



- Свойства искусственных битумов зависят от способов производства, качества сырья (природы перерабатываемой нефти), а также от параметров процесса термолиза – температуры, давления, продолжительности.
- Применение битума как одного из наиболее известных инженерно-строительных материалов основано на его адгезионных и гидрофобных свойствах.



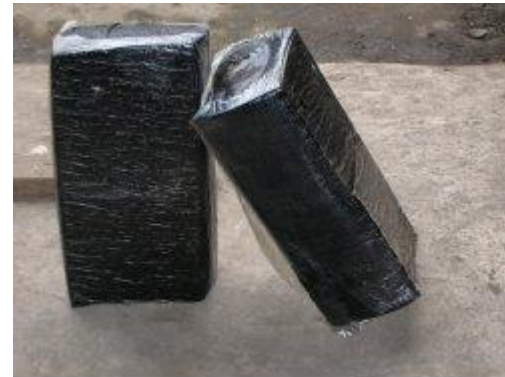
# Твердые битумы

- Практические способы перевода твердых битумов в рабочее состояние:
- 1) нагревание до 140—170° С, размягчающее смолы и увеличивающее их растворимость в маслах;
- 2) растворение битума в органическом растворителе (зеленое нефтяное масло и др.) для придания рабочей консистенции без нагрева (холодные мастики и т. п.);
- 3) эмульгирование и получение битумных эмульсий и паст.



- **Битум жидкий**— это продукт черного цвета с плотностью около единицы, с низкой тепло- и электропроводностью.
- Он прекрасно противостоит воздействию различных химических реагентов, водо- и газонепроницаем, устойчив к действию различных видов радиации и длительному тепловому воздействию.
- Именно такие ценные качества битумов в сочетании с низкой стоимостью и массовым производством сделали их незаменимыми во многих областях хозяйства.

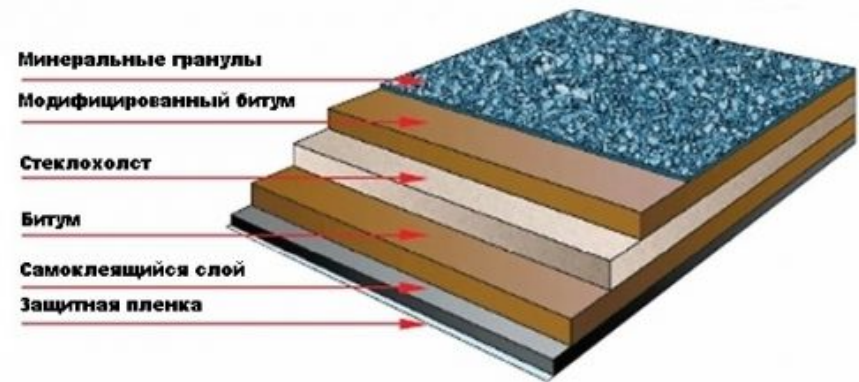
- Будучи веществом аморфным, битум не имеет температуры плавления.
- Переход от твердого состояния к жидкому характеризуется температурой размягчения.



ForexAW.com

# Применение и требования к качеству

- Область применения битума достаточно широка: он применяется при производстве кровельных и гидроизоляционных материалов, в резиновой промышленности, в лакокрасочной и кабельной промышленности, при строительстве зданий и сооружений и т.д.
- Кровельные битумы применяют для производства кровельных материалов. Их разделяют на пропиточные и покровные (соответственно для пропитки основы и получения покровного слоя).
- Изоляционные битумы используют для изоляции трубопроводов с целью защиты их от коррозии.



- **Дорожные битумы разделяют на вязкие и жидкие.**
- Вязкие битумы используют в качестве вяжущего материала при строительстве и ремонте дорожных покрытий.
- *Основное количество таких битумов вырабатывается в России в соответствии с ГОСТ 22245-90.*
- Жидкие битумы предназначены для дорожного строительства.
- В соответствии с ГОСТ 11955-82 их получают смешением вязких битумов БНД с разжижителями. После укладки покрытия разжижитель постепенно испаряется.



