

# **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БАЗА ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Лектор - ассистент, к.т.н.**

**Асадуллина Зарема Ураловна**

# Лекция 1

## Назначение, классификация и размещение производственных предприятий

**Производственные предприятия** – комплекс сооружений, машин и оборудования, которые обеспечивают добычу необходимых для дорожного строительства материалов, изготовление полуфабрикатов, изделий и деталей

По характеру эксплуатации в зависимости от размещения и средств доставки материалов предприятия могут быть:

- прирельсовые
- притрассовые
- прикарьерные

Предприятия для приготовления смесей разделяют на:

- стационарные
- инвентарные
- передвижные

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ



# Размещение

## предприятий

При выборе места расположения производственного предприятия учитывают:

- возможность получения исходных материалов
- величину транспортных затрат
- техническую обусловленность, ограничивающую дальность транспортирования, например, асфальтобетонной смеси

**Схемы развития и размещения предприятий должны разрабатываться с учетом перспективы на 5- или 10-летний период**

При выборе площадки для строительства производственного предприятия учитывают:

- географические и гидрологические условия
- существующую транспортную сеть
- обеспеченность района электроэнергией, водой, жилплощадью, культурно-бытовыми помещениями
- противопожарные и санитарно-технические условия

**Оптимальный вариант размещения производственного предприятия** выбирают по **минимуму приведенных затрат** на производство и транспортирование продукции при одинаковом ее качестве по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{тс}} + C_{\text{пер}} + C_{\text{тгп}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}$$

где  $C_{\text{пр}}$  - затраты на приобретение сырья;

$C_{\text{тс}}$  - затраты на транспортирование сырья от места производства до перерабатывающего предприятия;

$C_{\text{пер}}$  - затраты предприятия на переработку сырья в готовую продукцию;

$C_{\text{тгп}}$  - затраты на транспортирование готовой продукции с предприятия потребителю;

$E_{\text{н}}$  - нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений ( $E_{\text{н}} = 0,12$ );

$K_{\text{уд}}$  - удельные капиталовложения на строительство предприятия,

$$K_{\text{уд}} = \Phi / Q_{\text{г}}$$

где  $\Phi$  - стоимость основных промышленно-производственных фондов,

$Q_{\text{г}}$  - годовая проектная мощность предприятия.

# Размещение

## предприятий

При выборе места расположения производственного предприятия учитывают:

- возможность получения исходных материалов
- величину транспортных затрат
- техническую обусловленность, ограничивающую дальность транспортирования, например, асфальтобетонной смеси

**Схемы развития и размещения предприятий должны разрабатываться с учетом перспективы на 5- или 10-летний период**

При выборе площадки для строительства производственного предприятия учитывают:

- географические и гидрологические условия
- существующую транспортную сеть
- обеспеченность района электроэнергией, водой, жилплощадью, культурно-бытовыми помещениями
- противопожарные и санитарно-технические условия

**Оптимальный вариант размещения производственного предприятия** выбирают по **минимуму приведенных затрат** на производство и транспортирование продукции при одинаковом ее качестве по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{тс}} + C_{\text{пер}} + C_{\text{тгп}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}$$

где  $C_{\text{пр}}$  - затраты на приобретение сырья;

$C_{\text{тс}}$  - затраты на транспортирование сырья от места производства до перерабатывающего предприятия;

$C_{\text{пер}}$  - затраты предприятия на переработку сырья в готовую продукцию;

$C_{\text{тгп}}$  - затраты на транспортирование готовой продукции с предприятия потребителю;

$E_{\text{н}}$  - нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений ( $E_{\text{н}} = 0,12$ );

$K_{\text{уд}}$  - удельные капиталовложения на строительство предприятия,

$$K_{\text{уд}} = \Phi / Q_{\text{г}}$$

где  $\Phi$  - стоимость основных промышленно-производственных фондов,

$Q_{\text{г}}$  - годовая проектная мощность предприятия.

# Лекция 2

## Карьеры

**Изыскания** месторождений песка, гравия, камня разделяют на три стадии:

- рекогносцировка
- поиск
- разведка

### Разработка месторождений

**Карьер** – это производственное предприятие, совокупность горных выработок для открытой разработки (реже бывают разработки подземные и подводные).

**Промышленные карьеры** - постоянно действующие, капитально оборудованные предприятия, созданные на базе мощных месторождений. Они снабжают дорожные стройки в радиусе до 1500 км. Промышленные карьеры, как правило, не подчинены дорожным хозяйствам.

**Строительные карьеры** - предприятия временного типа. Их организуют сами строительные организации. Срок эксплуатации составляет 1-3 года. Сооружения на таких карьерах временного типа, сборно-разборные и передвижные, средства механизации менее мощные, чем на промышленных карьерах.

**Притрассовые** - создают близ трассы строящейся дороги.

**Базисные** - создают на мощных притрассовых месторождениях, а также на месторождениях, удаленных от трассы.

# Технологический процесс разработки месторождения состоит из следующих работ:

- подготовительных
- вскрышных, добычных
- транспортных и погрузочно-разгрузочных
- переработка материалов (при необходимости).

**Важнейшим показателем эффективности открытых горных разработок является коэффициент вскрыши** -

отношение объема пустой породы к объему полезного ископаемого:

$$K_{\text{ср}} = V_{\text{в}} / V_{\text{п}}$$

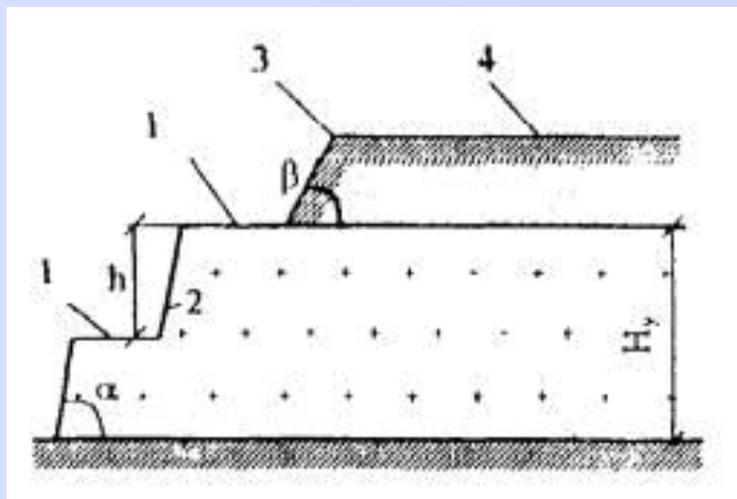
где  $V_{\text{в}}$  - объем вскрышных работ;  
 $V_{\text{п}}$  - объем полезного ископаемого.

Для выбора машин и оборудования по добыче горной породы необходимо знать характеристики полезного ископаемого (бурильность, раскалываемость, твердость, абразивность, взрываемость). Для оценки прочности пользуются классификацией профессора Протодряконова М. М.:

Категория породы	Степень крепости	Порода	Коэффициент крепости $f$
I	высшая	Плотные и вязкие кварциты и базальты	20,0
III	крепкая	Гранит, очень крепкие песчаники и известняки	10,0
V	средняя	Глинистый сланец	4,0
VII	мягкая	Глина	1,0
IX	сыпучая	Песок, мелкий гравий	0,5

Примечание:  $1 f = 100 \text{ кг/см}^2$

Извлечение полезного ископаемого производят слоями. **Уступ** – часть разрабатываемого месторождения, ограниченная горизонтальной и наклонной плоскостями. Уступ обслуживается отдельным транспортным горизонтом.



Элементы горной выработки:

1 - верхняя и нижняя площадки; 2 - откос уступа; 3 - бровка вскрыши уступа; 4 - вскрыша;  $\alpha$  - угол откоса уступа;  $\beta$  - угол откоса вскрыши;  $H_y$  - высота уступа;  $h$  - высота подступа

**Подступ** - часть уступа, разделенного горизонтальными площадками, обслуживается транспортными средствами, общими для всего уступа.

Место на уступе или подступе, где разрабатывают горную породу, называют **забоем**.

Часть уступа, предназначенная для размещения машин и оборудования, транспортирования горной породы, называется **рабочей площадкой**.

Часть уступа по длине, подготовленная для производства работ, называется **фронтом работ**.

# Буровзрывные работы

По характеру разрушения породы в шпурах или скважинах различают два способа бурения: **механический** и **термический**.

Способы механического бурения: **ударный, вращательный и ударно-вращательный**.

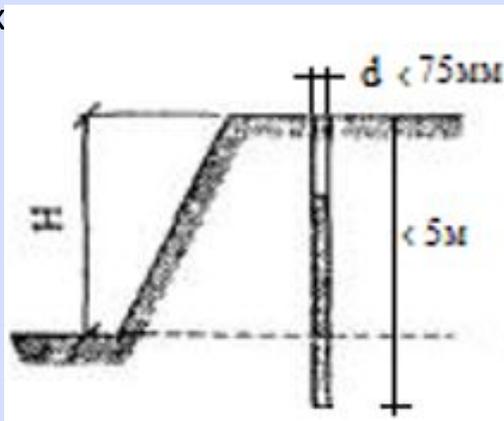
При **вращательном бурении** разрушение породы происходит за счет вращательного и поступательного движения инструмента в форме резца.

**Вращательно-ударное бурение** – сочетание двух способов. При этом срезаемая стружка имеет большую величину, чем при вращательном бурении.

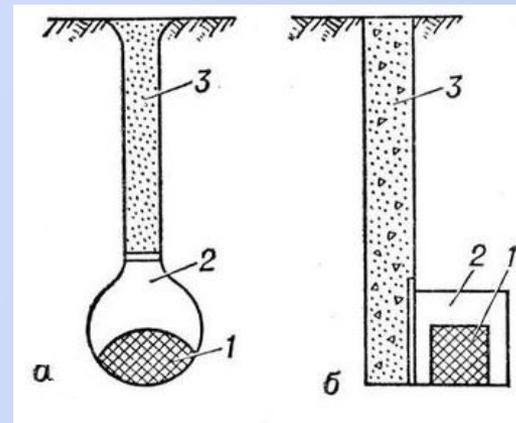
**Термическое бурение** производится главным образом в породах с кремнистым основанием. Разрушение породы происходит за счет неравномерного нагревания и изменения структуры кварца под воздействием горячих газов, образующихся при сгорании топлива.

Различают **следующие методы зарядов:**

- шпуровые
- скважинных
- котловых (шпуровых и скважинных)
- камерных
- малокамерных
- наружных



Шпуровое зарядное устройство



а — котловый; б — камерный; 1 — взрывчатое вещество; 2 — воздушный промежуток; 3 — забой

## Вторичное дробление

К негабаритным кускам относят такие, которые по своим размерам превышают технологическое оборудование.

- по вместимости ковша экскаватора ( $q_э$ , м)

$$L_r = 0,5^3 \sqrt{q_э}$$

- по ширине ленты конвейера (В, мм)

$$L_r = 0,5B + 200 \text{ мм}$$

- по размеру загрузочного отверстия (А, мм) дробилки

$$L_r = (0,8 \dots 0,85)A$$

Дробление негабарита производится механическим способом (падающий груз со стрелы крана (экскаватора) и т.п.) или взрывным способом накладным и или шпуровыми зарядами.

Для нормальных условий производства погрузочных работ необходимо обеспечить достаточные габариты рабочей площадки, которая должна включать ширину экскаваторной заходки, проезжую часть для автосамосвалов, обочины с нагорной и низовой стороны.

Наибольшую ширину проходки экскаватора принимают равной 1,5...1,7 радиуса черпания (прямая лопата). Для бесперебойной работы экскаватора необходимо иметь запас разрыхленной породы на 10 суток работы.

**Расчетное количество экскаваторов принимают по формуле:**

$$N_э = \frac{ПK_H}{П_эK_U}$$

где П- среднекалендарная выработка карьера по сырью в смену

$K_H$  – коэффициент неравномерности подачи транспорта по погрузку, равный 1,1

$П_э$  - производительность экскаватора

$K_U$  – коэффициент использования экскаватора

# Разработка месторождений обломочных горных пород

Залежи обломочных горных пород, состоящие из смеси песка более 50 %, гравия и валунов, называют **песчано-гравийными месторождениями**. При содержании песка в смеси менее 50 % месторождения называют **гравийно-песчаными**.

Разработку и погрузку смеси в необводненных карьерах производят **экскаваторами, погрузчиками с транспортированием автомобилями-самосвалами**. **Добычу** песчано-гравийной смеси с **помощью гидромониторов** можно производить при разработке необводненных карьеров и наличии источников воды и электроэнергии. В обводненных карьерах используют также применяют **драглайны**.

Различают **сезонный** и **круглогодичный** режимы работы.

При **сезонном режиме работы** подготовка состоит в осушении и водоотливе. При глубине разработки до 15м осушение - дренажными канавами. При большей глубине - водопонижающие скважины, оборудованные погружными насосами.

В **зимнее время** происходит **промерзание породы**. Промерзший верхний слой пород образует козырьки, которые необходимо сбить во избежание несчастных случаев. Предохранение породы от промерзания можно производить путем создания искусственного снегового покрова (1...1,5м), вспашкой поверхности на глубину до 50см, укрытием месторождения теплоизоляционными материалами (солома, листва, мох, шлак, опилки).

## ***Карьерный транспорт***

При небольшой мощности карьера и небольших расстояниях транспортирования более целесообразен автомобильный транспорт: **автомобили-самосвалы, самоходные землевозы**.

**Преимущества** автотранспорта – оперативность, быстрая переброска автомобилей от одного экскаватора к другому. **Недостатки** – большие затраты, зависимость работы от климатических условий, плохая проходимость в слабых породах. Требуется устройство дорог.

При дальности перевозки горной массы на расстояние до 1 км оказывается выгодным **конвейерный транспорт**. Возможны комбинация всех видов транспорта, которая в ряде случаев обеспечивает более дешевую доставку горной массы на КДЗ или на железную дорогу.

# Техника безопасности. Охран природы

Перед началом взрывных работ устанавливают границы опасной зоны, которые отмечают условными знаками. На границе во время взрывных работ выставляют охрану.

**При взрывных работах в светлое время суток** обязательна подача звуковых сигналов, **в темное** – звуковых и световых.

**Для ликвидации шпуровых зарядов** параллельно бурят шпуры на расстоянии 30 см, для ликвидации скважинных зарядов на расстоянии 3 м от отказа и последующим взрыванием. **Скважинные заряды можно ликвидировать** также разработкой породы в месте нахождения скважины и его извлечением. Работы по ликвидации отказов производят под руководством лиц технадзора.

**Для предохранения людей от поражения кусками породы или воздушной ударной волной** во время взрывных работ высоту укрытия (блиндажей) принимают не менее 1,8 м, толщину деревянного перекрытия не менее 15 см.

## ***Рекультивация земель***

Состав работ по рекультивации:

- доставка плодородного слоя почвы на всю площадь, занимавшую предприятием
- планировку почвы с целью образования удобного рельефа.

Различают рекультивацию: ***гидротехническую и биологическую.***

# Лекция 3

## Камнедробильные заводы

Процессы переработки состоят из:

- *дробления*
- *сортировки*
- *промывки*
- *обогащения щебня, гравия, песка*

**Сортировка** - разделение продуктов переработки по крупности на грохотах.

**Промывку** щебня и гравия осуществляют с целью удаления комковой глины, пылеватых и глинистых частиц. Промывку можно производить на грохотах или в моечных машинах.

**Классификацию и обогащение** песков применяют до доведения зернового состава до требований государственных стандартов. Эти операции выполняются в гидроклассификаторах и гидроциклонах.

**Обогащение** щебня и гравия по прочности осуществляют в осадочных машинах, механических классификаторах, установках для обогащения в тяжелых средах.

**Обогащение** щебня по форме зерен предназначено для получения щебня кубовидной формы. Эту операцию осуществляют избирательной сортировкой на щелевидных ситах, грануляцией щебня в роторных дробилках ударного действия и в барабанах-грануляторах.

