ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Вяжущие вещества -материалы, способные в определенных условиях (при смешивании с водой, нагревании и т.д.) образовывать пластично-вязкое тесто, которое самопроизвольно или под действием определенных факторов со временем затвердевает.

Являются основой большинства искусственных строительных материалов- бетоны, строительные растворы, блоки, строительные пластмассы и т. д.

ВЯЖУЩИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ДЕЛЯТСЯ НА:

Неорганические (известь, гипс, цемент)

Органические (битумы, дегти, полимеры)

ПО УСЛОВИЯМ ТВЕРДЕНИЯ ВЯЖУЩИЕ ДЕЛЯТСЯ НА

Твердеющие самопроизвольно (гипс, цемент)

Твердеющие в условиях повышенного давления водяного пара при температуре 150-200°С. Их называют вяжущими автоклавного твердения – известково-кремнеземистые, известково-шлаковые вяжущие.

ПО ОТНОШЕНИЮ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВОДЫ

Воздушные – способные затвердевать и длительно сохранять прочность только на воздухе (гипс, известь, жидкое стекло)

Гидравлические – способные твердеть и сохранять прочность не только на воздухе, но и в воде (гидравлическая известь и романцемент, портландцемент и его разновидности, глиноземистый цемент)

Неорганические вяжущие вещества

Воздушные

- Гипсовые в.в.
  - Низкообжиговые:
    1. Строительный гипс
    2. Формовочный гипс
    3. Медицинский гипс
    3. Технический гипс
  - Высокообжиговые:
    1. Ангидритовый цемент
    2. Эстрих-гипс
- Магнезиальные
  1. Каустический магнезит;
  2. Каустический доломит.
- Воздушная известь

Гидравлические

- Гидравлическая известь
- Роман-цемент
- Портландцемент
- Пуццолановый портландцемент
- Шлакопортландцемент
- Глиноземистый цемент

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

- **Прочность** оценивают испытанием на сжатие и изгиб стандартных образцов (балочек 40*40*160мм) твердеющих в условиях, установленных стандартом. Нормативный срок твердения для гипса – 2 часа, для портландцемента – 28 суток
- Скорость твердения характеризуется схватыванием

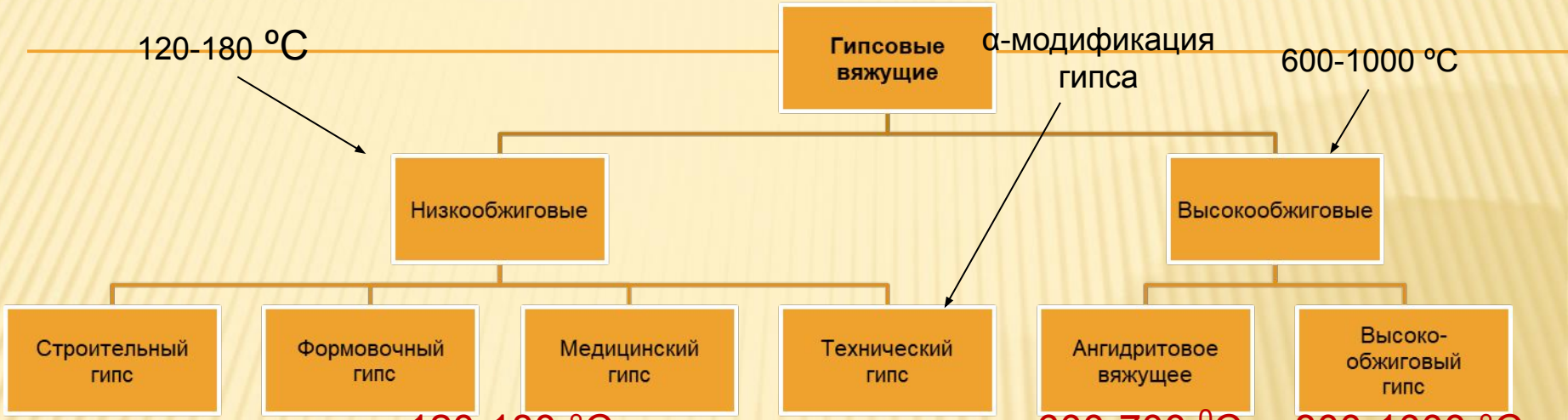
  - **начало схватывания** - потеря тестом вяжущего пластичных свойств

  - **конец схватывания** – превращение теста вяжущего в твердое тело

Все работы со смесями на основе вяжущих должны быть закончены до схватывания, так как повторное перемешивание приведет к потере его конечной прочности

ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ

Классификация



$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O + 1{,}5\ H_2O$

$CaSO_4$ + Катализаторы: сульфаты, известь, обожженный доломит, доменный шлак

$CaSO_4$ → CaO, SO_3

Минерал гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

волокнистый

пластинчатый

Зернистый (алебастр)

Строительный гипс $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$

ТВЕРДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

Реакция гидратации

$$CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O + 1{,}5H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

7,4 г CaO на 1 л воды

2,05 г CaO на 1 л воды

7,4 г CaO/л

$CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$

$CaSO_4 \cdot 2H_2O$

2,05 г CaO/л

ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНОМУ ГИПСУ

Марка гипса	Предел прочности, МПа, не менее		Марка гипса	Предел прочности, МПа, не менее	
	при сжатии	при изгибе		при сжатии	при изгибе
Г – 2	2	1,2	**Г – 10**	10	4,5
Г – 3	3	1,8	**Г – 13**	13	5,5
Г – 4	4	2,0	**Г – 16**	16	6,0
Г – 5	5	2,5	**Г – 19**	19	6,5
Г – 6	6	3,0	**Г – 22**	22	7,0
Г – 7	7	3,5	**Г – 25**	25	8,0

ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНОМУ ГИПСУ ПО СРОКАМ СХВАТЫВАНИЯ

Вид вяжущего по срокам схватывания	**Ин-декс**	**Сроки схватывания, мин**	
		начало	**конец**
Быстро-схватывающийся	**А**	От 2 до 6	Не позднее 15
Нормально-схватывающийся	**Б**	Св. 6 до 20	Св. 15 до 30 включительно
Медленно-схватывающийся	**В**	Св. 20	Не нормируется

ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНОМУ ГИПСУ ПО ТОНКОСТИ ПОМОЛА

Вид вяжущего	Индекс	Остаток на сите № 02, %
Грубого помола	I	Св. 14 до 23
Среднего помола	II	Св. 2 до 14
Тонкого помола	III	До 2 включ.