# Свойства вязких битумов

- Поскольку битумы стали использовать задолго до того, когда были разработаны теоретические методы анализа, в их характеристиках много технических (условных) свойств.
- Распространенность условных методов анализа объясняется их простотой, возможностью проводить сопоставление качества получаемой продукции с ранее накопленной информацией.
- **Пенетрация** (условная вязкость битума) – это глубина погружения калиброванной иглы в битум под действием определенного груза в течение заданного времени при фиксированной температуре.
- Определяется на приборе пенетрометре.
- Пенетрация косвенно характеризует степень твердости битумов.

# Пенетрация

- **Пенетрация** — показатель, характеризующий глубину проникания тела стандартной формы в полужидкие и полутвердые продукты при определенном режиме, обуславливающем способность этого тела проникать в продукт, а продукта — оказывать сопротивление этому прониканию.
- Пенетрацию определяют **пенетрометром**, устройство которого и методика испытания даны в ГОСТ 11501—78;
- **За единицу пенетрации принята глубина проникания иглы на 0,1 мм.**

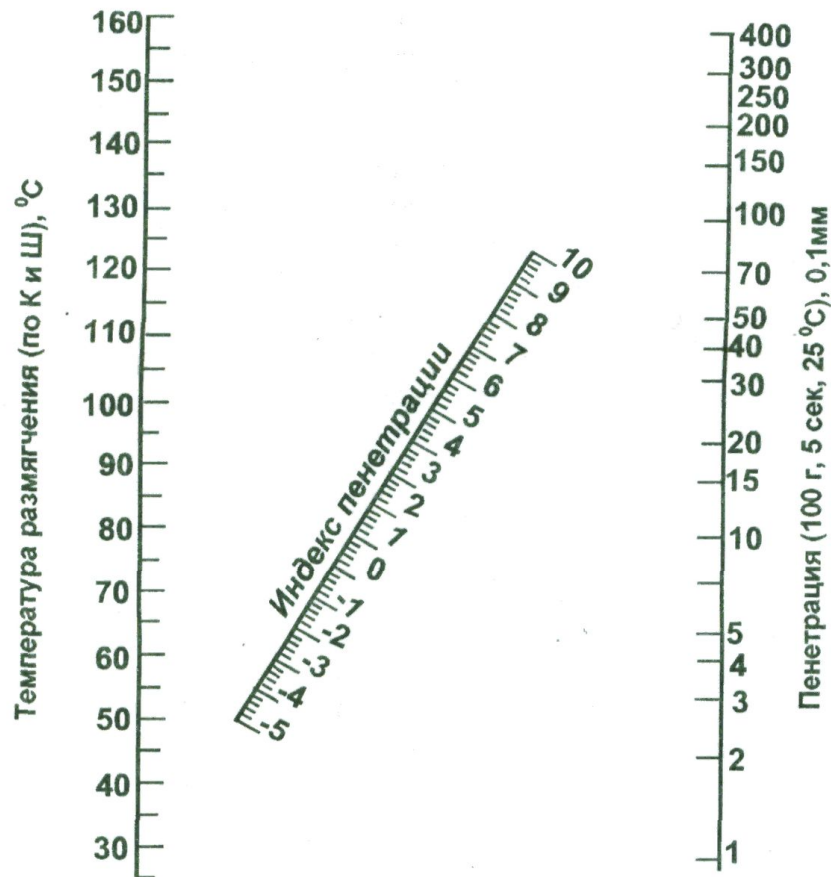


- Пенетрация дорожных нефтяных битумов различных марок при 25 °С, нагрузке 100 г, в течение 5 сек составляет 40—300\*0,1 мм, а при 0 °С, нагрузке 200 г, в течение 60 сек— от 13 до 50\*0,1 мм.
- Таким образом, в зависимости от температуры, нагрузки и длительности проникания иглы значение пенетрации существенно изменяется. *Поэтому условия ее определения заранее оговаривают.*
- Чем выше **пенетрация** битума при заданной температуре размягчения и при заданной пенетрации — температура размягчения битума, тем выше его теплостойкость.
- Получить битумы с высокой теплостойкостью можно соответствующим подбором сырья, технологического способа и режима производства.