Номенклатура продукции ДКЗ

- щебень фракций 5(3)-10, 10-20, 20-40 и 40-70мм
- дробленый обогащенный песок 0,15-5мм и отходы менее 0,15мм

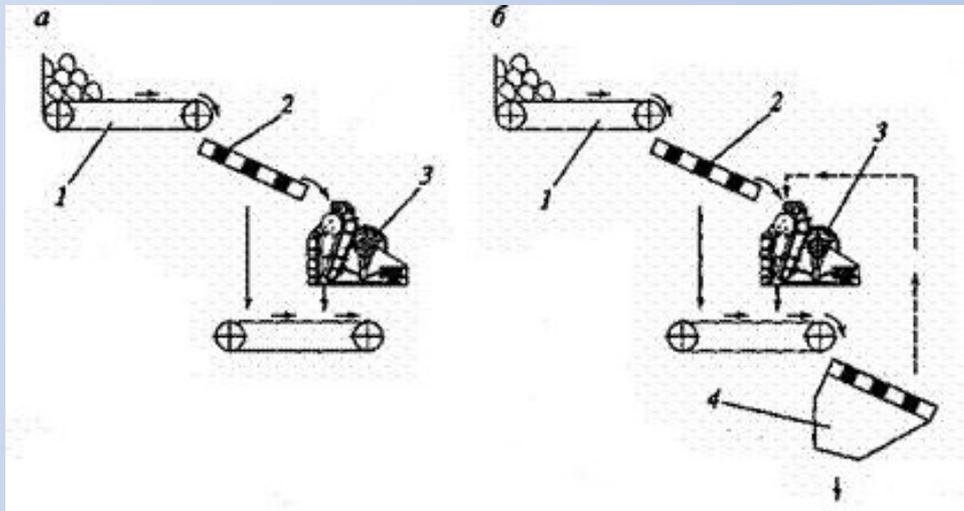
# Классификация камнедробильных заводов

- по объему выпускаемой продукции (мощности)

- малой (50-100 тыс. м<sup>3</sup> в год) производительности
- средней (100-250 тыс. м<sup>3</sup> в год)
- большой (более 250 тыс. м<sup>3</sup> в год)

- по схеме технологического процесса:

- КДЗ открытого цикла (материал проходит через дробильную машину только один раз)
- КДЗ замкнутого цикла (крупные фракции после сортировки возвращаются на повторное дробление)



Схемы циклов дробления:

а — открытый цикл; б — закрытый цикл; 1 — питатель пластинчатый; 2,4 — грохоты; 3 — дробилка

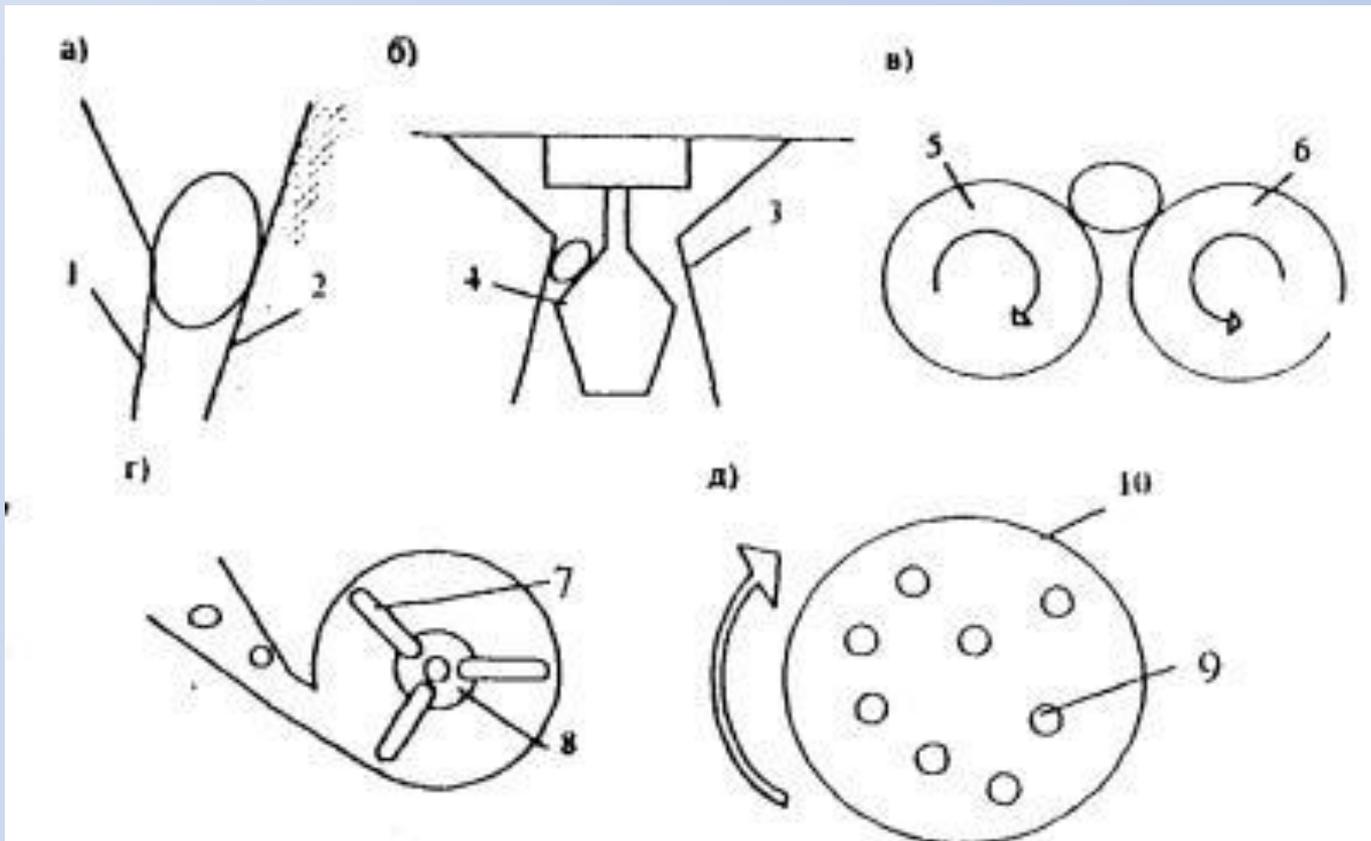
- по расположению к рельефу местности:

- горизонтальная компоновка оборудования
- вертикальная



## Машины для дробления и измельчения разделяют на 5 классов:

- щековые (а)
- конусные (б)
- валковые (в)
- роторные ударно-молотковые (г- молотковая дробилка)
- барабанные мельницы (д- шаровая мельница)



1 - подвижная плита; 2 - неподвижная плита; 3 - подвижный конус; 4 - неподвижный конус; 5,6 - валки; 7 - молотки; 8 - ротор; 9 - металлические шары (стержни); 10 - вращающийся барабан

**Сортировка** - разделение на классы по крупности. В зависимости от назначения различают:

- подготовительную
- классификационную
- контрольную
- избирательную

**Грохоты** разделяются:

- плоские и
- барабанные (цилиндрические и конические)

**Плоские** грохоты:

- неподвижные (колосниковые решетки, перекрывающие бункера)
- подвижные (колосниковые качающиеся и инерционные)

Отношение количества материала, прошедшего сита, к количеству материала данной крупности содержащегося в исходном продукте, называется **эффективностью грохочения**:

$$\varepsilon_r = \frac{Q - q_0 \cdot (100 - Q)}{Q} \cdot 100$$

где  $Q$  – содержание зерен нижнего класса в исходном материале, %

$q_0$  – относительное содержание зерен нижнего класса, оставшихся после сортировки в верхнем классе.

Для **промывки** применяют машины:

- барабанные – скрубберы, цилиндрические гравиемойки, гравиемойки-сортировки, грохоты и драги
- вибрационные – вибромойки и вибрационные плоские грохоты
- корытные – наклонные и горизонтальные.

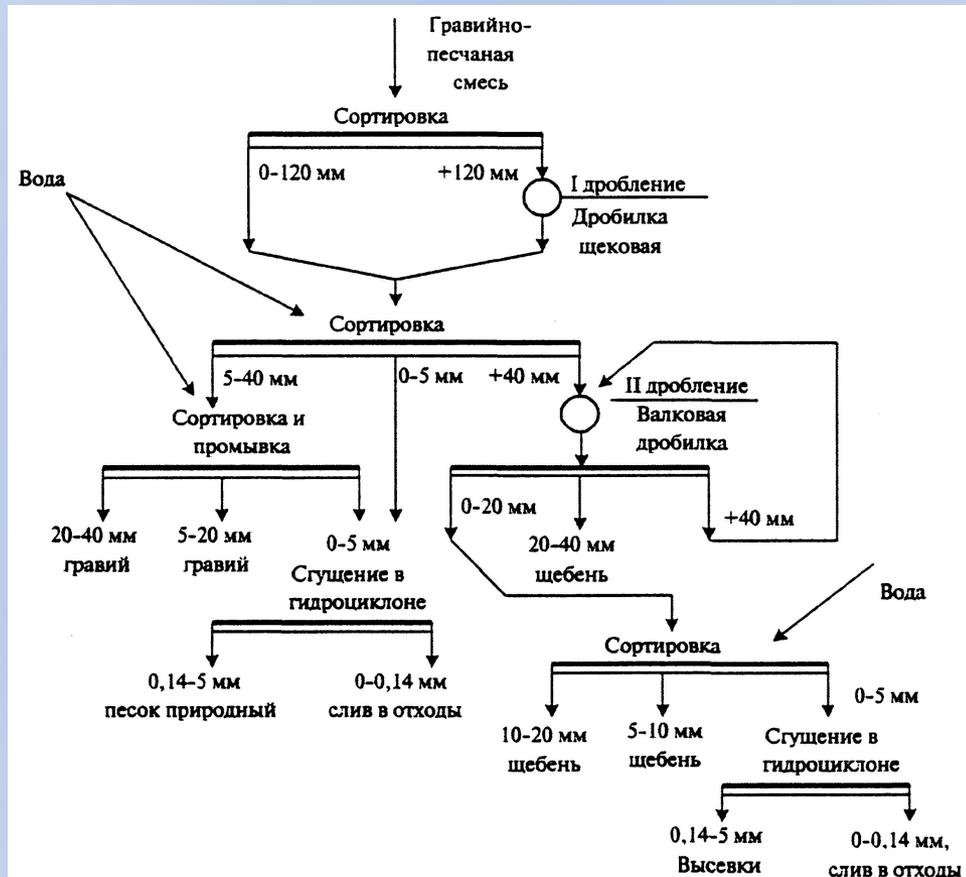
**Эффективность промывки:**

$$E_o = \frac{\alpha_{исх} - \alpha_{пр}}{\alpha_{исх}}$$

где  $\alpha_{исх}$ ,  $\alpha_{пр}$  - содержание комовой глины и глинистых частиц, определяемых отмучиванием в исходном и промытом продукте

# Переработка гравийно-песчаных материалов

Технологическая схема переработки гравийно-песчаной смеси



По промываемости загрязняющих примесей исходную гравийно-песчаную массу можно подразделить на **две категории**:

- легкопромываемую
- труднопромываемую.

# Производство минерального порошка для асфальтобетона

**Минеральный порошок** - материал тонкого помола, приготовленный измельчением известняков, доломитов и других карбонатных пород (минеральный порошок удовлетворяет требованиям, если частиц мельче 0,071 мм, % по массе составляет более 80%).

Различают :

- **активированные**
- **неактивированные**

Для активации при измельчении пород вводят смесь битума и ПАВ. Активированные порошки обладают гидрофобными свойствами, пониженной пористостью ( $\leq 28\%$  объема) и пониженной битумоемкостью – не более 45 г/ 100 см<sup>3</sup> объема.

**Технология** приготовления минерального порошка может быть:

- цикличная
- непрерывная

# Контроль качества. Охрана труда

На КДЗ контроль качества включает:

- **Ежедневно** - определение зернового состава; содержание пылевидных, глинистых и илистых частиц, содержание зерен слабых пород, пластинчатой к лещадной форме
- **1 раз в квартал** - прочность и плотность щебня
- **1 раз в год** - морозостойкость щебня

## Охрана труда

Врагом номер один на КДЗ является **пыль**, а номер два – **шум**.

Для снижения **шума** устраивают звукоизолирующие укрытия и ограждения мест образования шума.

На стационарных заводах высаживают вокруг шумных цехов густые зеленые зоны.

Для личных средств защиты против шума – наушники, акустические фильтры.

Уровень шума строго контролируется.

**Пыль** (размером 10-15 мкм) вредно действует на органы дыхания, оседает в легких, вызывает болезни (силикоз). В связи с этим строго контролируется содержание кремнезема в воздухе.

Мероприятия по предотвращению пыли:

- герметизация оборудования
- устройство аспирируемых (вентиляция, когда вместе с удаляемым газом уносятся мелкие частицы, вредные при вдыхании для человека) укрытий
- введение мокрых процессов
- минимизация числа перегрузок
- применение закрытых герметичных течек

Эффективной мерой защиты окружающей среды от пыли является озеленение территории завода посадкой деревьев, кустарников.

# Лекция 4

## Базы битумных материалов

Различают:

- базы **централизованного снабжения** вяжущими крупных узлов строящихся дорог
- **приобъектные**, обслуживающие одну автомобильную дорогу или ее отдельные участки

Кроме битумных баз, на АБЗ или заводах дорожных эмульсий организуют **битумные цехи**.

По способу доставки вяжущего различают:

- **прирельсовые** с доставкой на базу вяжущего железнодорожным транспортом;
- **прибрежные**, расположенные вблизи судоходных рек;
- **притрассовые** с доставкой на базу вяжущего автобитумовозами.

### **Доставка битума:**

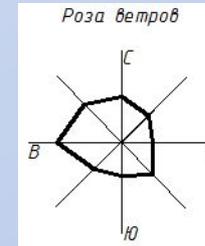
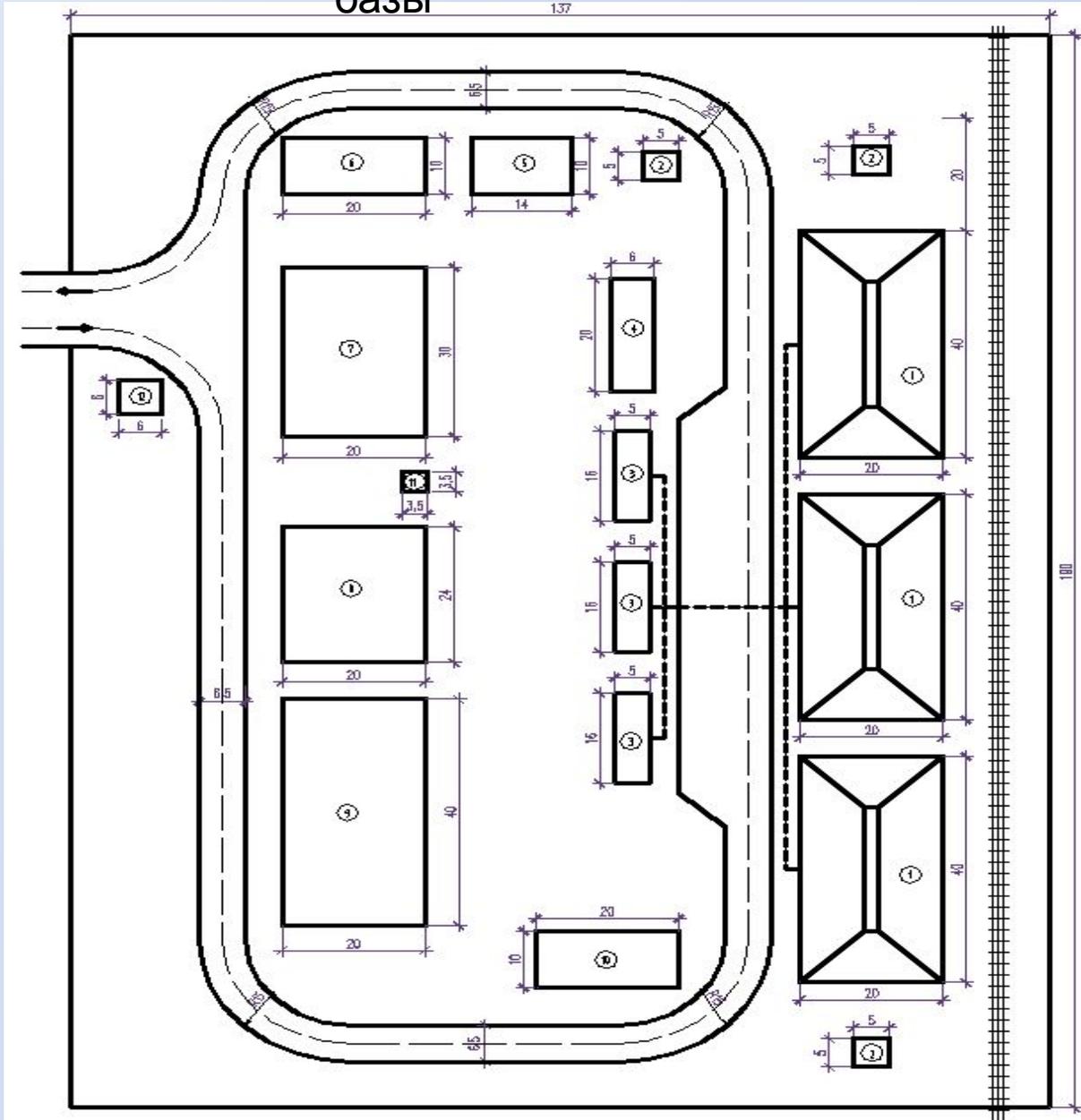
Битум от нефтеперерабатывающих заводов доставляют на базы в железнодорожных цистернах - термосах емкостью 50, 60 и 80 т, бункерных полувагонах емкостью 40...60 т, в автобитумовозах грузоподъемностью 7, 14, 20, 40 т и более.

Все виды транспортных средств имеют теплоизоляцию или устройство для разогрева битума (паром, электричеством и др.).