МАРКИРОВКА ГИПСА

Гипс маркируют по трем показателям:

срокам схватывания, тонкости помола и прочности

Например: Г-7АII

Гипс быстротвердеющий (А)

Среднего помола (II)

Прочность на сжатие не менее 7МПа (70кгс/см2)

Определение сроков схватывания

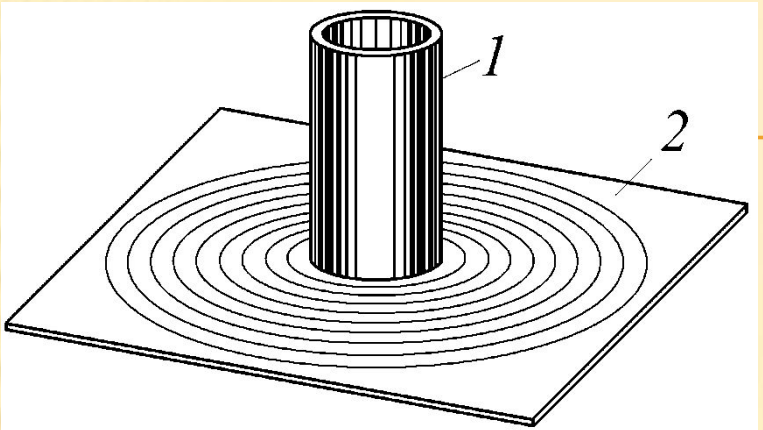


Рис. VII.1. Вискозиметр Суттарда: *1* – полый металлический цилиндр; *2* – стеклянная подставка с окружностями для измерения диаметра образца

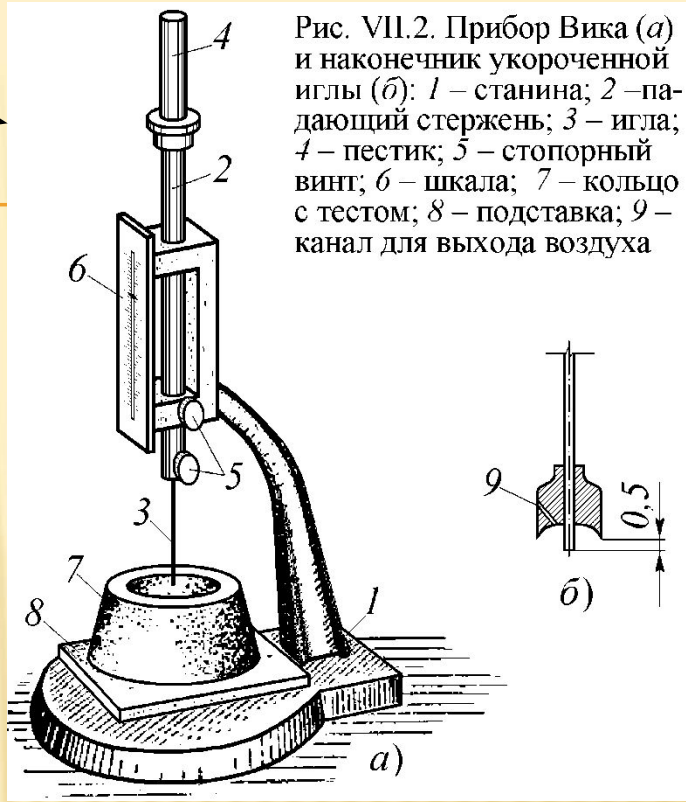


Рис. VII.2. Прибор Вика (*а*) и наконечник укороченной иглы (*б*): *1* – станина; *2* –падающий стержень; *3* – игла; *4* – пестик; *5* – стопорный винт; *6* – шкала; *7* – кольцо с тестом; *8* – подставка; *9* – канал для выхода воздуха

Определение нормальной густоты гипсового теста

Определение прочности образцов-балочек из гипса

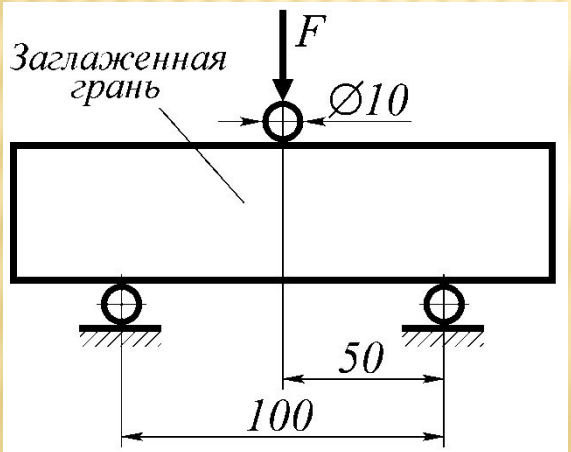


Рис. VII.4. Схема испытания на изгиб

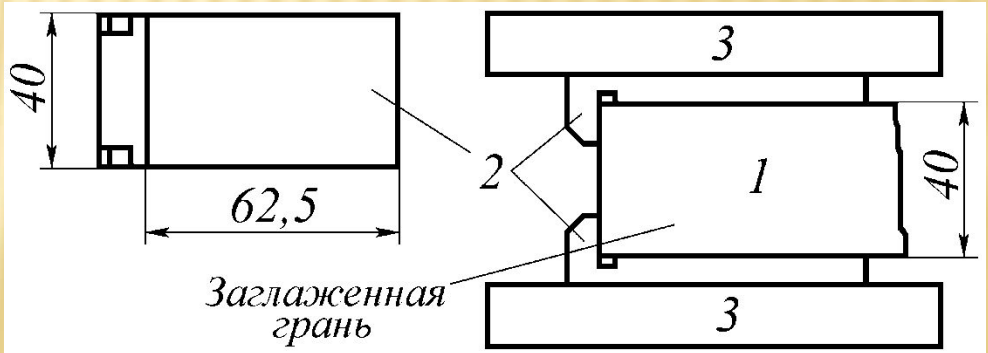
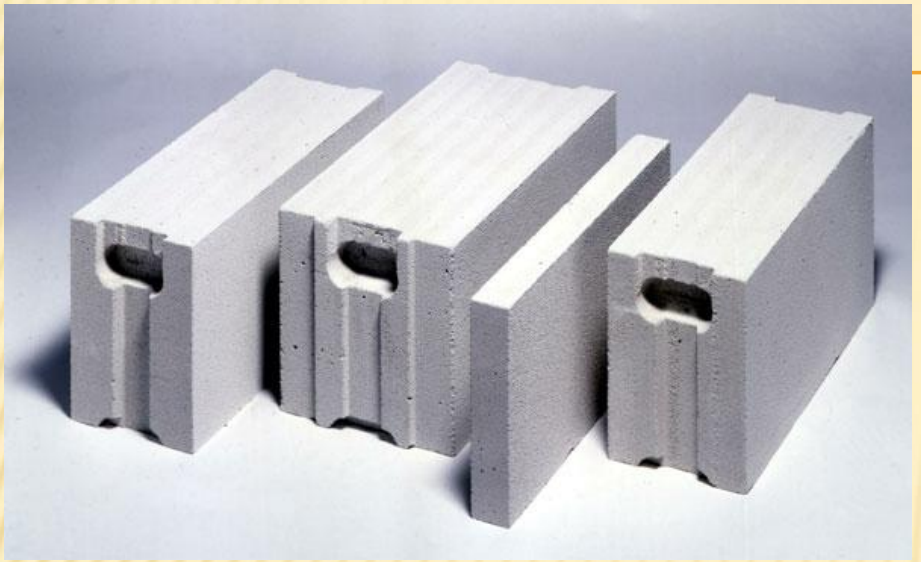