- **Индекс пенетрации** показывает зависимость величины пенетрации и температуры размягчения. По эмпирическим данным составлена номограмма, по которой на пересечении прямой, соединяющей известные величины пенетрации и температуры размягчения со шкалой ИП находят индекс пенетрации.

Номограмма для определения индекса пенетрации битумов

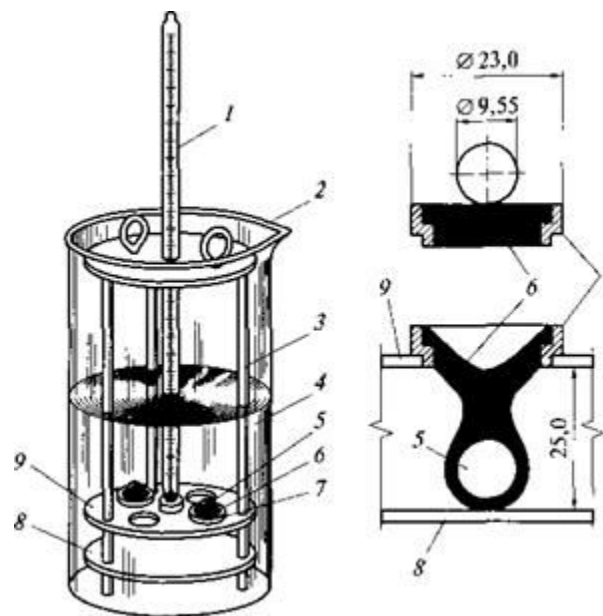


- **Индекс пенетрации — показатель, характеризующий степень коллоидности битума или отклонение его состояния от чисто вязкостного.**
- По индексу пенетрации битумы делят на три группы.
- 1) Битумы с индексом пенетрации менее -2, не имеющие дисперсной фазы или содержащие сильно пептизированные асфальтены (битумы из крекинг-остатков и пеки из каменноугольных смол). *Эластичность таких битумов очень мала или практически равна нулю.*
- 2) Битумы с индексом пенетрации от - 2 до +2 менее чувствительные к изменениям температуры, обладают вязкоупругими свойствами, менее хрупки. Их относят к промежуточному типу.
- 3) Битумы с индексом пенетрации более +2 имеют значительную эластичность и резко выраженные коллоидные свойства гелей. Это окисленные битумы с высокой растяжимостью.

- *Чем выше индекс пенетрации битумов, тем меньше тепловая чувствительность вязкости, то есть больше теплоустойчивость битума.*
- Однако структура таких битумов в большей степени, чем у других битумов, подвержена процессам старения.

# Температура размягчения

- Будучи веществом аморфным, битум не имеет четко выраженной температуры плавления.
- Переход от твердого состояния к жидкому характеризуется температурой размягчения, которая определяется по методу «кольца и шара». **Это температура при которой битум из относительно твердого состояния переходит в жидкое.**



Определение температуры размягчения битума по методу «Кольцо и Шар»:

а — прибор; б — кольцо с битумом и шариком до испытаний; в — кольцо и шарик в момент размягчения битума; 1 — стакан; 2—4- диски; 5 — термометр; 6 — стержни

# Температура хрупкости

- **Температура хрупкости** — это температура, при которой материал разрушается под действием кратковременно приложенной нагрузки.
- По Фраасу — это температура, при которой модуль упругости битума при длительности нагружения 11 сек для всех битумов одинаков и равен 1100 кГ/см<sup>2</sup>.
- Температура хрупкости характеризует поведение битума в дорожном покрытии: чем она ниже, тем выше качество дорожного битума.