При разгрузке бункер полувагона опрокидывают на широкий лоток, по которому скатывается ком битума или стекает (в зависимости от степени нагрева).

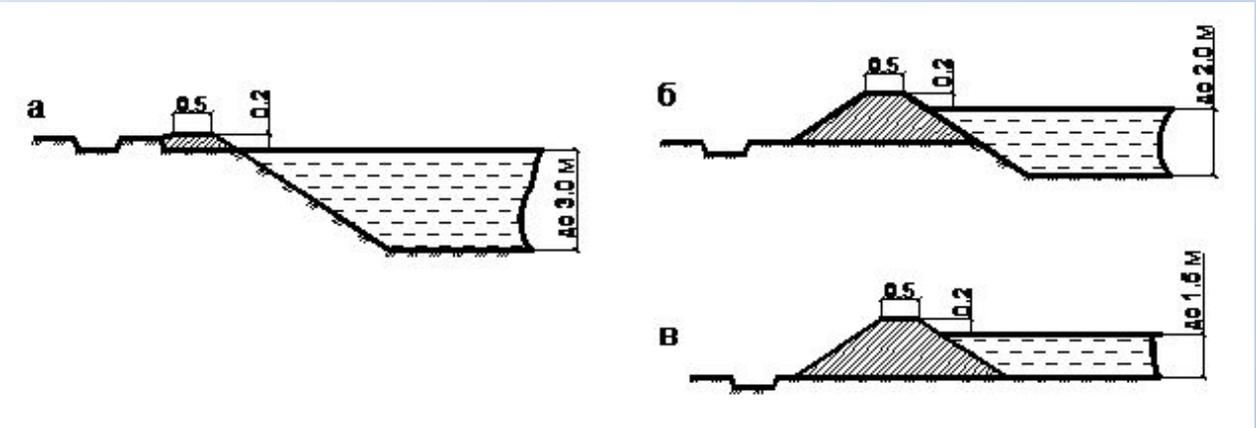
Из автобитумовозов битум сливают самотеком через патрубок по гибкому шлангу или перекачивают насосом в **битумохранилище**

# Пример компоновки генерального плана битумной базы

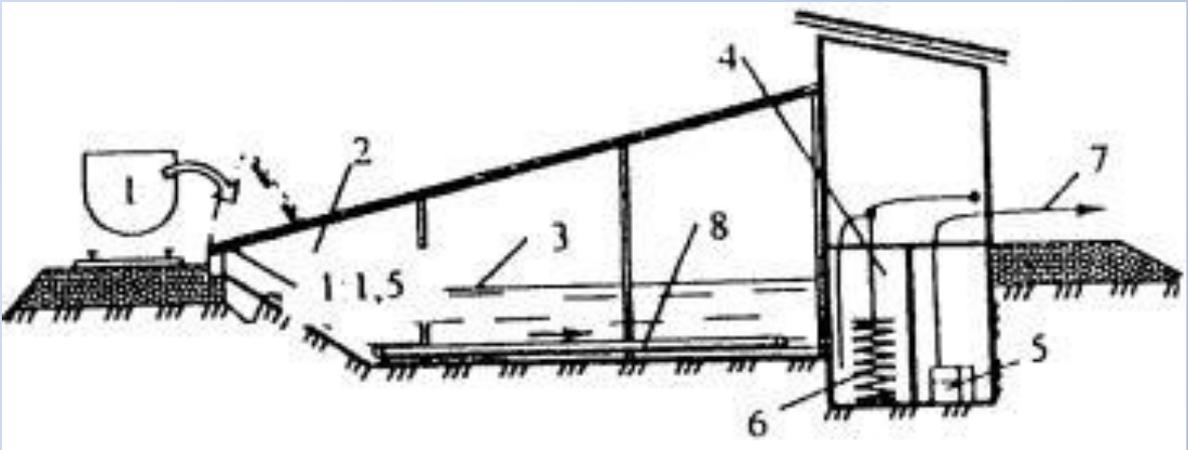


- 1 - секции битумохранилища;
- 2 - пожарный резервуар;
- 3 - битумоплавильная установка;
- 4 - расходная емкость битума;
- 5 - парокотельная и душ;
- 6 - трансформаторная подстанция;
- 7 - администрация;
- 8 - лаборатория;
- 9 - материально-технический склад;
- бытовые помещения;
- 10 - ремонтно-механическая мастерская;
- 11 - туалет; 12 - пункт охраны

**Битумохранилища** бывают:



Битумохранилища: а — ямное, б — полуямное, в — наземное



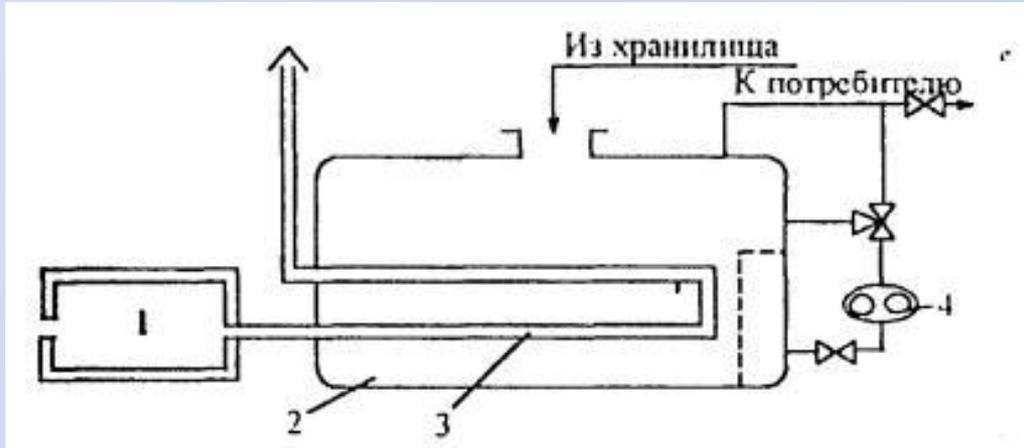
**Битумохранилище пояуямного типа:**

1 - железнодорожный бункер; 2 - лоток для стока битума; 3 - битум в битумохранилище, 4 - приямок; 5 - битумный насос; 6 - нагреватель приямка, 7 - битумопровод; 8 - регистры

**В битуме**, поступающем с завода, допускается **содержание влаги до 2,5 %**. Однако это выдерживается редко и содержание влаги может достигать 10..15% .

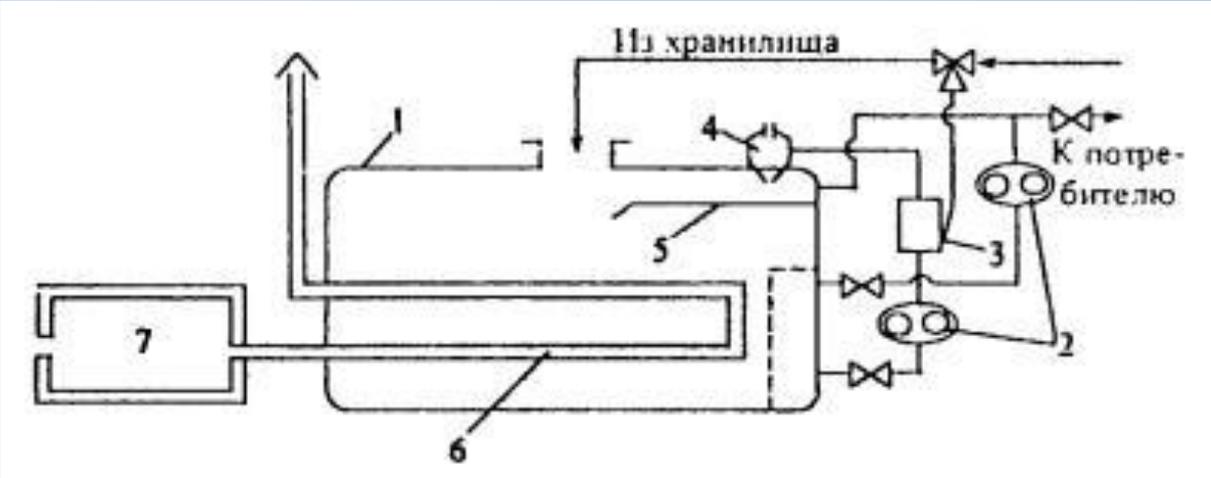
Для обезвоживания и нагрева его до рабочей температуры 150...170°C применяют специальные установки.

**Битумонагревательное оборудование:**



**Битумоплавильный агрегат циклического действия:**

1 - топка в сборе; 2 - котел; 3 - жаровые трубы; 4 - насос



**Битумоплавильный агрегат непрерывного действия:**

1 - котёл; 2 - насос; 3 - теплообменник; 4 - пароотделитель; 5 - лоток испарительной камеры; 6 - жаровые трубы; 7 - топка

# Приготовление битумных эмульсий

**Анионные эмульсии** в качестве эмульгатора содержат мыла высокомолекулярных соединений органических кислот: асидолы, мылонафты, сульфатное мыло и др. Количество эмульгатора от 1 до 4,5 % от массы битума.

**Катионные** - органические азотосодержащие соединения: амины, соли аммония от 1 до 4 % вводят в воду или битум, а соляную кислоту вводят только в воду.

По структуре эмульсии делят на:

- **прямые** (в прямых эмульсиях битум равномерно распределен в виде мельчайших капель, окруженных слоем эмульгатора)
- **обратные** (вода равномерно распределена в битуме в виде мельчайших капель, стабилизированных слоем эмульгатора)

По скорости распада эмульсии при взаимодействии с каменным материалом обычно выделяют три класса эмульсий: **быстро-, средне-, медленнораспадающиеся.**

Для диспергирования жидкости применяют: **гомогенизаторы; лопастные и шнеколопастные смесители; акустические диспергаторы.**

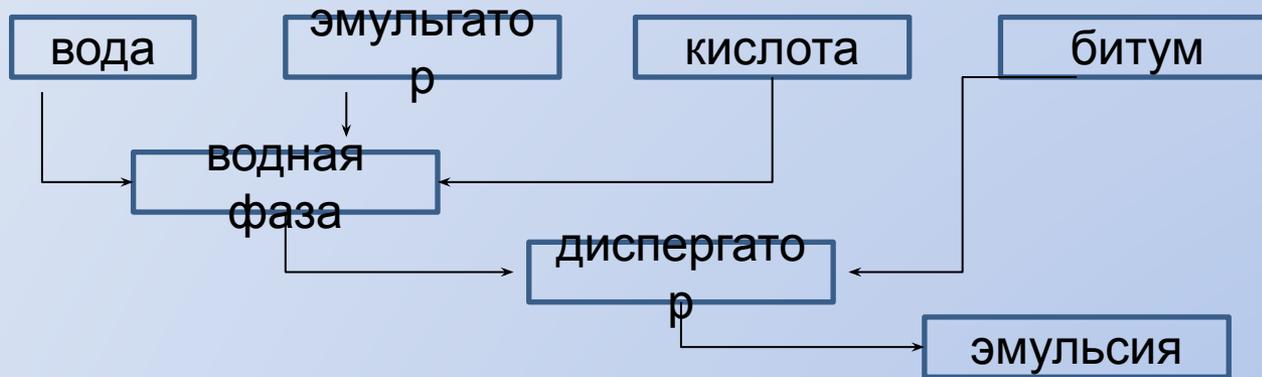
Современные эмульсионные установки оснащаются так называемыми **коллоидными мельницами.**

**В лопастных мешалках** (смесителях) готовят прямые высококонцентрированные и обратные эмульсии.

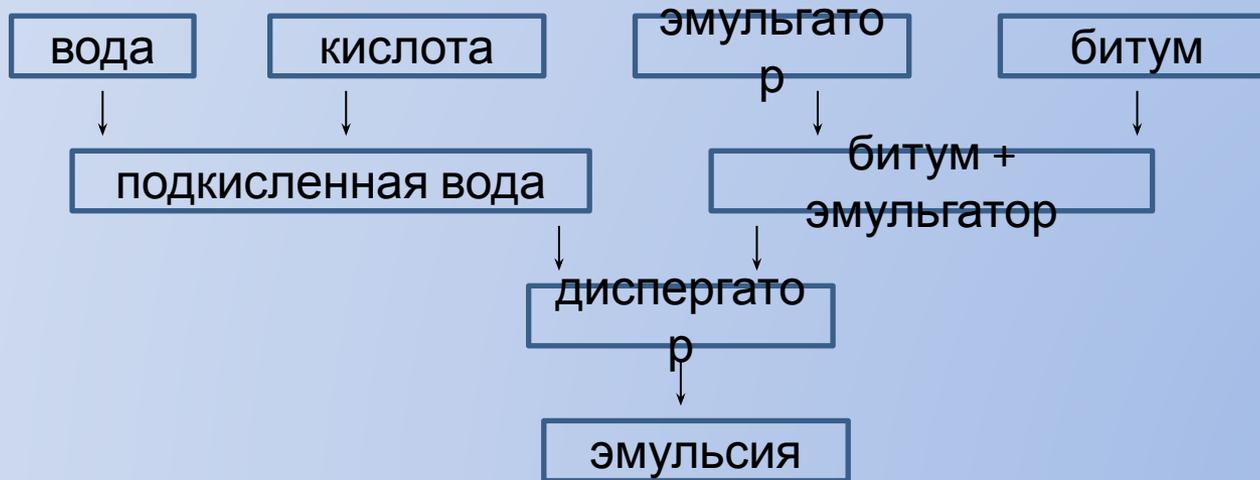
Приготовление эмульсии с помощью **акустического диспергатора.** Смесь воды, эмульгатора и битума пропускают с большой скоростью через сопло, имеющее впереди вибратор - нож. Акустический способ прост и качество эмульсии хорошее.

Приготовление эмульсий возможно по двум схемам:

*с введением эмульгатора в воду (I)*



или *в битум*  
(II)



# Приготовление битумных паст и шламов

**Приготовление паст** производят на АБЗ или битумных базах.

В качестве **вяжущего** используют дорожные битумы, в качестве твердого эмульгатора тонкодисперсные материалы (более 60 % частиц < 0,071 мм)

**Состав пасты:** 30-64% битума, 8-35% эмульгатора и 25-35 % воды.

**Технологический процесс** включает операции:

1. Подача в смеситель порошкообразного эмульгатора (известь – пушонка, дефекаат – отходы сахарного производства)
2. Подача в смеситель воды при  $t = 60..80^{\circ}\text{C}$  из расчета 30...50% от требуемого количества.
3. Смешение эмульгатора с водой до получения тестообразной массы.
4. Подача в смеситель битума при  $t = 120..180^{\circ}\text{C}$  и смешивание его с тестообразной массой, в процессе которого добавляют оставшуюся воду.
5. Выгрузка готовой пасты.

Для **получения шлама** в пасту добавляют природный или дробленый песок (размер зерен не более 5 мм)

## **Охрана труда на битумных и эмульсионных базах**

Битумохранилища, установки для нагрева битума, приготовления эмульсий размещают с учетом господствующего ветра.

Битумы, дегти и др. вызывают раздражение и заболевание кожи, особенно при действии солнечной радиации. Загрузку и выгрузку производят ночью.

Во время нагрева котлы закрывают крышками.

Эмульгаторы, едкий натрий хранят в металлических герметичных бочках. Соляную кислоту хранят в стеклянных бутылках.

Спецодежда – х/б костюмы с кислотоупорной пропиткой, резиновые перчатки, резиновые сапоги и перчатки. Должен быть душ с теплой водой.