Рис. VII.5. Схема испытания половинок балочек на сжатие

ПРИМЕНЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА



Пеногипсовые блоки

Гипсовая штукатурка

ПРИМЕНЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПС

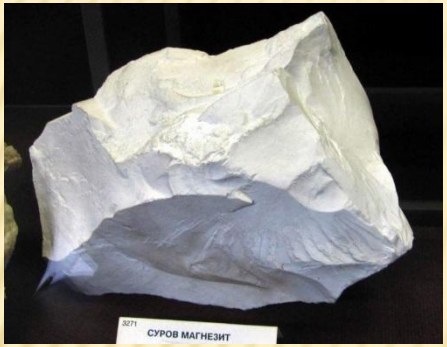
Гипсокартонные листы

Пазогребневые блоки и плиты

ИЗДЕЛИЯ
ИЗ ГИПСА

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ КАУСТИЧЕСКИЙ МАГНЕЗИТ

Минерал Магнезит



→ обжиг → помол →

при 750-850 °С

Вяжущее
Каустический магнезит

$$MgCO_3 = MgO + CO_2$$

Выше 1300 ºС, продукт обжига может достигнуть мертвообожженного состояния, которому по кристаллическому строению соответствует природный минерал *периклаз* (MgO)

КАУСТИЧЕСКИЙ ДОЛОМИТ

Минерал Доломит

Вяжущее
Каустический доломит

→ обжиг → помол →

не выше 720-750 °С

$MgCO_3 \cdot CaCO_3 = MgO \cdot CaCO_3 + CO_2$

ТВЕРДЕНИЕ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ

Затворяются не водой, а растворами $MgCl_2$, $MgSO_4$, $FeSO_4$ и др.

$$4MgO + MgCl_2 + 7H_2O = 3MgO \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O + Mg(OH)_2$$

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ. ПРИМЕНЕНИЕ

Прессованный брус

Фибролит

Стеновые панели из ксилолита

Магнезиальные вяжущие вещества применяются для изготовления штукатурок, искусственного мрамора, лестничных ступеней, а также *фибролита* – стенового материала, на основе магнезиальных вяжущих и древесных волокон или стружек, и *ксилолита*, включающего мелкий древесный заполнитель (опилки и др.) и магнезиальный цемент

ВОЗДУШНАЯ ИЗВЕСТЬ

$Ca(OH)_2$

Известняк

→ обжиг →

900-1300 °C

Комовая негашеная известь

→ гашение →

~250 %

~75 %

→ помол →

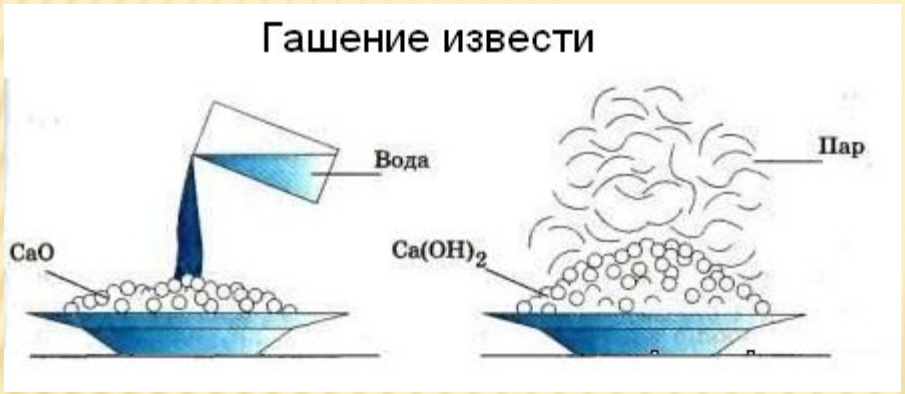
Молотая негашеная известь

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$

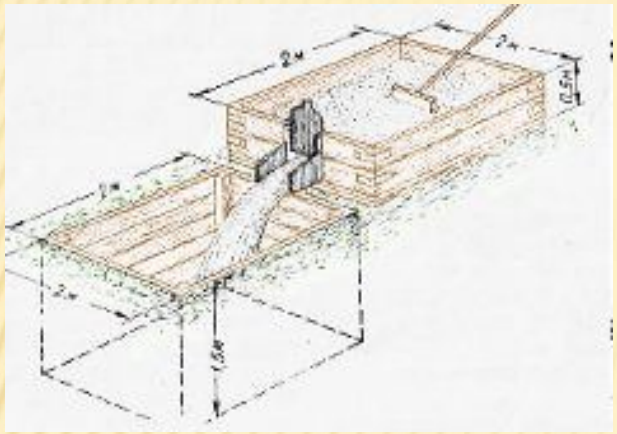
ГАШЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + 65\ кДж$$

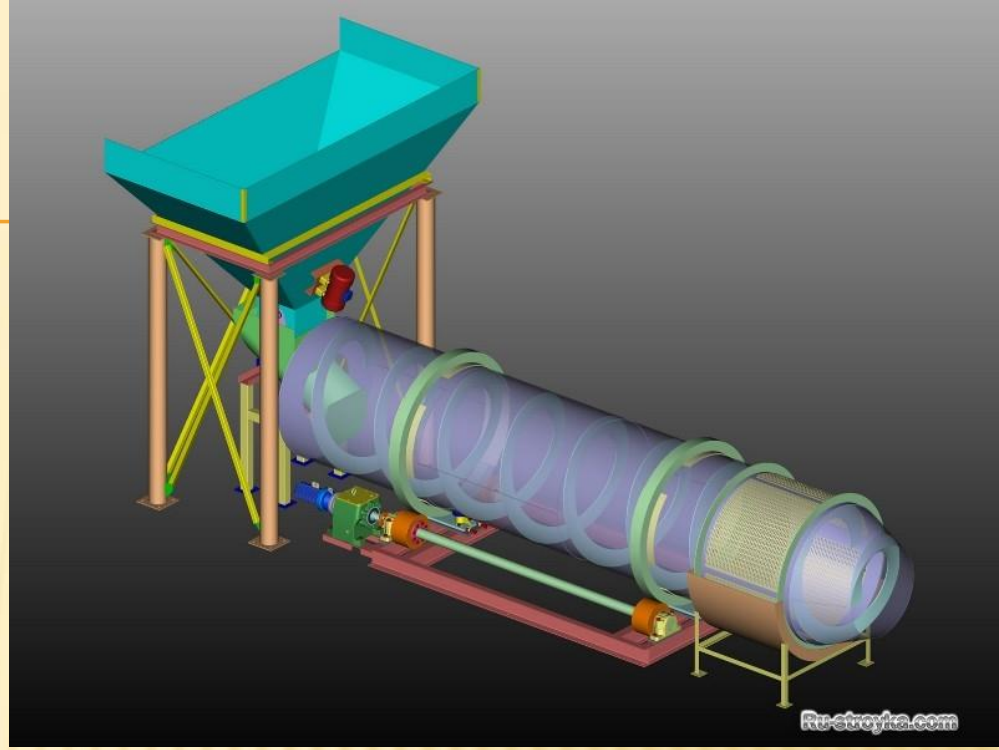


При добавлении 60…70% воды от массы извести получают **гашеную известь (пушенку**).
При добавлении воды в 3…4 раза больше чем извести получают **известковое тесто**
При добавлении воды в 8…10 раз больше чем извести получают **известковое молоко**

ГАШЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ



Творильная яма
(гашение в тесто)



Известегасильный барабан (гашение в пушонку)

По скорости гашения известь делят на:
Быстрогасящуюся (скорость менее 8 минут)
Среднегасящуюся (скорость гашения 8…25 минут)
Медленногасящуюся (скорость более 25 минут)

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

Воздушную известь в зависимости от содержания MgO делят на:

1) кальциевую (≤5 %),
2) магнезиальную (5-20 %),
3) доломитовую (свыше 20 до 40 %).

Сорт извести	Активность извести (содержание CaO+MgO), %, не менее	
	Кальциевая известь	Магнезиальная и доломитовая извести
I	90	85
II	80	75
III	70	65

ТВЕРДЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

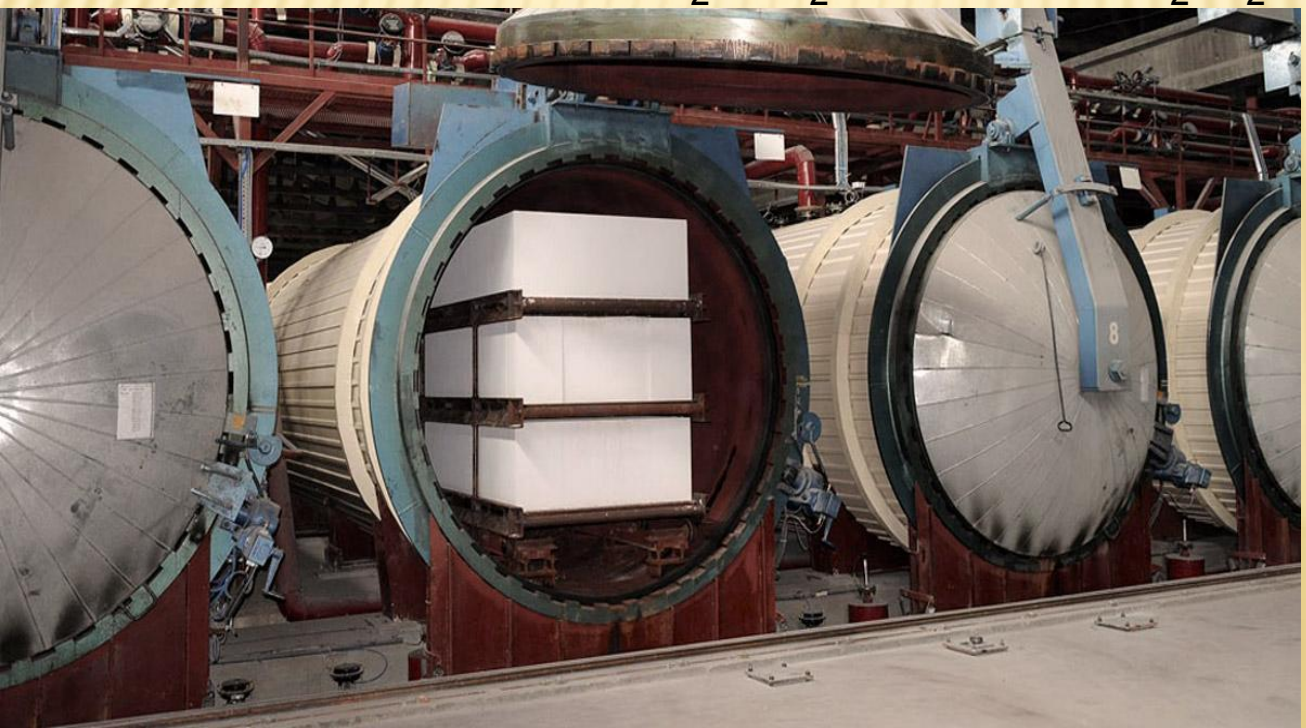
Гидрокарбонатное твердение складывается из двух процессов:

1)Испарение воды и кристаллизация $Ca(OH)_2$ из насыщенного раствора

2) карбонизация углекислотой воздуха $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$.

Гидросиликатное твердение под воздействием пара повышенного давления 0,8-1,6 МПа и температуры 170-200 °С:

$$CaO + SiO_2 + H_2O \rightarrow CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$$



Соотношение молотого кварца и извести в силикальците составляет обычно 1:1. Содержание извести в силикатном бетоне равно 8-12 % (мас.).

Автоклав

СВОЙСТВА ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

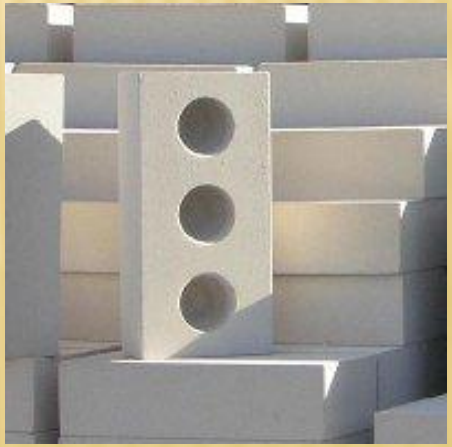
1. Прочность гашеной извести через 28 суток - 0,5-1,0 МПа
2. Прочность молотой негашеной извести примерно в 2-3 раза выше.
3. Дает высокую усадку, которую снижают добавлением песка.
4. Образует пластичную легко формуемую растворную смесь
5. Медленно схватывается и твердеет

Усадочные трещины в штукатурке

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

1. В составе строительных растворов для каменной кладки и штукатурных работ

2. Для производства автоклавных (силикатных) строительных материалов.



ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ИЗВЕСТЬ

***Сырье* - мергелистые известняки**

По мере повышения содержания глинистых и кремнеземистых примесей, в продукте обжига содержится все меньше свободной извести и больше силикатов, алюминатов и ферритов кальция. Вместе с тем уменьшается способность извести к гашению и увеличивается ее способность к гидравлическому твердению.

Производство: **обжиг** сырья (при 900-1100 ºС), **гашение** продукта обжига, **помол** непогасившихся частиц, **смешение** измельченных зерен с погасившимся материалом.

Иногда выпускаются два раздельных продукта.

Мергелистый известняк → обжиг→ **$CaO + 2CaO \cdot SiO_2 + CaO \cdot Al_2O_3 + 2CaO \cdot Fe_2O_3$**

Процесс твердения:

- воздушное с участием $Ca(OH)_2$

- гидравлическое, например: $CaO \cdot SiO_2 + H_2O \rightarrow CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$

Гидравлическая известь твердеет быстрее и достигает большей прочности, чем воздушная.