# ДУКТИЛЬНОСТЬ

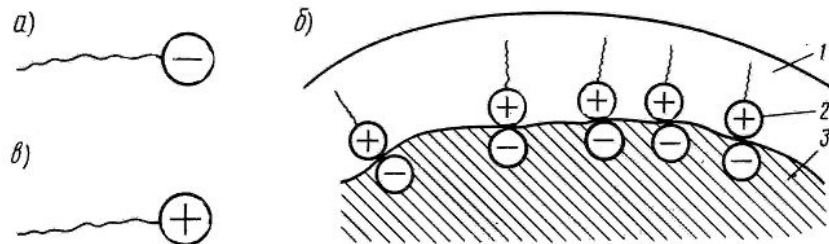
- **Растяжимость (дуктильность)** битума характеризуется расстоянием, на которое его можно вытянуть в нить до разрыва. Битум должен обладать повышенной растяжимостью при низких температурах (0 и 15°C) и умеренной при 25°C. *Методика и устройство прибора для определения растяжимости битумов приведены в ГОСТ 11505—75*
- Дорожные нефтяные битумы имеют высокую растяжимость — более 40 см.
- Повышение растяжимости битумов не всегда соответствует улучшению их свойств.
- По показателю растяжимости нельзя судить о качестве дорожных битумов, так как условия испытания (растяжение со скоростью 5 см/мин) отличаются от условий работы битума в дорожном покрытии.

- *Интервал пластичности* ( $T_p - T_{xp}$ ) характеризует температурный интервал эксплуатации битума.
- Его величину и связь ИП выражают формулой :  
$$(T_p - T_{xp}) = 7 (10 - \text{ИП}).$$
- По температуре размягчения ( $T_p$ ) и ИП можно найти температуру хрупкости ( $T_{xp}$ ).
- Битумы с широким интервалом пластичности обладают более высокой деформационной способностью, стойкостью к образованию трещин при низких температурах и устойчивостью против сдвига при повышенных температурах ( $50^\circ\text{C}$ ).
- *С увеличением интервала пластичности повышаются и адгезионные свойства битумов, что объясняется значительным содержанием в них ароматических соединений и смол.*

- **Адгезия (сцепление)** битума к поверхности каменных материалов характеризуется поверхностным натяжением на границе их раздела и представляет собой работу, затрачиваемую на отделение битума от каменного материала.
- Объясняется образованием двойного электрического поля на поверхности раздела пленки битума и каменного материала.



- Для улучшения адгезионных свойств битума в его состав вводят ПАВ.
- Молекула ПАВ состоит из двух частей – неполярного углеводородного радикала и полярной функциональной группы. *По полярности функциональных групп ПАВ делят на анион- и катионактивные. В анионактивных ПАВ активная группа имеет отрицательный заряд, а в катионактивных – положительный.*
- Для улучшения адгезии битума к поверхности основных пород (известняк, асбоотходы), на которых преобладает положительный заряд, в битум следует вводить анионактивные ПАВ, в случае использования кислых горных пород (гранит, гравий) в битум следует добавлять катионактивные ПАВ.



- Основным сырьем для производства битумов являются остаточные продукты нефтепереработки: гудроны, асфальты, экстракты селективной очистки масляных фракций.
- Использование природного битума крайне незначительно.
- Главным же потребителем битума является дорожное строительство (около 90 %), в первую очередь, из-за того, что нефтяной битум является самым дешевым и наиболее универсальным материалом для применения в качестве вяжущего при устройстве дорожных покрытий.
- Использование битумов в дорожном строительстве позволяет покрытию дорог выдерживать повышенные статические и динамические нагрузки в широком интервале температур при сохранении длительной жизнеспособности и погодоустойчивости.

- Вязкие битумы, применяемые в дорожном покрытии, используются как вяжущее между каменными материалами.
- Долговечность дорожного покрытия во многом зависит от марки применённого битума и его качества.
- При строительстве и ремонте дорог битум может быть разжижен растворителем (керосиновая фракция).
- Разжиженные битумы разделяются на быстро-, средне- и медленно затвердевающие марки.
- Для предварительной обработки поверхностей применяют битумные эмульсии, которые готовят с применением коллоидных мельниц, добавляя к битуму воду и эмульгаторы.

- Качество дорожного битума в основном определяет долговечность дорожных покрытий.
- Появление трещин на дорожном покрытии означает, что оно на 85% исчерпало срок службы.
- Установлено, что показатель «температура хрупкости» битума характеризует время до начала интенсивного трещинообразования дорожного полотна, так как его определение показывает наиболее опасное состояние дорожного покрытия при резких перепадах температур в зимнее время.
- Соотношение физико-химических показателей битумов БНД обеспечивает дорожному покрытию наибольшую сдвигоустойчивость, трещиностойкость, длительную водо- и морозостойкость.