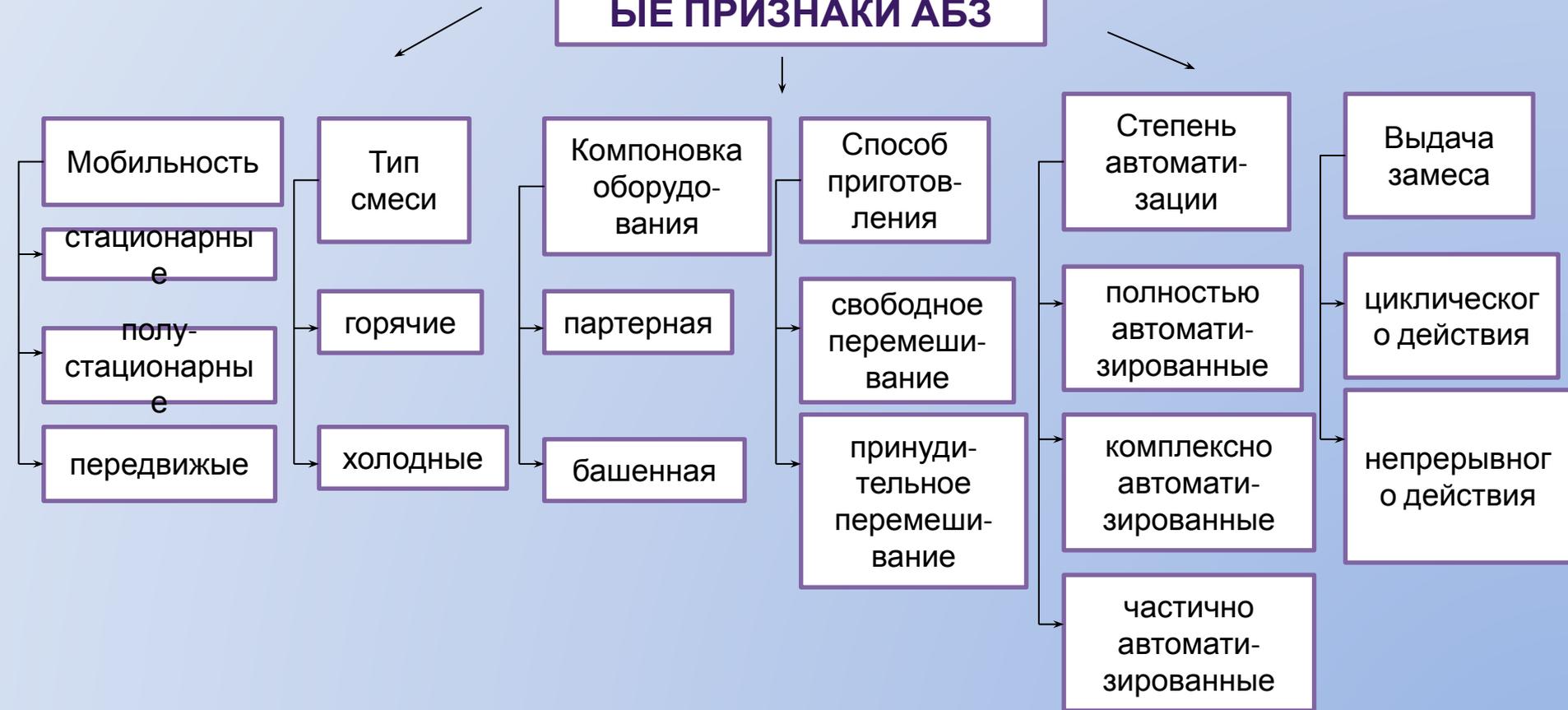
Прямая эмульсия смывается водой, обратная бензином, керосином.

Во избежание самовозгорания битума нельзя превышать допустимую температуру его нагрева. Ремонт и чистку котлов разрешается производить только после их отмывания.

# Лекция 5

## Асфальтобетонные заводы

### КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ АБЗ



По принципу работы технологического оборудования АБЗ смесители подразделяются на две категории: **циклического и непрерывного действия.**

По мощности асфальтосмесительных установок АБЗ подразделяются на следующие типы: **малой производительности - до 25 т/ч, средней 25-50 т/ч, большой 50-100 т/ч, сверхмощные 200-400 т/ч.**

**При выборе расположения АБЗ учитывают:**

- потребность смеси
- сроки строительства дороги
- рельеф местности
- расположение баз и источников снабжения материалами, железнодорожных станций, подъездных путей
- расположение производственных и жилых объектов
- возможность получения воды, электроэнергии
- время доставки смеси от завода до дороги (при температуре воздуха +10°С время транспортирования горячих смесей не должно быть более 1,5 ч).

**Оптимальный вариант размещения АБЗ определяется по стоимости 1 т смеси на месте укладки:**

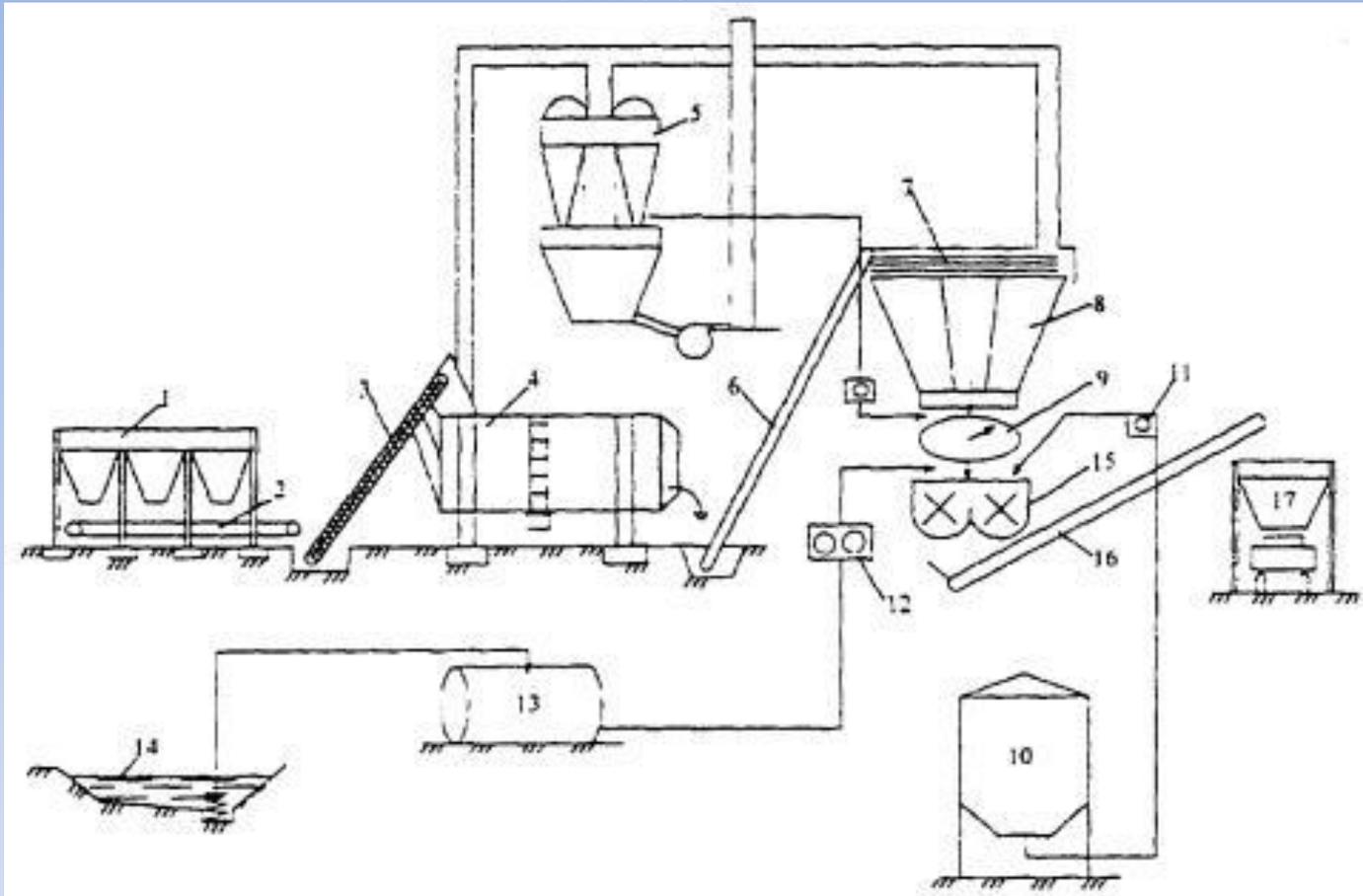
$$\Sigma C = C_1 + C_2 + C_3$$

где  $C_1$  – стоимость сырьевых материалов с учетом их перевозки от поставщиков до АБЗ на 1 т смеси;

$C_2$  – стоимость приготовления 1т смеси на АБЗ (не зависит от места расположения завода);

$C_3$  – стоимость доставки 1т смеси на дорогу к месту укладки.

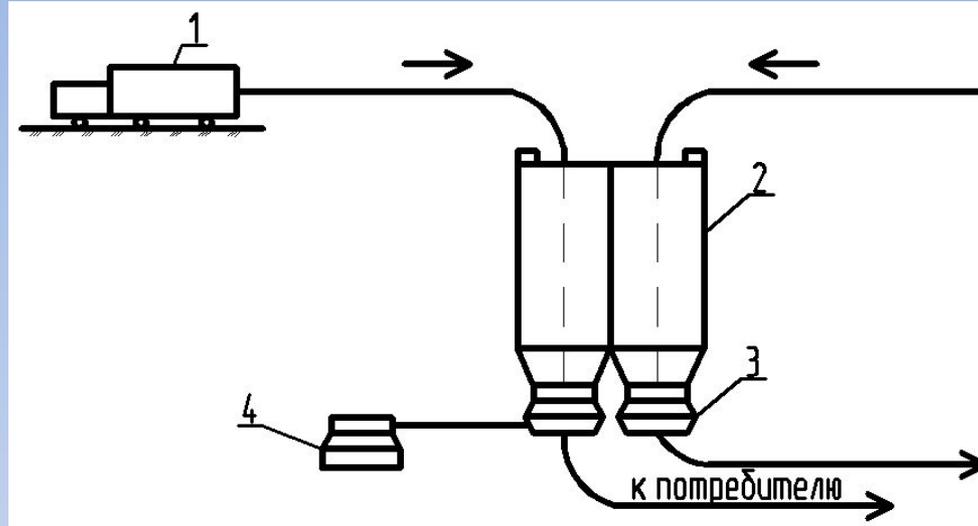
# Технология приготовления асфальтобетонной смеси



1 - агрегат питания; 2 - ленточный транспортер; 3 - холодный ковшовый элеватор; 4 - сушильный барабан; 5 - агрегат пылеулавливания; 6 - горячий ковшовый элеватор; 7 - плоский грохот; 8 - бункер с отсеками; 9 - дозатор для песка, щебня; 10 - склад минерального порошка; 11 - дозатор минерального порошка; 12 - дозатор битума; 13 - битумный котёл; 14 - битумохранилище; 15 - мешалка; 16 - скиповый подъёмник; 17 - накопитель

## Склады на АБЗ

### *Минеральный порошок:*



### Схема загрузки силосов:

1- автоцементовоз; 2 – силос; 3- камерный насос, 4 - компрессор

### *Битумный цех:*

На АБЗ обязательны хранилища или резервуары для вяжущего, устройства для его подогрева до рабочей температуры. Суммарный объем цистерн зависит от расхода вяжущего и условий его поставки на АБЗ. Хранение вяжущего, его обезвоживание и подачу по трубам осуществляют так же, как на битумной базе.

# Склады минеральных материалов

Годовую мощность АБЗ определяют объемом работ по строительству асфальтобетонных покрытий:

$$Q_z = [\alpha \cdot F_n \cdot h_n \cdot \gamma_n + F_v \cdot h_v \cdot \gamma_v + Q_{зим}] k_{II}$$

- где  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий количество смеси, необходимой для выравнивания основания;  
 $F_n, F_v$  - площадь укладки смеси в нижний и верхний слои, м<sup>2</sup>;  
 $h_n, h_v$  - толщины нижнего и верхнего слоев, м;  
 $\gamma_n, \gamma_v$  - плотности нижнего и верхнего слоев в уплотненном состоянии, т/м<sup>3</sup>;  
 $Q_{зим}$  - объем зимней продукции, т;  
 $k_{II}$  - коэффициент, учитывающий потери смеси при транспортировании.

**Запасы материалов на складах должны обеспечивать бесперебойную работу АБЗ независимо от сбоев в снабжении, отсутствия транспортных средств :**

$$z_c = \frac{Q_{пл} \cdot n_z}{T_{пл} \cdot K_{нп} \cdot K_{нм}}$$

- где  $Q_{пл}$  - количество материала, необходимое для выпуска смеси на планируемый период  $Q_{пл} = Q_r \cdot P_i / 100$   
где  $P_i$  - процентное содержание материала в асфальтобетонной смеси;  
 $n_{зап}$  - норма запаса исходного материала на складе, дни;  
 $T_{пл}$  - продолжительность планируемого периода выпуска смеси, дни;  
 $K_{нп}$  - коэффициент неравномерного поступления материалов  
 $K_{нм}$  - коэффициент неравномерного потребления материалов ( $K_{нм} = 1,5$ ).

**Площадь штабельного склада:**

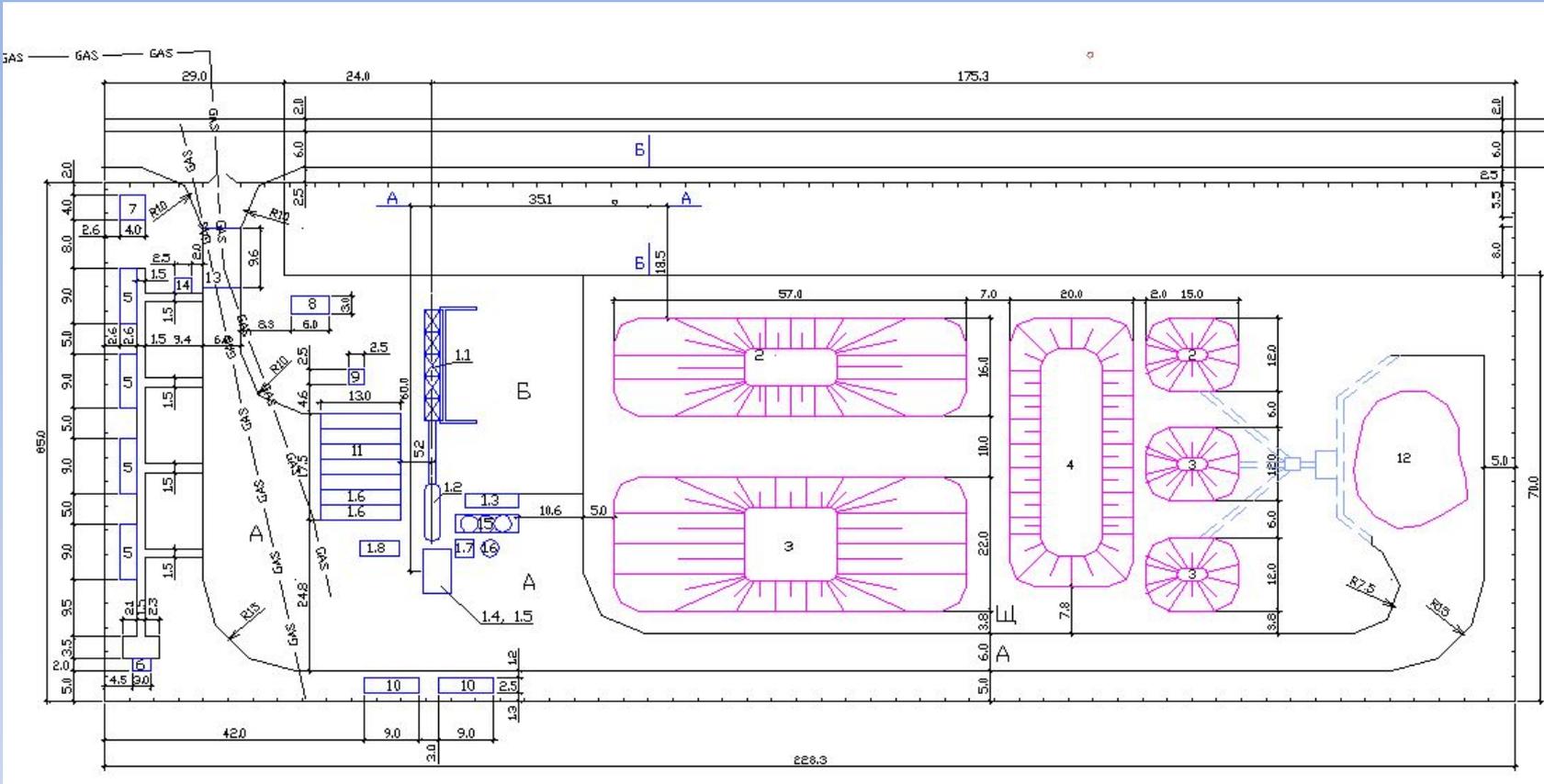
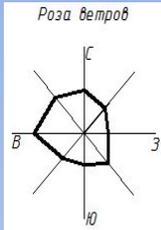
$$F = z_c / K_{уд} \cdot K_{п}$$

- $z_c$  - запасы щебня или песка на складе, м<sup>3</sup>,  
 $K_{уд}$  - норма складирования материала на 1 м<sup>2</sup> полезной площади склада;  
 $K_{п}$  - коэффициент использования площади склада ( $K_{п} = 0,5..0,8$ ).

**Вместимость складов бункерного типа:**  $V_{б} = (h \cdot b \cdot b^2 \cdot tg\alpha / 4) \cdot l$

- $h$  - высота бункера, м;  
 $b$  - ширина бункера, м;  
 $\alpha$  - угол наклона днища бункера к горизонту (30...50°);  
 $l$  - длина бункера, м.