.

Применение: строительные растворы для каменной кладки и для штукатурных работ

РОМАНЦЕМЕНТ

Сырье: известковые или магнезиальные мергели, в которых соотношение между известковой и глинистой частями таково, что в результате *обжига* (1000—1100 °С), не доводящего эти материалы до спекания, получался продукт, в котором почти вся известь связана в силикаты, алюминаты и ферриты кальция (C_2S, CA, C_5A_3, C_2F).

Такой продукт при смачивании водой не гасится и поэтому превращается в вяжущее вещество исключительно путем *помола*.

Гидравлические свойства романцемента сильнее, чем у гидравлической извести, но слабее, чем у портландцемента. Прочность его в жестком растворе могла достигать 10 МПа.

$2CaO \cdot SiO_2 = C_2S$

$CaO \cdot Al_2O_3 = CA$

$5CaO \cdot 3Al_2O_3 = C_5A_3$

$2CaO \cdot Fe_2O_3 = C_2F$

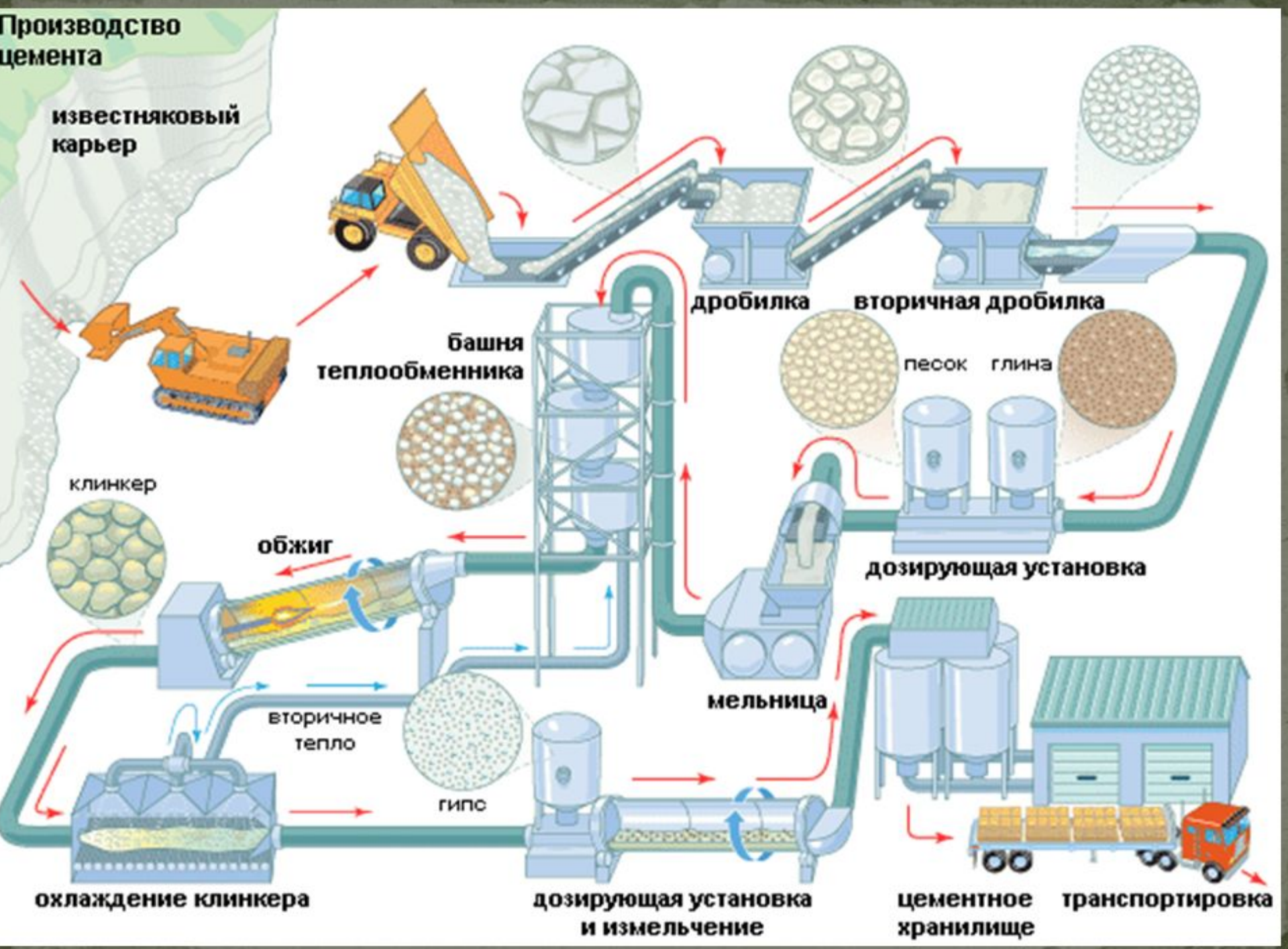
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ (ПЦ)

гидравлическое вяжущее, получаемое путём совместного, тонкого помола клинкера и двуводного гипса (3-5%).

клинкер- продукт обжига до спекания(при t>1480°С) сырьевой смеси, состоящей чаще всего из известняка (75-78 %) и глины (25-22 %)

Минералы портландцементного клинкера

$3CaO \cdot SiO_2$ - *трехкальциевый силикат (*Алит)
$2CaO \cdot SiO_2$ - *двухкальциевый силикат (*Белит)
$3CaO \cdot Al_2O_3$ - *трехкальциевый алюминат (Целит)*
$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ - *четырехкальциевый алюмоферрит*


Производство цемента
известняковый карьер
дробилка
вторичная дробилка
башня теплообменника
песок
глина
клинкер
обжиг
дозирующая установка
мельница
вторичное тепло
гипс
охлаждение клинкера
дозирующая установка и измельчение
цементное хранилище
транспортировка

Технические свойства портландцемента

.

Тонкость помола цемента оценивается по стандарту путем просеивания предварительно высушенной пробы цемента через сито с сеткой № 008 (размер ячейки 0,08 мм); тонкость помола должна быть такой, чтобы через указанное сито проходило не менее 85% массы просеиваемой пробы.

Водопотребность цемента- количеством воды (в % от массы цемента), которое необходимо для получения цементного теста нормальной густоты (22 до 28%). .

Сроки схватывания

Начало схватывания не ранее 45 мин,

а конец схватывания — не позднее 10 ч от начала затворения

Активность и марка портландцемента,

определяют испытанием стандартных образцов-призм, их сначала испытывают на изгиб, затем получившиеся половинки призм — на сжатие.

Активностью называют предел прочности при сжатии половинок-балочек, испытанных в возрасте 28 сут.