# Виды и марки битума

- **Битум строительный** ГОСТ 6617-76

БН 70/30, БН 90/10 (*битум нефтяной*), где цифры числителя дроби соответствуют показателю температуры размягчения, а знаменателя — указывают на средние значения пределов изменения пенетрации при 25°C.

- **битум изоляционный** ГОСТ 9812-74

БНИ-IV, БНИ-V;

- **битум кровельный** ГОСТ 9548-74

БНК-45/190, БНК-90/130 (*битум нефтяной кровельный*). В данном случае числитель дроби соответствует среднему значению показателей температуры размягчения, а знаменатель — среднему значению показателей пенетрации на 25°C.

- **битум дорожный** ГОСТ 22245-90

БНД 90/130, БНД 60/90 (*битум нефтяной дорожный*) - цифры дроби указывают на допустимые для данной марки пределы изменения показателей пенетрации при 25°C

# Асфальты

- По происхождению асфальтовые составы или смеси подразделяют следующим образом:
- **Природные асфальты**, которые образуются из тяжелых фракций нефти и их остатков после испарения более легких составляющих компонентов;
- **Искусственные асфальты** (так называемые асфальтобетонные смеси) – строительные материалы, производимые из смесей битума и других веществ.
- Однозначно в состав асфальта должны входить битум как вяжущее вещество и минеральные заполнители.
- Но если в естественные асфальты битум входит в количестве до 75%, то искусственные асфальтобетонные смеси содержат битума в пределах 4-10%.

# Асфальтобетон

- Асфальтобетон – важнейший дорожно-строительный материал, получаемый в результате уплотнения при оптимальной температуре рационально рассчитанной и приготовленной смеси, состоящий из битумного вяжущего Ю минерального порошка и заполняющих компонентов.

- Смесь асфальтобетонная состоит из оптимально подобранных:
- минеральных материалов: щебня (либо гравия), песка (природного или дроблёного) с тонкодисперсным минеральным порошком (либо без него);
- органического вяжущего материала: битума.



# Состав асфальтобетонных смесей

- Асфальтобетонные смеси и асфальтобетоны по виду минеральной составляющей (каменного материала) разделяются на щебеночные (состав: щебень, песок, минеральный порошок, битум), гравийные (гравий, песок или песчано-гравийный материал, минеральный порошок и битум) и песчаные (песок, минеральный порошок, битум).

# Свойства асфальтобетонов

- Асфальтобетонные покрытия по сравнению с другими видами покрытий обладают рядом положительных свойств, к которым в первую очередь можно отнести **прочность, устойчивость к воздействию климатических факторов и воды, гигиеничность**, так как они не пылят и легко очищаются от наносной пыли и грязи, имеют **ровную поверхность, медленно изнашиваются**.
- Асфальтобетон поглощает звук от движущегося транспорта, что уменьшает шум в городах и населенных пунктах.
- Технология устройства асфальтобетонных покрытий допускает механизированное строительство.

# Свойства асфальтобетона

- *К основным свойствам асфальтобетона относят:*
- *предел прочности при сжатии и растяжении,*
- *водостойкость,*
- *химическую стойкость,*
- *удобоукладываемость*

- К недостаткам следует отнести
- старение органических вяжущих, а следовательно, и самих бетонов,
- изменение свойств от температуры (от пластического состояния до хрупкого),
- практически невысокую долговечность покрытия,
- зависимость выполнения работ от климатических условий.

- **По процентному содержанию основных составляющих асфальты разделяют на три основных вида:**
- **Марка 1**, область использования которой ограничена строительством автодорог и городским благоустройством. *Эти материалы не рекомендуются для роли верхнего покрывающего слоя дорожных полотен. Их применяют в качестве выравнивающей подложки для укладки превосходящих по плотности материалов;*
- **Марка 2**, которая представляет собой «среднестатистический» асфальтобетон для широкой области применения, начиная от строительства новых дорог, заканчивая текущим ремонтом и благоустройством территорий;
- **Марка 3**, в составе которой нет щебня. Его замещают минеральные порошки и песок высокого качества.