# Пример компоновки генерального плана асфальтобетонного

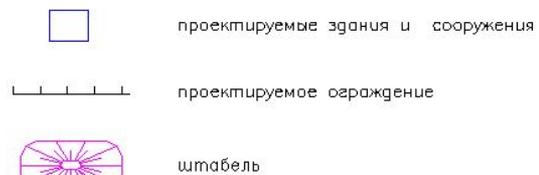


## ЭКСПЛИКАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

N	Наименование	Площадь	Примечание
1	Комплекс обеспечения по приготовлению асфальто-бетонной смеси производительность 160т/час в составе	16450	Оборудование
1.1	Предварительное дозирование		и тх жиро
1.2	Система ошши и нагрева		"ANNAN"
1.3	Пилезавлаживающая зотановка		
1.4	Спецительная ванна, горячий элеватор		
1.5	Система складирования и отгрузки а/б смеси		
1.6	Система обеспечения выжидии		
1.7	Система обеспечения наполнителем		
1.8	Система микропроцессорного управления		

N	Наименование	Площадь	Примечание
2	Склад фракционного щебня 5-20 мм	922,00	
3	Склад фракционного щебня 5-10 мм	1265,00	
4	Склад песка	666,00	
5	Бытовые помещения (инвентарные здания) заводского изготовления из ЛНО	120,0	
6	Тюалет на 2 очка	6,0	
7	Канализационный резервуар елк. 10м³	25,0	
8	Газорегулирующий пункт	15,0	
9	Комплектная трансформаторная электростанция мощность 630 кВт	16,0	
10	Похорная ёмкость 100 м³	80,0	2 этажа по 90 м²
11	Витязиранилище из неталических ёмкостей по 50т каждая себери, ёмкость 250 т	2500	
12	Дробильно-сортировочный узел	27000	
13	Весовая		
14	КПП		
15	Склад минерального порошка	30,0	
16	Склад стабилизирующей древесины	10,0	

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ИЗОБРАЖЕНИЯ

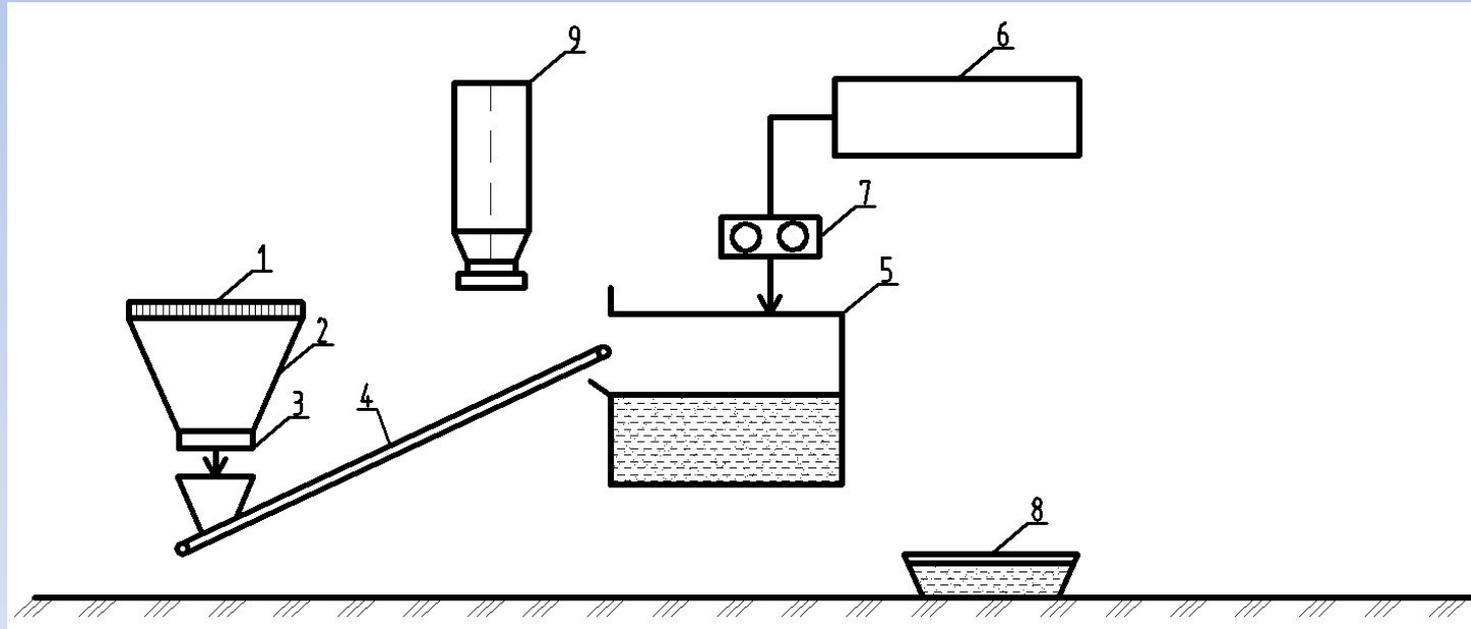


# Базы по обработке грунтов вяжущими

Для укрепления грунтов вяжущими организуют **базы**, как правило, **передвижные** или **легко перебазированные** базы.

Грунт, обработанный в установке, имеет лучшее качество, чем при обработке фрезами на дороге. Производительность установок (типа ДС-50) от 100 до 400 т/ч. На этой установке можно проводить обработку малосвязных грунтов не только битумом, но и неорганическими вяжущими (цементом, известью). Укрепленный грунт на дорогу вывозят автомобилями-самосвалами.

## Технологическая схема приготовления укрепленного грунта



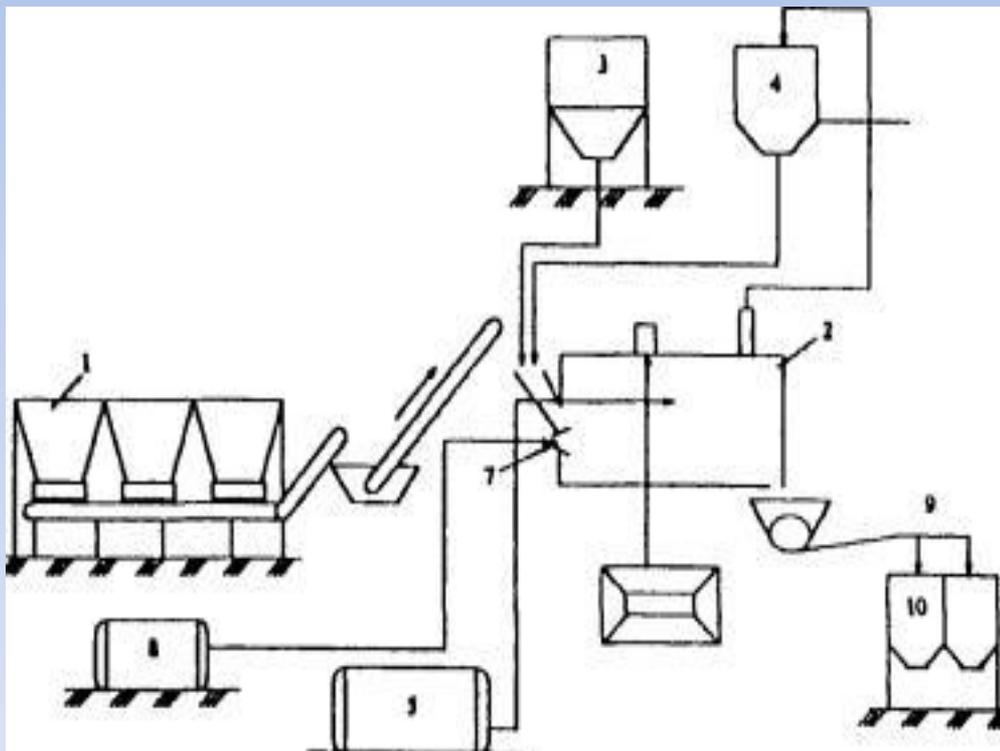
1 – колосниковая решетка; 2 – бункер; 3 – дозатор; 4 – скиповый подъемник; 5 – лопастной смеситель; 6 – цистерна с обезвоженным битумом; 7 – шестеренчатый насос; 8 – бункер готовой смеси; 9 – расходный бункер цемента.

# Переработка старого асфальтобетона

Для регенерации асфальтобетона используют оборудование двух типов:

- существующие асфальтобетонные установки с дополнительным оборудованием
- специальные установки

## Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси с использованием старого асфальта



1 – агрегат питания; 2 – барабан; 3 – склад минерального порошка; 4 – емкость уловленной пыли; 5 – емкость для битума; 6 – склад старого асфальта; 7 – скиповый подъемник; 8 – накопительный бункер готовой смеси.

## **Охрана труда**

1. Рабочие не моложе 18 лет. Допускаются к работе только после инструктажа.
2. Во избежание попадания горячего битума на руки и лицо рабочего разрешается работать только в рукавицах, защитных очках, комбинезонах и т.п.
3. На АБЗ должен быть горячий душ, гардероб.
4. Перед пуском асфальтосмесительной установки производят тщательный осмотр топки, форсунок топливопровода.
5. Соблюдать правила при разжигании форсунок и эксплуатации топки. При зажигании форсунки сначала открывают вентиль подачи пара (сжатого воздуха), затем вентиль подачи топлива. При прекращении работы поступают в обратном порядке. В начале работы при холодном сушильном барабане имеется опасность выброса горячих газов в сторону топки.
6. Очистку и ремонт машин производят только с выключенными двигателями, а сушильного барабана – только остывшего.

## **Противопожарная безопасность**

- при размещении цехов, складов и т.д. необходимо устраивать противопожарные разрывы;
- сеть заводских дорог должна обеспечивать подъезды к любому цеху, складу и пожарным кранам;
- должен быть в наличии противопожарный инвентарь;
- из числа рабочих и служащих создается пожарная дружина;
- на АБЗ обязательно должна быть телефонная связь.

Пожароопасными являются: битумохранилище, установка для обезвоживания и нагрева битума, склад топлива, масел и ПАВ.

## **Охрана природы**

Для снижения токсичности дымовых газов целесообразно вместо жидкого топлива (мазут, соляровое масло) использовать природный газ. При этом содержание окиси углерода в отходящих газах снижается в несколько раз.

Эффективным мероприятием является замена двигателей внутреннего сгорания электродвигателями.

Применяют разные способы предотвращения загрязнения атмосферы:

- совершенствование технологии производства;
- оснащение современным оборудованием;
- применение эффективных пылеулавливающих установок;
- сохранение, создание и развитие зеленых насаждений.

# Лекция 6

## Цементобетонные заводы

**ЦБЗ** - смонтированный комплекс технологического, энергетического и вспомогательного оборудования, предназначенного для выполнения операций по приготовлению бетонных смесей.

При строительстве автомобильных дорог с цементобетонным покрытием различают два типа бетонных заводов: **прирельсовые и притрассовые**.

В соответствии с организацией процессов приготовления и транспортирования бетонных смесей подразделяются на **заводы с законченным и незаконченным циклом**.

По принципу работы технологического оборудования и установки подразделяются на две категории: **циклические и непрерывные**.

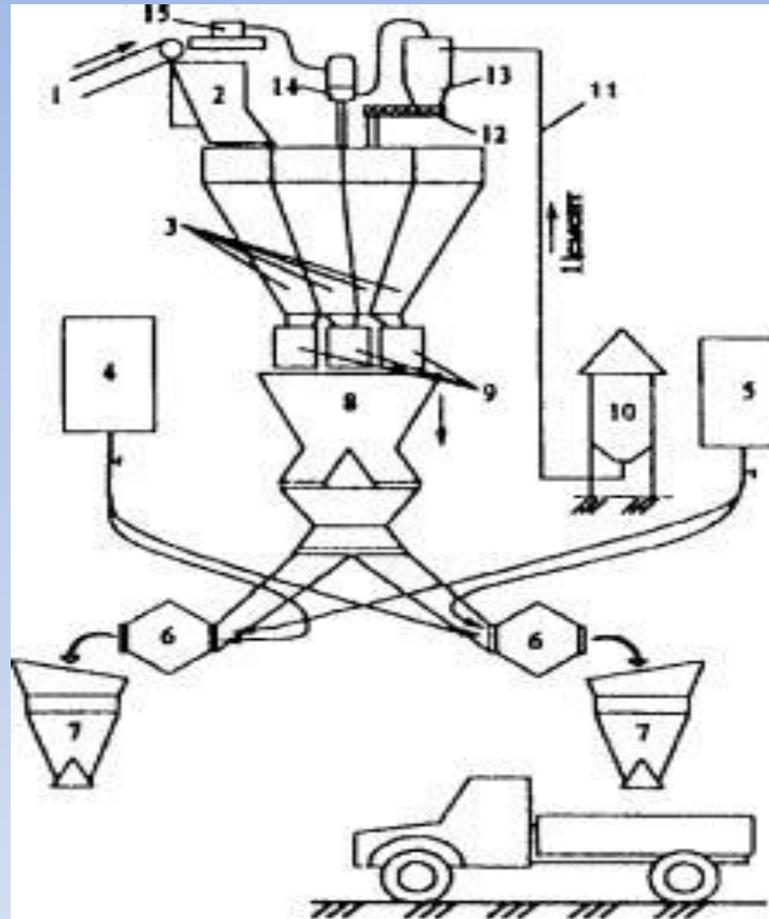
По мощности бетоносмесительных установок ЦБЗ подразделяются на следующие типы: **малые** - производительностью до  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; **средние** -  $60-90 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; **большие** -  $120-240 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; **сверхмощные** -  $300-480 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

По компоновке технологического оборудования в вертикальной плоскости ЦБЗ и установки делятся на **башенные и партерные** (ступенчатые).

По степени инвентарности установки подразделяются на три типа: **стационарные, сборно-разборные и мобильные**.

# Приготовление цементобетонной смеси

Схема бетоносмесительной установки башенного типа:



1 - ленточный конвейер; 2 - поворотная воронка; 3 - расходный бункер; 4 - дозатор воды; 5 - дозатор пластификаторов, добавок; 6 - бетоносмеситель; 7 - раздаточный бункер; 8 - распределительный бункер; 9 - весовые дозаторы; 10 - бункер для цемента; 11 - цементовод; 12 - винтовой конвейер; 13 - циклон; 14 - многорукавный матерчатый фильтр; 15 - вентилятор

В зависимости от способа перемешивания компонентов смеси бетоносмесители бывают **гравитационного и принудительного** действия.

**Гравитационное перемешивание** происходит в барабане, вращающемся относительно горизонтальной или слегка наклонной (до 15°) оси. Внутри барабана неподвижно прикреплены лопасти. Смешение происходит в результате столкновения потоков компонентов, падающих с лопастей под действием силы тяжести. Гравитационные бетоносмесители пригодны для приготовления пластичных смесей.

Для приготовления **жестких смесей** используют **бетоносмесители принудительного действия**. В смесителях этой конструкции потоки смешиваемых компонентов создаются лопастями, двигающимися внутри смесительной емкости.

Эффективность применения смесителя независимо от способа перемешивания определяется однородностью приготовления смеси при минимальной продолжительности перемешивания.

Однородность смеси оценивают коэффициентом вариации прочности образцов бетона из одного замеса, который называют **изменчивостью**:

$$C_v = s/m \cdot 100$$

где  $s$  - квадратичное отклонение прочности бетона;

$m$  - среднее значение прочности.

Для циклических бетоносмесителей коэффициент вариации не должен превышать 10 %.

По выработке бетоносмесителей определяют мощность предприятия. **Часовую производительность бетоносмесителей циклического действия** определяют по формуле:

$$P_{ц} = (3600 \cdot V \cdot KB) / 1000(t_3 + t_c + t_в + t_x)$$

где  $V$  - объём готового замеса, л;

$KB$  - коэффициент внутрисменного использования смесителя (0,80...0,85);

$t_3$ ,  $t_c$ ,  $t_в$ ,  $t_x$  - соответственно, время в секундах на загрузку смесителя компонентами смеси (10...15), смешивание их (60...90), выгрузку смеси (10...20), возврат опрокидного барабана под загрузку (10...12)

# Склады на цементобетонном

## заводе

Согласно строительным нормам и правилам, **нормативные запасы на складах цементобетонных заводов принимают при дальнейшем расстоянии камнедробильного завода (1000 км) - 30, среднем (500 км) - 20 и близком (50...100 км) - 8 суток.** Доставку материалов на склад чаще всего осуществляют железнодорожным, автомобильным и реже водным транспортом.

Распространенными типами складов щебня, гравия, песка являются эстакадно-траншейный, с бункерной эстакадой:

$$V = Q_c \cdot n_x$$

где  $Q_c$  – суточный расход материалов

$n_x$  - нормативный запас хранения

## Хранение цемента

Наиболее экономичным способом хранения цемента принято считать **силосы.**

Запас цемента на складе определяют по формуле:

$$Z = (Q \cdot P \cdot n \cdot K_1) / (T \cdot K_2)$$

где  $Q$  - годовой объем выпускаемой продукции бетоносмесительным цехом, м<sup>3</sup>;

$P$  - усредненный расход цемента на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, кг;

$n$  - нормативный запас хранения цемента на складе, суток;

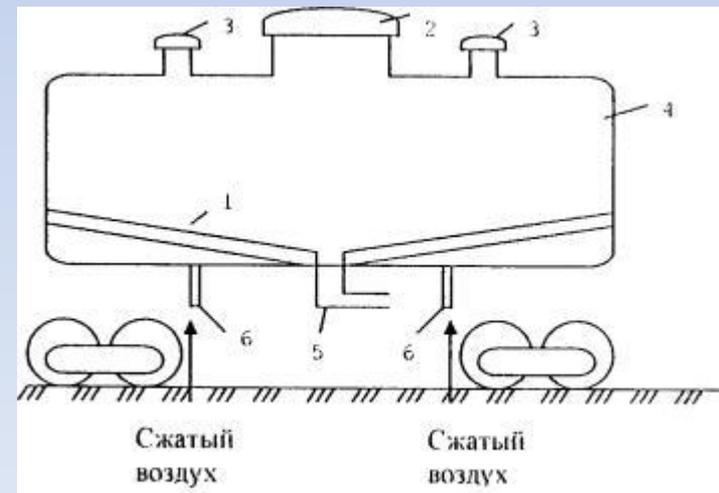
$K_1$  - коэффициент возможных потерь цемента ( $K_1 = 1,04$ );

$T$  - количество рабочих дней в году;

$K_2$  - коэффициент заполнения склада (0,85...0,95).