В зависимости от активности с учетом предела прочности при изгибе портландцемента подразделяют на марки М400, М500, М550 и М600

Существуют следующие виды портландцемента:

- быстротвердеющий;
- нормальнотвердеющий;
- пластифицированный;
- гидрофобный;
- сульфатостойкий;
- дорожный;
- шлакопортландцемент;
- белый и цветной;
- пуццолановый портландцемент (ППЦ);
- с умеренной экзотермией;
- с поверхностноактивными органическими добавками.

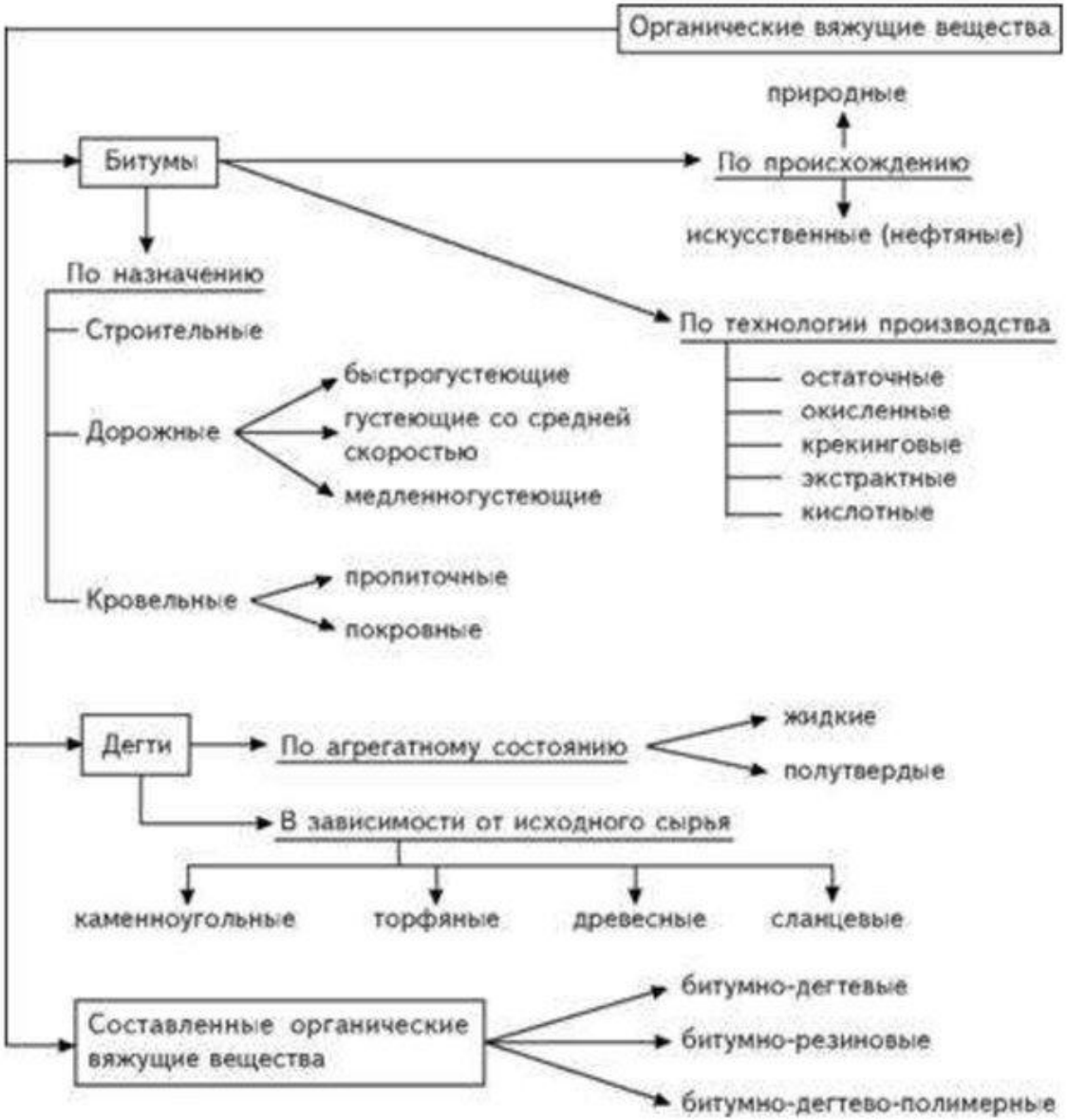
ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Определение: высокомолекулярные природные или синтетические вещества, способные:

- приобретать жидко-вязкую консистенцию при нагревании или при действии растворителей или же имеющие жидко-вязкую консистенцию в исходном состоянии;
- с течением времени самопроизвольно или под действием определенных факторов (температуры, веществ-отвердителей и др.) переходить в твердое состояние.

При этом как в жидком, так и в твердом состоянии эти вещества имеют хорошую адгезию к другим материалам.

Классификация органических вяжущих веществ



БИТУМНЫЕ, состоящие из нефтяных битумов или из сплавов нефтяных и природных битумов;

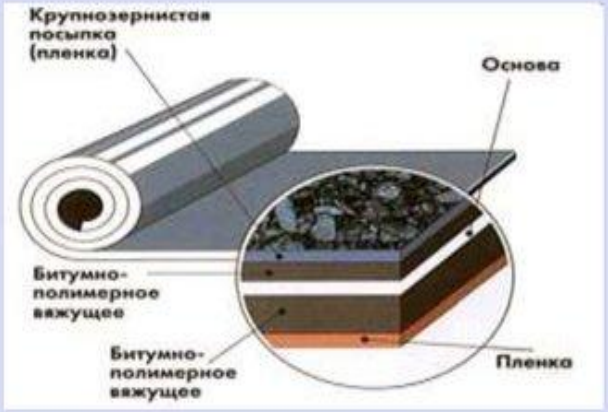
ДЕГТЕВЫЕ, каменноугольные или сланцевые;

ГУДРОКАМОВЫЕ - продукты совместного окисления гудрона и каменноугольных масел;

ДЕГТЕ- БИТУМНОПОЛИМЕРНЫЕ, содержащие кроме органического вяжущего добавку полимера.

Важнейшие свойства органических вяжущих: гидрофобность, водонепроницаемость, стойкость к действию кислот, щелочей, агрессивных жидкостей и газов, способность прочно сцепляться с камнем, деревом, металлом, приобретать пластичность при нагревании и увеличивать вязкость при охлаждении.

Недостатки органических вяжущих: зависимость свойств от температуры, хрупкость при отрицательных температурах, низкие температуры размягчения, горючесть, склонность к старению.



БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ

КЛАССИФИКАЦИЯ

. По просхождению:

-природные;

-искусственные.

2. По способу переработки:

1)остаточные;

2) окисленные;

3) крекинговые;

4) экстрактные;

5) компаундированные.

3. По вязкости:

1) твердые:

а) строительные, марок БН 70/30; БН 90/10;

б) кровельные, марок БНК 45/180; НК 90/40;

в) битумы изоляционные, марок БНИ.

2) вязкие нефтяные битумы.