## Железнодорожный вагон-цементовоз с пневматической разгрузкой:

1 - аэролоток с пористой перегородкой, 2 - смотровой люк с крышкой; 3 - загрузочный патрубок, 4 - цистерна; 5 - разгрузочный патрубок с дроссельным краном; 6 - продувочная форсунка



## Особенности зимних работ на ЦБЗ

Зимой бетонная смесь отпускается с завода с повышенной температурой. Наибольшая температура смеси и ее составляющих зависит от вида цемента.

Марка цемента	Температура при загрузке, °С		Температура смеси, °С
	вода	заполнитель	
мягкопортландцемент	90	60	45
портландцемент	60	40	35

Продолжительность перемешивания зимой увеличиваются ~ в 1,5 против летних условий. Помещение ЦБЗ для работы зимой утепляют. Температура в помещении должна быть не ниже 10-15 °С. Особо сложной является разгрузка вагонов и размораживание заполнителей. Для этого применяются различные приспособления и оборудование: инфракрасные панели излучения, бурорыхлительные машины, вибраторы и т.д.

### Особенности работы на ЦБЗ в условиях повышенной

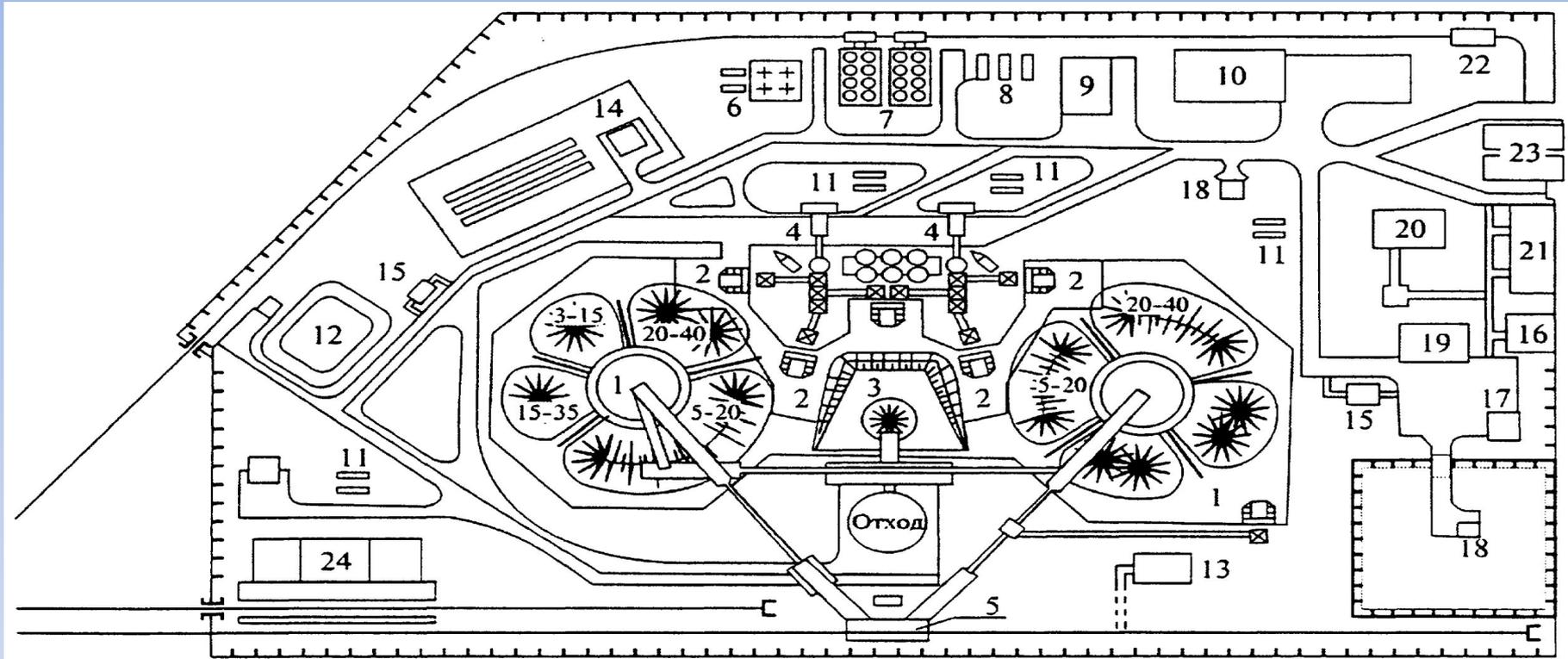
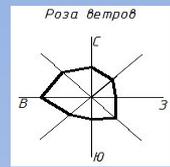
### температуры

В жаркую погоду, особенно если длительность транспортировки смеси превышает 30 минут, температура смеси, отправляемой с ЦБЗ не должна превышать 20...25°С. Воду используют из прохладительных источников, хранят ее в холодном состоянии при теплоизоляции труб и резервуаров.

Бетоносмесительные установки размещают в закрытых помещениях. На открытом воздухе установки окрашивают в светлые тона, защищают навесами от солнца. Автотранспортные средства для перевозки бетонной смеси окрашивают в белый или алюминиевый цвет. Кузова автомобилей-самосвалов следует покрывать светлым брезентом, обрызгивая водой перед отправкой с ЦБЗ.

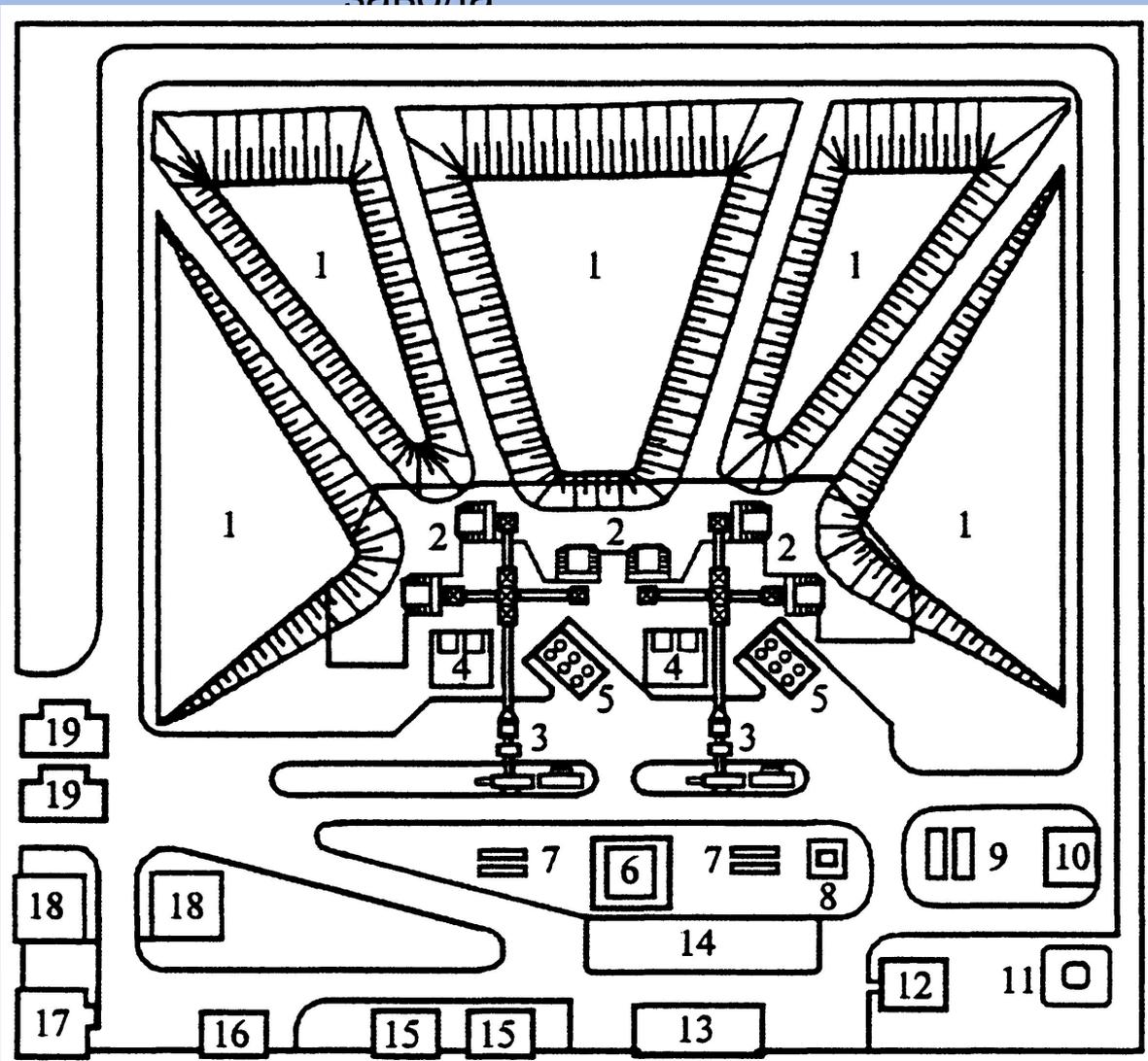
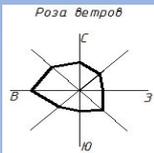
При приготовлении бетонной смеси в условиях жаркого климата необходимо обеспечить следующую последовательность подачи компонентов смеси в барабан бетоносмесителя. Сначала заливают воду, после подачи 10-20 % от общей потребности на замес загружают щебень и цемент, не прерывая подачу остальной воды. После перемешивания материалов в течение 10-15 сек в барабан бетоносмесителя подают песок, продолжая процесс до получения однородной массы.

# Пример компоновки генерального плана прирельсового цементобетонного завода



1 - склад каменных материалов; 2 - отделение подачи каменных материалов; 3 - отделение грохочения песка; 4 - бетоносмесительное отделение; 5 - подрельсовый бункер; 6 - компрессорная установка; 7 - склад цемента; 8 - хранилище пленкообразующих материалов; 9 - трансформаторная подстанция; 10 - отделение для приготовления водных растворов добавок; 11 - резервуары для запаса воды; 12 - склад нефтепродуктов; 13 - котельная; 14 - канализационные очистные сооружения; 15 - туалет; 16 - площадка для открытых ремонтных работ; 17 - материально-технический склад; 18 - артезианские скважины; 19 - ремонтно-механическая мастерская; 20 - столовая; 21 - контора с лабораторией; 22 - разгрузочная рампа; 23 - весовая, 24 - битумохранилище

# Пример компоновки генерального плана притрассового цементобетонного завода



- 1 - склад каменных материалов;
- 2 - отделение подачи каменных материалов;
- 3 - бетоносмесительное отделение;
- 4 - компрессорная установка;
- 5 - склад цемента;
- 6 - отделение для приготовления водных растворов добавок;
- 7 - резервуары для запаса воды;
- 8 - трансформаторная подстанция;
- 9 - хранилище пленкообразующих материалов;
- 10 - навес для тарного хранения материалов;
- 11 - склад нефтепродуктов;
- 12 - котельная;
- 13 - ремонтно-механическая мастерская;
- 14 - площадка для открытых ремонтных работ;
- 15 - туалет; 16 - столовая;
- 17 - контора с лабораторией;
- 18 - бытовые помещения;
- 19 - весовая с

# Контроль качества цементобетонной смеси

**Погрешность взвешивания на дозаторах** не должна превышать **1 % для цемента и воды** и **2 % для щебня** (гравия) и песка. Контроль правильности дозирования компонентов бетонной смеси на большинстве заводов обеспечивается применением автоматизированных дозаторов, имеющих устройства для сигнализации при нарушении заданного режима. **Погрешность взвешивания дозаторами непрерывного действия** проверяют на пробах, отобранных в течение **30 с непрерывной работы**.

Продолжительность перемешивания контролируют по специальным часам или регламентируют автоматическими приборами (40...60 с в смесителях принудительного действия и 60...120 с в смесителях со свободным перемешиванием).

**Влажность заполнителей рассчитывают** высушивая пробы до постоянной массы **не реже одного раза в месяц**, а при получении новых партий и после выпадения осадков определяют дополнительно. Пробы берут послойно не реже чем через 2 м по высоте штабеля.

**Зерновой состав** проверяют просеивая отобранные пробы через набор сит **не реже одного раза в сутки** и, кроме того, каждый раз, когда начинают использовать материал новой партии.

Подвижность или жесткость бетонной смеси проверяют путем испытания проб приготовленной смеси, отбираемых при выгрузке ее из бетоносмесителя. Причем пробы при выгрузке бетонной смеси из бетоносмесителей циклического действия отбирают в три приема: в начале, середине и конце разгрузки бетоносмесителя, а из бетоносмесителей непрерывного действия - в три приема с промежутками в минуту.

**Подвижность или жесткость бетонной смеси** определяют **не менее двух раз в смену** при установившейся погоде и постоянной влажности заполнителей и **не реже чем через 2 ч при резком изменении влажности заполнителей**, а также **при переходе на новый состав смеси** или новую партию того или иного материала.

**Качество готовой продукции, марку бетона** устанавливают испытанием кубов, а **прочность при изгибе определяют** путем испытания бетонных балок, морозоустойчивость - путем попеременного замораживания и оттаивания бетонных кубов.

## **Охрана труда и противопожарная защита**

Проезды и переходы должны иметь твердое дорожное покрытие и водостоки и освещаться в ночное время. Для подъема рабочих к машинам установок устраивают прочные лестницы с перилами высотой 1 м., ширина эстакады допускает свободный проход не менее 0,8 м, огражденный с обеих сторон.

Очистку и ремонтные работы на эстакаде производят только при прекращении движения транспортирующих средств. Ремонт машин и оборудования производят при выключенных двигателях.

Закрытые помещения, где возможно образование пыли должны иметь надежную вентиляцию. В таких помещениях не реже одного раза в месяц проводится исследование воздушной среды.

Трубопроводы для пара и горячей воды во избежание ожогов располагают не ниже 2,5м от уровня пола.

При приготовлении смесей с химическими добавками соблюдают меры предосторожности против ожогов, повреждений и отравления.

Пуск машин ЦБЗ без предупредительных сигналов не разрешается. В цехах или непосредственно у рабочего места машин вывешивают инструкции о порядке пуска и остановки двигателей, сигнализации.

### **Противопожарная защита**

Наиболее пожароопасными являются склады топлива, масел, горючих добавок и др. Для тушения используют химическую и воздушно-механическую пену, средства первичного пожаротушения – огнетушители, песок, воду и т.п.

Химическая пена – 80% углекислого газа и около 20% воды – универсальное средство тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Помещения и площадки для стоянки машин хранилища топлива, раздаточные колонки и т.п. обеспечивают дополнительно с ящиком с сухим песком, войлочным или асбестовым покрывалом в соответствии с действующими нормами.

# Лекция 6

## Заводы и полигоны для изготовления железобетонных изделий

**Завод ЖБИ** (предприятие, на котором основные технологические процессы выполняют в помещениях) включает:

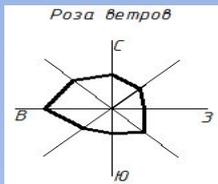
- склады цемента, заполнителей,
- арматурной стали с устройствами для выгрузки из транспортных средств;
- бетоносмесительный узел или цех;
- арматурный цех;
- цех формования;
- участки ускорения твердения бетонных изделий, отделки и коллекции продукции.

На заводе необходимо иметь системы технологического водо- и пароснабжения. Кроме того, для ремонта оборудования и транспортных средств на заводе организуется ремонтно-механический цех.