Используются в автодорожном строительстве. Марки БН и БНД 40/60, 60/90, 90/130, 130/200, 200/300.

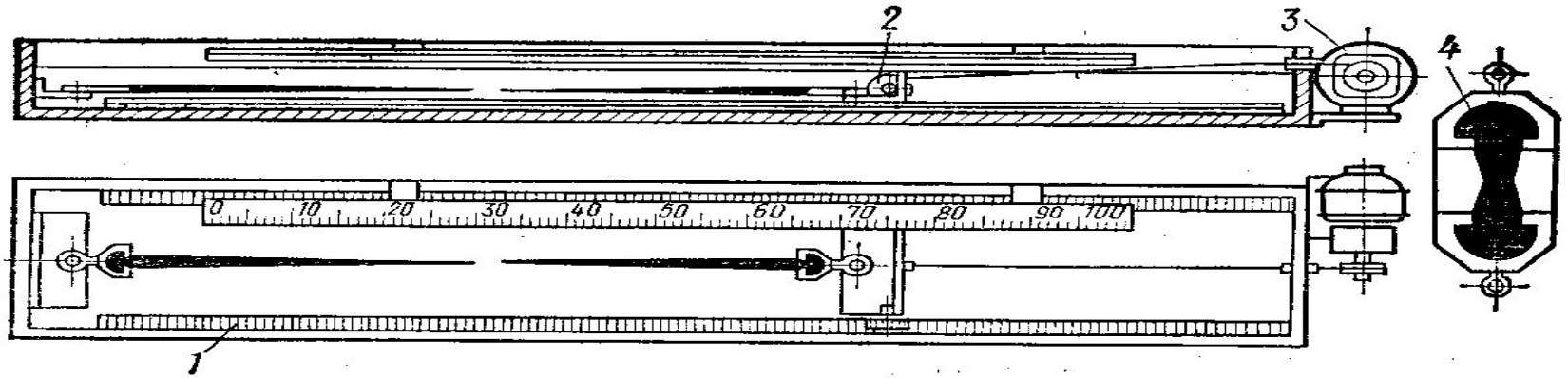
3) жидкие нефтяные битумы.

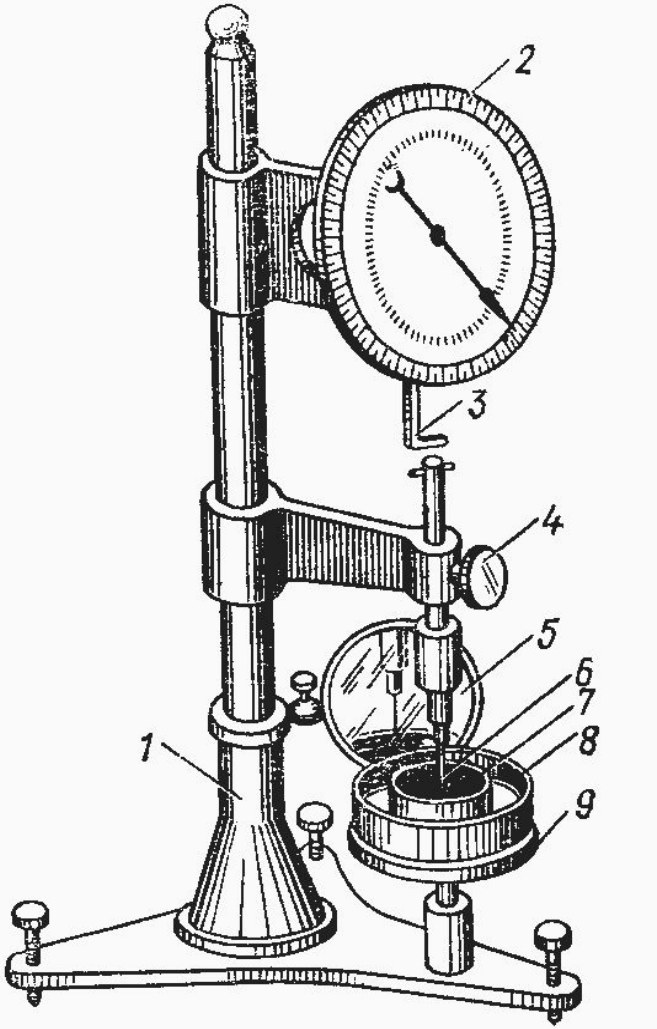
Используются в производстве холодного и теплого асфальтобетона, для устройства оснований и покрытий способом пропитки, для укрепления грунтов.

- ***Природные битумы*** – вязкие жидкости или твердые вещества, образовавшиеся в результате естественной полимеризации нефти
- ***Нефтяные битумы*** – получаются переработкой нефтяного сырья
- Характеризуются гидрофобностью, атмосферостойкостью, повышенной деформативностью, растворимостью в органических растворителях, способностью размягчаться при нагревании, стойкостью к щелочам и кислотам

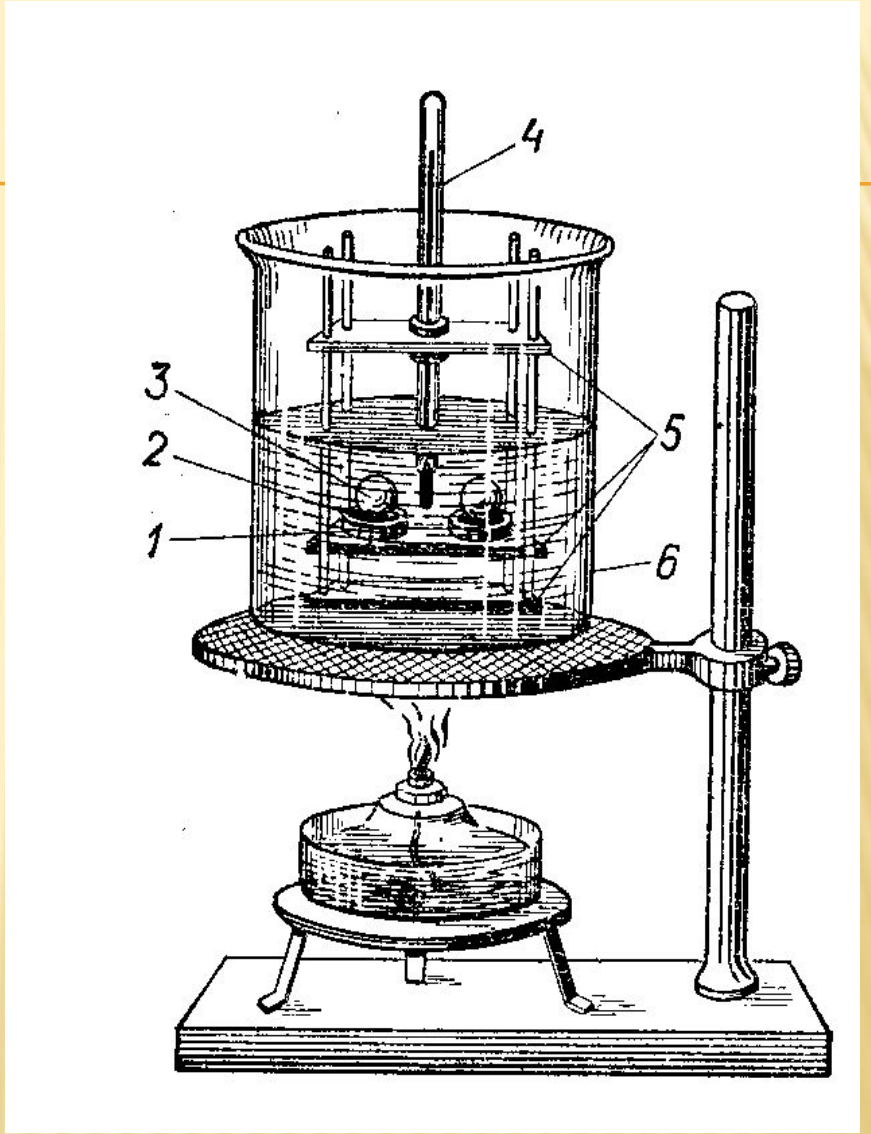
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИТУМОВ