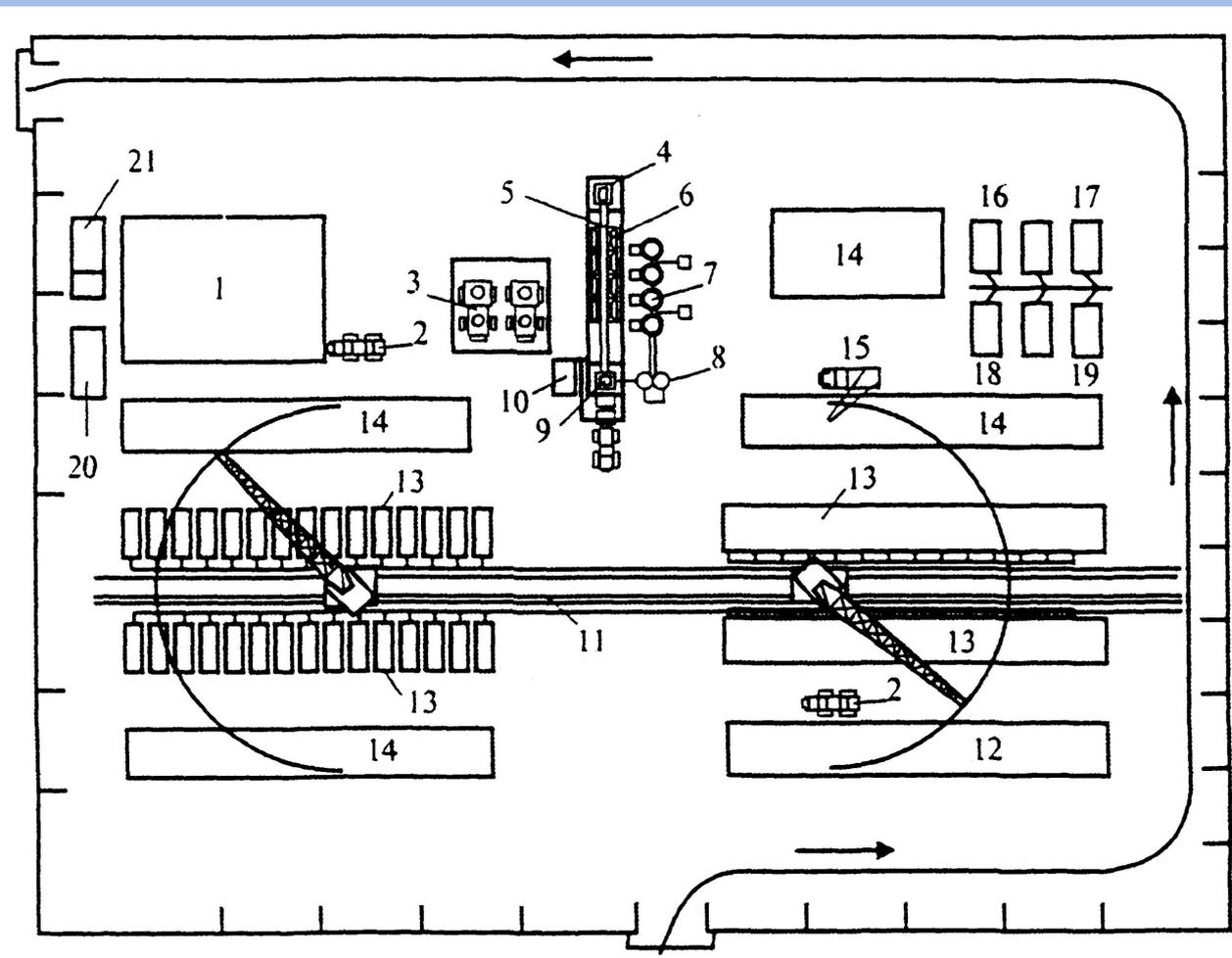
**Полигоны** представляют собой предприятия, на которых в зданиях приготавливают только бетонную смесь и заготавливают арматуру, все остальные процессы-формование, твердение и отделку изделий - осуществляют на открытых площадках - стендах или в камерах пропаривания, расположенных на открытом воздухе.

Различают полигоны:

- комплексные, самостоятельные стационарные предприятия
- при заводские, создаваемые на заводах ЖБИ
- построечные, непосредственно на строительных объектах
- с круглогодичным и сезонным режимом работы, действующими в теплое время года.



## Пример компоновки генерального плана полигона по изготовлению железобетонных изделий



- 1 - открытый склад каменных материалов; 2 - автопогрузчик; 3 - площадка для подачи автомобилей-самосвалов; 4 - приемный бункер для каменных материалов; 5 - наклонный ленточный транспортер; 6 - расходные бункеры для каменных материалов; 7 - инвентарный склад цемента; 8 - расходный бункер для цемента; 9 - бетоносмесительное отделение; 10 - передвижная электростанция; 11 - паропровод; 12 - арматурный цех и склад арматурных изделий; 13 - стенд с пропарочными камерами; 14 - склад готовой продукции; 15 - автомобильный кран; 16 - контора; 17 - лаборатория; 18 - ремонтно-механическая мастерская; 19 - материально-технический склад; 20 - туалет; 21 - душ, гардероб

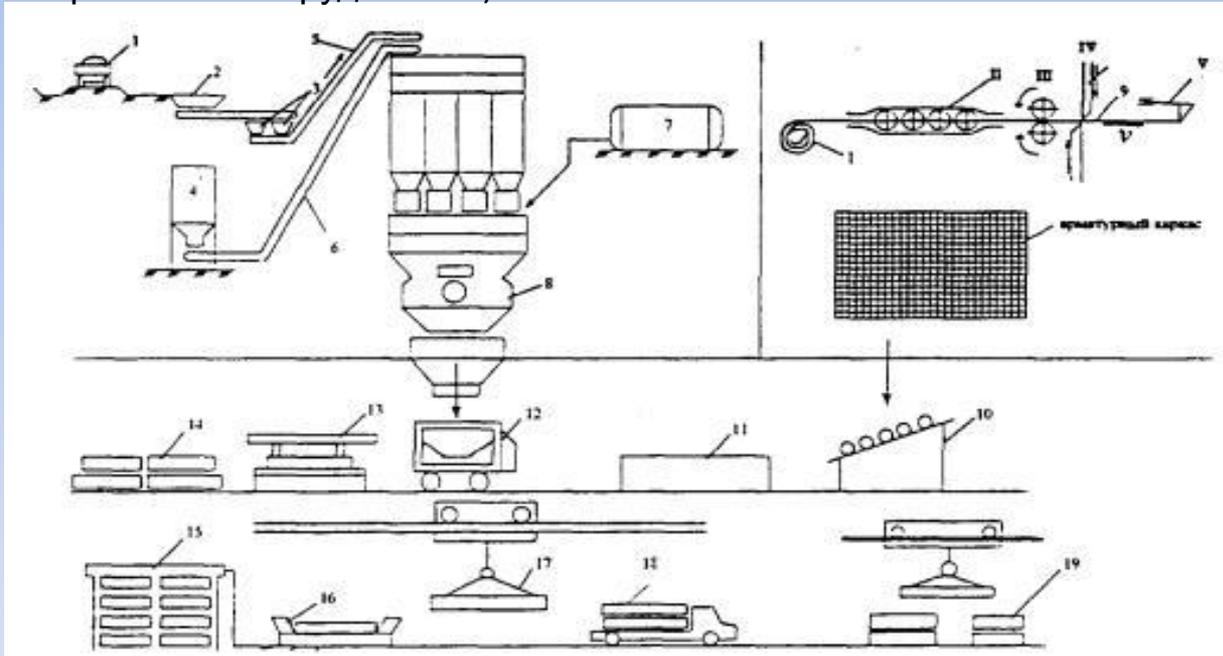
# Технологические схемы

## производства

Технологический процесс состоит из ряда последовательно выполняемых операций: **приготовления или доставки бетонной смеси с ЦБЗ, изготовления арматуры железобетонных изделий, формование, ускорение твердения изделий.**

В зависимости от расчлененности общего технологического процесса формования изделий по отдельным постам различают **поточно-агрегатную, конвейерную и стандовую технологию.**

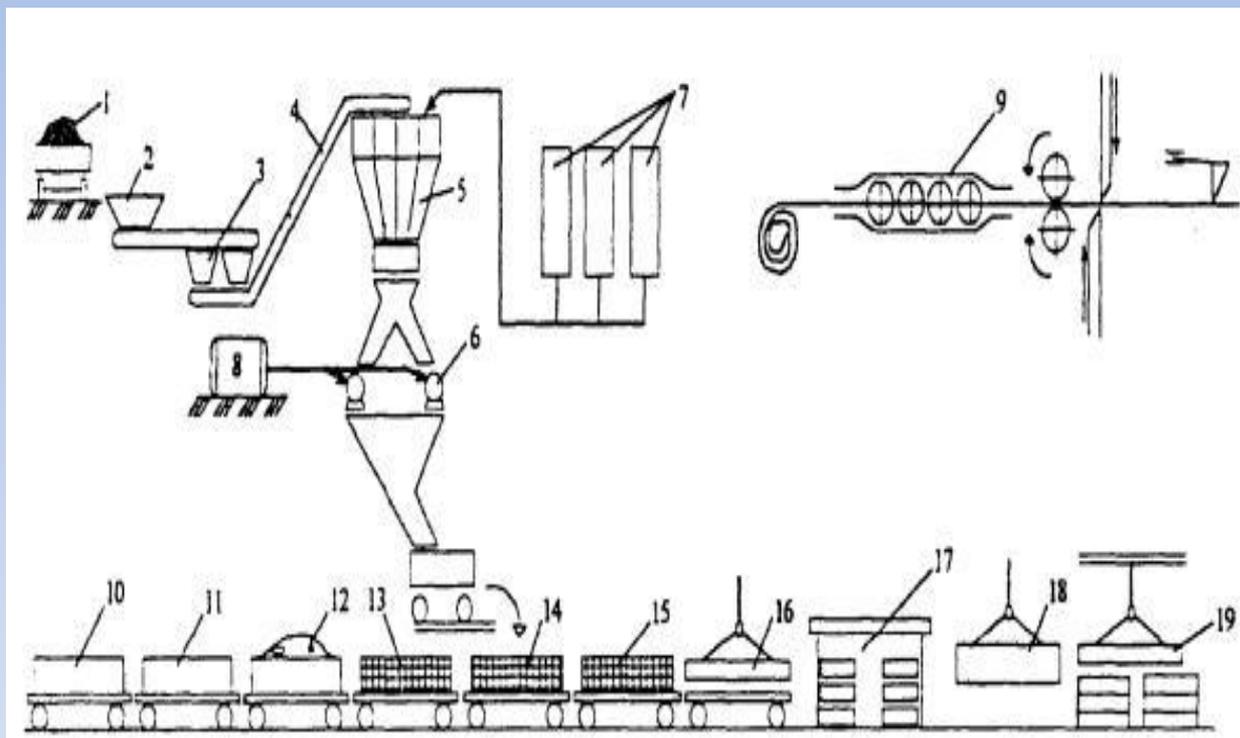
**Технологическая схема изготовления железобетонных изделий поточно-агрегатным способом** (форму и формуемое изделие передают по потоку от одного технологического поста к другому с помощью кранового оборудования)



1 - место разгрузки заполнителей; 2 - приемные бункера; 3 - накопительные бункера; 4 - склад цемента; 5 - транспортная галерея; 6 - пневмоподача цемента; 7 - ёмкости для воды, добавок; 8 - бетоносмесительный цех; 9 - оборудование для производства арматурных каркасов и элементов; 10 - агрегат для термического нагревания арматуры; 11 - пост армирования; 12 - самоходный бетоноукладчик; 13 - агрегат для формирования изделий; 14 - зона выдержки изделий; 15 - камера для тепловлажностной обработки изделий; 16 - пост распалубки изделий; 17 - подъем и транспортирование изделий; 18 - самоходная тележка; 19 - склад готовой продукции. I - вертушка; II - барабан правки; III - подающий ролик; IV - ножи; V - концевой выключатель

## Технологические схемы производства

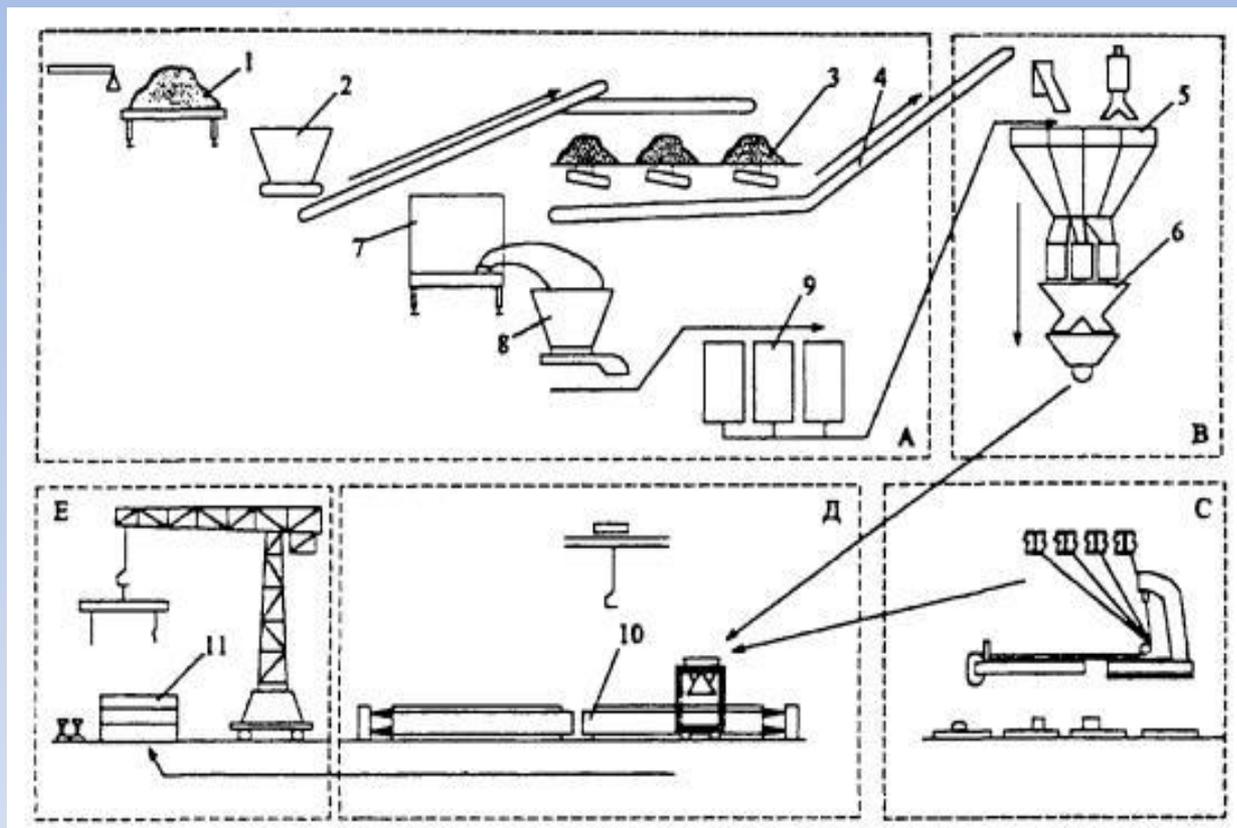
**Технологическая схема конвейерного способа изготовления железобетонных изделий** (технологический процесс расчленён на элементарные процессы, которые одновременно выполняют на отдельных рабочих местах. Форма и изделие перемещаются от одного рабочего места к другому, каждое обслуживает закрепленное звено )



1 - пост разгрузки заполнителей; 2 - приёмный бункер, 3 - наполнительный бункер, 4 - транспортная галерея, 5 - расходный бункер, 6 - смесительное отделение, 7 - силосный склад цемента; 8 - ёмкость для воды; 9 - оборудование для производства арматурных элементов и каркасов; 10 - передаточная тележка; 11 - очистка форм; 12 - смазка форм; 13 - укладка арматуры; 14 - пост формирования изделий; 15 - пост доводки изделий; 16 - пост укладки термоизоляционного слоя; 17 - пропарочная камера; 18 - пост распалубки и контроля; 19 - склад готовой продукции

## Технологические схемы производства

**Технологическая схема изготовления конструкций на стандах** (технологические процессы выполняют в неподвижных формах или оборудованных для этого на рабочих местах стандах)



А - зона хранения и обработки сырья; В - зона приготовления бетона; С - зона изготовления арматурных элементов; Д - зона формования и обработки изделий; Е - зона хранения и выдачи конструкций; 1 - пост разгрузки заполнителей; 2, 8 - приёмные бункера; 3 - склады заполнителей; 4 - транспортёрная галерея; 5 - расходные бункера; 6 - пост приготовления бетона; 7 - пост разгрузки цемента; 9 - склад цемента; 10 - станд, 11 - склад готовой продукции

# Технология изготовления арматурных конструкций

Основные виды арматурной стали: **горячекатаная стержневая гладкая и периодического профиля; холоднокатаная проволочная гладкая и периодического профиля; горячекатаная термически упрочненная и упрочненная вытяжкой; арматурные пряди и арматурные канаты; сварные сетки и каркасы.**

В зависимости от вида арматурную сталь подразделяют на прутковую и бунтовую. Прутковая поступает в прутках (связках), состоящих из одной партии длиной от 6 до 24 м, бунтовая - в мотках (бунтах).

Процесс производства арматуры состоит из последовательных операций: заготовки стержней, изготовлении плоских сеток и каркасов, их гибки, сборки объемных арматурных каркасов.