Растяжимость (дуктильность) определяется на дуктилометре (в см) при температуре 25°С.





Твердость (вязкость) определяют по глубине проникания в битум иглы пенетрометра (в десятых долях мм)



Температура размягчения определяется на приборе «Кольцо и шар», измеряется в градусах Цельсия

МАРКИРОВКА БИТУМОВ

- **Битум нефтяной строительный** (применяют для производства эмульсий, мастик, грунтовок, лаков)

БН 50/50; БН 70/30; БН 90/10

над чертой – температура размягчения в °С

под чертой – глубина проникания иглы в десятых долях мм

- **Битум нефтяной дорожный** (применяют в дорожном строительстве (асфальтовые растворы и бетоны))

БНД 200/300; БНД 130/200; БНД 90/130;

БНД 60/90; БНД 40/60

- **Битум нефтяной кровельный** (применяют для изготовления рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов)

БНК 45/180 – легкоплавкий- пропитывают основу гидроизоляционного материала

БНК 90/40; БНК 90/30 – тугоплавкие – используют для создания покровного слоя гидроизоляционного материала

ДЕГТЕВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

-густая вязкая масса черно-коричневого цвета, полученная при нагревании без доступа воздуха твердого топлива (угля, торфа, древесины) в виде конденсата на внутренних стенках агрегатов.

- Характеризуются биостойкостью, токсичностью, старением
- Применяют в качестве антисептиков древесины (антраценовое масло, креозот);

в производстве рулонных кровельных материалов (толь);
дегтевых бетонов и растворов

•СМЕШАННЫЕ ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ БИТУМОВ И ДЕГТЕЙ.

•

• БИТУМНО-ДЕГТЕВЫЕ и БИТУМНО-ДЕГТЕПОЛИМЕРНЫЕ

•Применяются органические вяжущие для производства асфальтовых и дегтевых бетонов и растворов, для производства герметизирующих материалов, для кровельных и гидроизоляционных материалов.

•АСФАЛЬТОВЫЕ И ДЕГТЕВЫЕ БЕТОНЫ И РАСТВОРЫ.

• АСФАЛЬТОВЫЙ БЕТОН - это искусственный каменный материал конгломератного строения, полученный в результате затвердевания рационально подобранной смеси органического вяжущего, минерального порошка, крупного и мелкого заполнителя (щебня и песка).

• По назначению асфальтовые бетоны делятся на дорожные, аэродромные, гидротехнические, промышленного назначения (устройство полов и плоских кровель промышленных зданий, складов, гаражей и т.д.), декоративные (для устройства разделительных полос, для оформления площадей и т.п.).

•Материалы для асфальтового бетона.

- ВЯЖУЩЕЕ - битумы дорожные вязкие и жидкие.
- МИНЕРАЛЬНЫЙ ПОРОШОК - тонкомолотые известняк, доломит, мел, асбест, шлак. Смесь минерального порошка с битумом называется асфальтовым вяжущим.
- Минеральный порошок обеспечивает перевод битума из объемного состояния в тонко - пленочное, что значительно облегчает равномерное распределение битума в минеральной смеси. При этом минеральный порошок сокращает расход битума, повышает температуру размягчения асфальтового бетона, водонепроницаемость, прочность морозостойкость.
- ЩЕБЕНЬ - крупный заполнитель, получают из прочных и морозостойких горных пород, он выполняет роль несущего каркаса в асфальтовом бетоне. Диаметр зерен щебня 5...40 мм.
- ПЕСОК - мелкий заполнитель; для асфальтового бетона используют чистые природные и искусственные пески, с содержанием пыли не более 3 %, с размером зерен 2,5...0,16 мм. Песок заполняет пустоты между зернами крупного заполнителя.

•Основные свойства асфальтовых бетонов.

- ПРОЧНОСТЬ асфальтовых бетонов, в отличии от цементных, сильно зависит от температуры, но асфальтобетоны лучше чем цементные противостоят коррозии.
- ПОРИСТОСТЬ их колеблется от 5 до 7 %. Плотные бетоны практически водонепроницаемы и обладают высокой морозостойкостью.
- БИОСТОЙКОСТЬ асфальтобетонов характеризуется стойкостью к влиянию бактерий, разлагающих сложные органические вещества. Для ее увеличения в асфальтовый бетон добавляют антисептики.
- ШЕРОХОВАТОСТЬ И СДВИГОУСТОЙЧИВОСТЬ определяются содержанием в минеральной части щебня, минерального порошка, песка и битума и увеличивается с повышением доли щебня.

•ДЕГТЕБЕТОН.

• **Дегтебетон** - это аналогичный асфальтобетону материал, в котором в качестве вяжущего используют каменноугольные или составленные дегти.

• По свойствам дегтебетон уступает асфальтобетону, ***обладая меньшей прочностью при сжатии, меньшей износоустойчивостью и теплостойкостью, меньшей атмосфероусточивостью.*** При длительном воздействии воды из дегтебетона могут вымываться некоторые растворимые компоненты дегтей (фенолы), обладающие токсичностью и отравляющие грунтовые воды и водоемы.

• Дегти интенсивно подвергаются старению, поэтому свойства дегтебетонов со временем изменяются в большей степени, чем у асфальтобетонов. Дегтебетон менее пластичен, поэтому обладает повышенной хрупкостью в сравнении с асфальтобетоном.

• *Дегтебетон подразделяется на укладываемый в горячем состоянии и в холодном состоянии.*

• Минеральные материалы для дегтебетона и требования к ним такие же, что и для асфальтобетона.

• *Дегтебетон применяют для устройства покрытий на дорогах второстепенного значения и в ненаселенных пунктах.*

• *Растворы асфальтовые и дегтевые отличаются от бетонов отсутствием в них крупного заполнителя. Их применяют в основном в качестве гидроизоляционных материалов.*