Процесс изготовления арматурных элементов включает очистку от ржавчины и масла, предварительную обработку стали, заготовку элементов из проволоки и стержней, пучков, канатов для напряженных конструкций, изготовление закладных деталей.

**К обработке арматурной стали относят правку, волочение, сплющивание, силовую калибровку, электротермические напряжения.**

Размотку, чистку, правку и резку на стержни производят на правильно-отрезных станках.

**Волочение** - протаскивание металла через конусные отверстия - фильеры. В результате одновременно происходит растягивание и сжатие, металл теряет значительную часть пластических свойств и делается более жестким. Сталь, подвергнутую волочению, называют холоднокатаной. Ее поставляют металлургические заводы.

**Сплющивание** - распространенный способ упрочнения арматурной стали, заключающийся в прокатывании прутка между парой рифленых валков, в результате прутки деформируются в одной или двух взаимно перпендикулярных плоскостях, приобретая периодический профиль. Вследствие наклепа, возникающего при сжатии стержня, предел текучести арматурной стали повышается на 25...30 %.

**Силовая калибровка** - вытягивание стержней до напряжения, превышающего нормированный предел текучести данной стали. В результате повышается ее предел текучести. Вытяжка отличается от силовой калибровки тем, что процесс контролируется не определенным напряжением, а величиной удлинения.

**Термическое упрочнение стали** - один из экономических методов упрочнения при больших объемах работ. Технологический процесс включает доставку стержней в арматурный цех, укладку их на подающее устройство, подачу под электроды, электронагрев до 900...1000°C, сброс стержней в закалочную ванну, выемку охлажденных стержней и укладку под электроды, электронагрев до температуры отпуска 325...375°C, охлаждение до температуры окружающей среды, выдачу упрочненных стержней.

## Формирование железобетонных изделий

Процесс состоит в укладке бетонной смеси в формы с арматурным каркасом, распределения и уплотнения смеси, отделке лицевой поверхности изделия.

**Формы подразделяют на несколько типов:**

по организации процесса - неподвижные (стендовые и перемещаемые), передвижные и переносные;  
по условию работ - рассчитанные на напряжение арматуры;  
по числу изделий - одновременно изготавливаемые в форме, одиночные и пакетные;  
по виду изделий - линейные, плоскостные, трубчатые;  
по материалу - металлические стальные, алюминиевые, железобетонные, деревянные и комбинированные;  
по конструкции форм - с поддонами, бортовые (боковая оснастка), матрицы;  
по конструктивным особенностям, связанным с освобождением изделий от форм, - неразъемные, сборно-разборные, с шарнирно открывающимися или отодвигающимися стенками.

**Основные способы механического воздействия на бетонную смесь с целью ее уплотнения и придания:**

**Вибропрессование** - метод вибрационного формования с одновременным давлением на бетонную смесь - позволяет использовать более жесткие смеси и формировать изделия с профилированной верхней поверхностью.

**Вибрирование** изделий на виброплощадках с пригрузом повышает эффективность уплотнения бетонной смеси примерно вдвое, сокращается продолжительность уплотнения обеспечивает получения гладкой поверхности.

При изготовлении железобетонных изделия широко используют **вакуумирование** как дополнительное воздействие на уплотняемую бетонную смесь. Сущность процесса состоит в том, что уложенную в форму смесь предварительно уплотняют на виброплощадке, подвергают воздействию вакуумных устройств, приложенных к поверхности уплотняемого бетона или введенных в него. При этом в плоскостях вакуумных устройств создают разрежение, вследствие разности давления происходит отсасывание из смеси воздуха и избыточной воды. Одновременно под действием атмосферного давления бетонная смесь уплотняется.

# Формирование железобетонных изделий

**Виброштампование** - воздействие на бетонную смесь виброштампом, который сочетает функции виброуплотнения, пригрузки и формообразования. Рабочая поверхность виброштампа в зависимости от вида формуемых изделий может быть плоской, рельефной и с пустообразователями.

Относительно новой эффективной технологией уплотнения является **ударно-вибрационная**, при этом, используя принцип, основанный на вибрации и ударе (виброрезонансные площадки). Данная технология значительно улучшает качество изделий, их заводскую готовность.

**Центробежные формования** для уплотнения смеси центрифугированием эффективно используют при изготовлении напорных и безнапорных труб, бетонных свай, опор линии электропередачи и других конструкций кольцевого сечения.

Процесс формования изделий состоит из трех стадий: загрузка бетонной смеси в форму, распределение ее по периметру формы, уплотнение с отжатием воды. При изготовлении труб смесь загружают в форму при ее вращении. При воздействии центробежных сил она равномерно распределяется по стенкам формы.

При изготовлении дорожных плит используют вибропрокатные станы Козлова Н.Я. По этой технологии бетонную смесь укладывают и уплотняют механизмами формующей системы. Поступающая непрерывным потоком из смесителя смесь распределяется по всей ширине формовочной ленты. Одновременно с разравниванием происходит уплотнение смеси вибробрусом через формовочную ленту. При дальнейшем движении формующей ленты изделие подвергается калибровке путем проката виброваликами калибрующей секции для получения его проектной толщины. Готовое изделие краном подают в пропарочную камеру для тепловлажностной обработки. Вибропрокат производят на стационарных и передвижных станах.

# Тепловая обработка железобетонных изделий

Наиболее распространенным способом ускорения твердения изделий является **тепловлажностная обработка**.

Сущность ее заключается в том, что с повышением температуры среды до 80...1000°С скорость гидратации цемента значительно увеличивается, т.е. процесс твердения ускоряется, и изделие в более короткие сроки, чем при обычной температуре, приобретает механическую прочность, допускающую транспортирование и монтаж.

Наиболее широко используют установки периодического и непрерывного действия - ямные и туннельные камеры, автоклавы, камеры с обогревом в поле индукционного действия.

Весь цикл тепловлажностной обработки делят на три периода: **подогрев до наибольшей температуры; выдержка при этой температуре (изотермическая выдержка) и охлаждение до температуры окружающей среды**. В качестве теплоносителя широко используют пар, паровую смесь, реже подогретый и увлажненный воздух.

При использовании электроэнергии изделие нагревают путем непосредственного прохождения электрического тока через бетон (арматуру) или косвенным способом с помощью разного рода излучателей. Автоматизация тепловой обработки позволяет сократить ее продолжительность, уменьшить расход пара, увеличить пропускную способность установок, улучшить качество изделий и повысить культуру производства. Система автоматизации режимов тепловлажностной обработки с использованием электронных программных регуляторов температуры позволяет производить в установках контроль температуры, автоматическое ведение процесса тепловлажностной обработки по заданной программе, автоматическую вентиляцию камер.

# Организация склада готовой продукции

**Хранение готовых железобетонных изделий** осуществляют на **открытых площадках, неподалеку от цеха пропаривания**. Площадка должна иметь покрытие и уклон для стока атмосферных вод. Изделия хранят по типоразмерам и назначению. Короткие изделия укладывают в штабеля горизонтально, чтобы исключить возможность появления трещин или перенапряжения в бетоне. Нижние ряды изделий опирают на подкладку. Толщина подкладки должна быть  $\frac{2}{3}$  её ширины. На  $1 \text{ м}^2$  полезной площадки склада укладывают 2...2,5 т изделий железобетонных конструкций.

В качестве подъемно-транспортного оборудования на складах готовой продукции принимают мостовые, консольно-козловые, бетонные самоходные краны и вилочные автопогрузчики. Грузоподъемность кранов должна соответствовать наибольшей массе отпускаемых заводом изделий (с учетом коэффициента запаса).

Между штабелями должны быть проходы шириной не менее 0,6 м и проезды шириной в зависимости от вида применяемых транспортных средств и порядка их движения. Проходы между штабелями в продольном направлении устраивают через 25 м. Вместимость склада определяют расчетом, но, как правило, не менее 15-суточной выработки.

# Контроль качества цементобетонной смеси и хранения ЖБИ

Контроль качества на заводе возложен на **лабораторию** и **отдел технического контроля**. Для испытания арматуры на растяжение и изгиб из каждой партии (60 т) отбирают образцы. При поступлении арматуры в прутках количество образцов для каждого вида испытания должно быть не менее пяти, отрезанных от различных стержней. Если же арматура поступает в мотках, следует отобрать по два образца от 10 % мотков.

**К предварительно напряженным железобетонным плитам предъявляются следующие требования:**

1. Отклонение геометрических размеров готовых плит не должны превышать: по длине + 8, -4 мм, по ширине  $\pm$  5 мм, по высоте  $\pm$  5 мм, по толщине защитного слоя бетона + 5 мм.
2. Внешний вид плит должен удовлетворять следующим условиям: на верхней и нижней плоскостях и боковых гранях не должно быть трещин; поверхность должна быть ровной и достаточно шероховатой; величина искривлений всех плоскостей допускается не более 5 мм на всю длину или ширину плиты, концы напряженной арматуры не должны выступать из тела плиты.

После проверки каждое изделие маркируют. На его поверхность наносят несмываемой, хорошо видимой краской марку завода - изготовителя, паспортный номер, индекс и сорт изделия, номер браковщика ОТК. При изготовлении бетонных и железобетонных изделий лаборатории завода производят контрольные статистические испытания. Для этого от каждой партии отбирают не менее 1 % конструкций. Статистические испытания производят с целью определения их прочности, жесткости и трещиностойкости. Наряду с разрушающими методами применяют физические методы контроля прочности бетона в конструкциях без их разрушения и прежде всего электронно-акустический, подразделяющий на три вида: вибрационный (резонансный или звуковой), импульсный (ультразвуковой) и ударный.

Результаты внешнего осмотра и испытания изделий и образцов оформляются актами, в которых записывают все обнаруженные от проекта отклонения, дефекты, требующие немедленного устранения, действительную марку бетона в конструкции и общую характеристику, состояния конструкции или изделия. Каждое изделие, отправляемое потребителю, имеет индивидуальный паспорт, в котором

## Охрана труда и противопожарная защита

Вредное действие на рабочих ЖБИ оказывает вибрация, которая может вызвать вибрационную болезнь (повышенная утомляемость, слабость рук, интенсивные боли в суставах).

Установлены предельно допустимые величины вибрации, которые измеряются виброизмерительными приборами на вибрирующих поверхностях рабочих мест (пол, сиденье, ограждение и т.д.)

Вредное воздействие на рабочего оказывает шум. Механические шумы, как правило, вызваны неисправностью оборудования. Аэродинамические или безударные шумы возникают при движении газа, пара, жидкости.

Источники шума – вентиляторы, компрессоры, пневмотранспорт и др. Шум электрических машин возникает от колебаний ротора и крыльчатки. Вибрационные механизмы порождают все виды шума. Длительное воздействие шума приводит к ухудшению слуха, расстройствам нервной и сердечнососудистой системы (утомление, снижение внимания и работоспособности). Особенно опасен шум в сочетании с вибрацией. Уровень шума измеряют шумомером. Уровень шума в 130 децибел вызывает болевое ощущение, выше 130 дБ – механическое повреждение органов слуха.

Шум и вибрацию снижают улучшением конструкции оборудования, а также применяют специальные защитные средства, лечебно-профилактические меры, организационные мероприятия.

**Противопожарные мероприятия** аналогичны проводимым на бетонном заводе. При размещении зданий необходимо соблюдать противопожарные взрывы. Все цеха, склады и сооружения оборудуют огнетушителями, металлическими ящиками с песком и другим противопожарным оборудованием.

## Обеспечение дорожного строительства электроэнергией, сжатым воздухом, паром, водой

Для нормального функционирования объектов производственной базы дорожного необходимо их обеспечение энерго- и технологическими ресурсами, а также технологической связью. Следует стремиться, чтобы на одном объекте использовалось бы **не более двух видов энергии**.

Наиболее потребляемым видом энергоресурсов в дорожном строительстве является **электрическая энергия**. Она используется для питания разнообразных электродвигателей, освещения строительных площадок, жилых, бытовых и административных зданий, а также для питания электрических нагревательных приборов, применяемых для подогрева или прогрева материалов и изделий и т.д.

Наиболее энергоемкими потребителями электрической энергии являются асфальтобетонные и цементобетонные заводы, а также прирельсовые битумохранилища, потребляющие электроэнергию для разогрева битума при его перекачке. Получение электроэнергии для обеспечения функционирования производственных баз дорожного строительства осуществляется, как правило, от централизованной электросети района строительства путем подключения к согласованным с соответствующими заинтересованными организациями источникам. Чаще всего подключение сопряжено с необходимостью строительства различных трансформаторных подстанций, прокладкой линий электропередачи и рядом других работ, определяемых техническими условиями на подключение. Несмотря на это получение электроэнергии от централизованных источников является наиболее экономичным и надежным.

Требуемое количество энергоресурсов зависит от характера выполняемых работ и общей мощности оборудования. Общая мощность питающего трансформатора может быть определена по формуле:

$$N_{\Sigma} = 1,1 \cdot K_C \cdot \left[ \sum P_{\text{VCT}/\cos\varphi} + \sum P_B + \sum P_H \right] \cdot K_3 \cdot K_P$$

где 1,1 – коэффициент учитывающий потери мощности в сети

$P_{\text{уст}}$  – установленная мощность всех силовых потребителей, кВт

$\cos\varphi$  – коэффициент мощности силовых потребителей, подключаемых к трансформатору ( $\sim 0,8$ )

$K_C$ ,  $K_3$ ,  $K_P$  – коэффициенты спроса, загрузки и одновременности работы электродвигателей ( $K_C = 0,2 \dots 1$ ;  $K_3 = 0,45 \dots 0,75$ ;

$K_P = 0,8 \dots 0,85$ ) соответственно

$P_B$ ,  $P_H$  – мощность оборудования для внутреннего и наружного освещения

## Обеспечение дорожного строительства электроэнергией, сжатым воздухом, паром, водой

**Сжатый воздух** на производственных базах дорожного строительства используется для управления технологическими процессами смесительно-дозировочных установок и пневматического транспортирования цемента на цементобетонных заводах, распыления жидкого топлива в форсунках смесителей и битумоплавильных агрегатов асфальтобетонных заводов, для пневматического бурового и другого инструмента.

Получение сжатого воздуха для указанных целей осуществляется в основном от передвижных компрессорных станций с различным рабочим давлением и различной производительностью.

**Пар** в дорожном строительстве применяют для подогрева битума в битумохранилищах и битумопроводах, для пропаривания бетонных изделий в пропарочных камерах, распыления топлива в форсунках, а также в некоторых случаях для подогрева материалов на цементобетонных заводах.

Источниками получения пара служат парообразователи и парогенераторы различных типов, которые выбираются в зависимости от конкретных условий строительства по производительности, экономичности эксплуатации и удобству монтажа и демонтажа. В качестве стационарных источников получения пара на производственных базах дорожного строительства возможно применение стационарных паровых котлов, а в качестве передвижных - мобильных парообразователей.

Нормы расхода тепла на технологические операции приводятся в справочниках, а также необходимое количество тепла можно рассчитывать по формулам.

## Обеспечение дорожного строительства электроэнергией, сжатым воздухом, паром, водой

**Вода на производственных базах дорожного строительства** расходуется при заготовке и переработке материалов и приготовлении полуфабрикатов, мойке дорожно-строительной техники и транспортных средств и их техническом обслуживании, а также для питьевых и хозяйственных целей при обслуживании жилых поселков строителей.

Получение воды для производственных баз по возможности осуществляется путем подключения к существующим водопроводным сетям. В случае их отсутствия или невозможности подключения источниками воды могут служить собственные артезианские скважины или скважины мелкого заложения. При устройстве временных водопроводов из открытых источников для перекачки воды возможно применение центробежных или диафрагменных насосов различной производительности в зависимости от дальности подачи воды и требуемого объема ее потребления. Для обеспечения постоянного напора, создания определенного запаса воды и равномерного поступления воды к потребителям на производственных предприятиях при использовании артезианских скважин или открытых источников строятся водонапорные башни, которые периодически (несколько раз в сутки) заполняются водой из указанных источников. При этом поступление воды к потребителям осуществляется самотеком за счет напора, создаваемого водонапорной башней.

Общий требуемый расход воды на предприятии:

$$V_p = \sum (V_{п} + V_{б}) \cdot k_y / T \cdot 3600 k_T \cdot 1000$$

где  $V_{п}$  – расход воды в смену на производственные нужды, л

$V_{б}$  – бытовое потребление воды за смену, л

$k_y$  – коэффициент неучтенных потерь и утечки воды (1,15...1,25)

$k_T$  – коэффициент сменной неравномерности потребления воды (1,1...1,6), определяется наблюдением и подсчетом.

Расчетные нормы расхода воды на дорожном строительстве приводятся в справочной литературе.

Давление в самой отдаленной точке водопроводной сети должно быть не менее 1,5 кгс/см<sup>2</sup>. Трубы водопровода временного пользования следует прокладывать в траншеях глубиной до 0,3м. Зимой сеть труб засыпают слоем опилок высотой до 0,5...0,8м