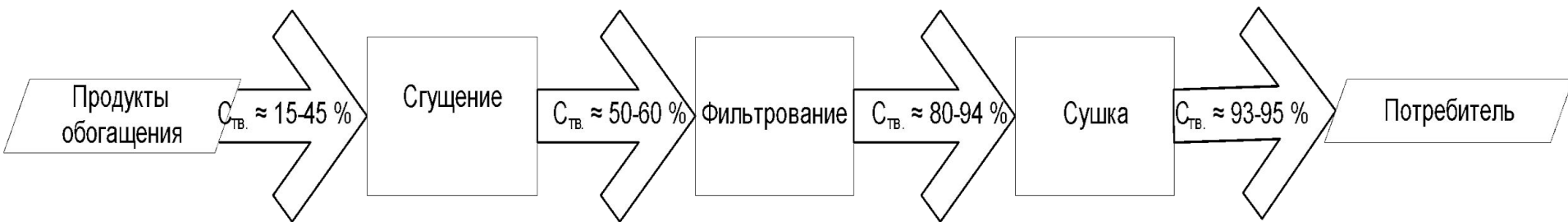


# **ОСНОВЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

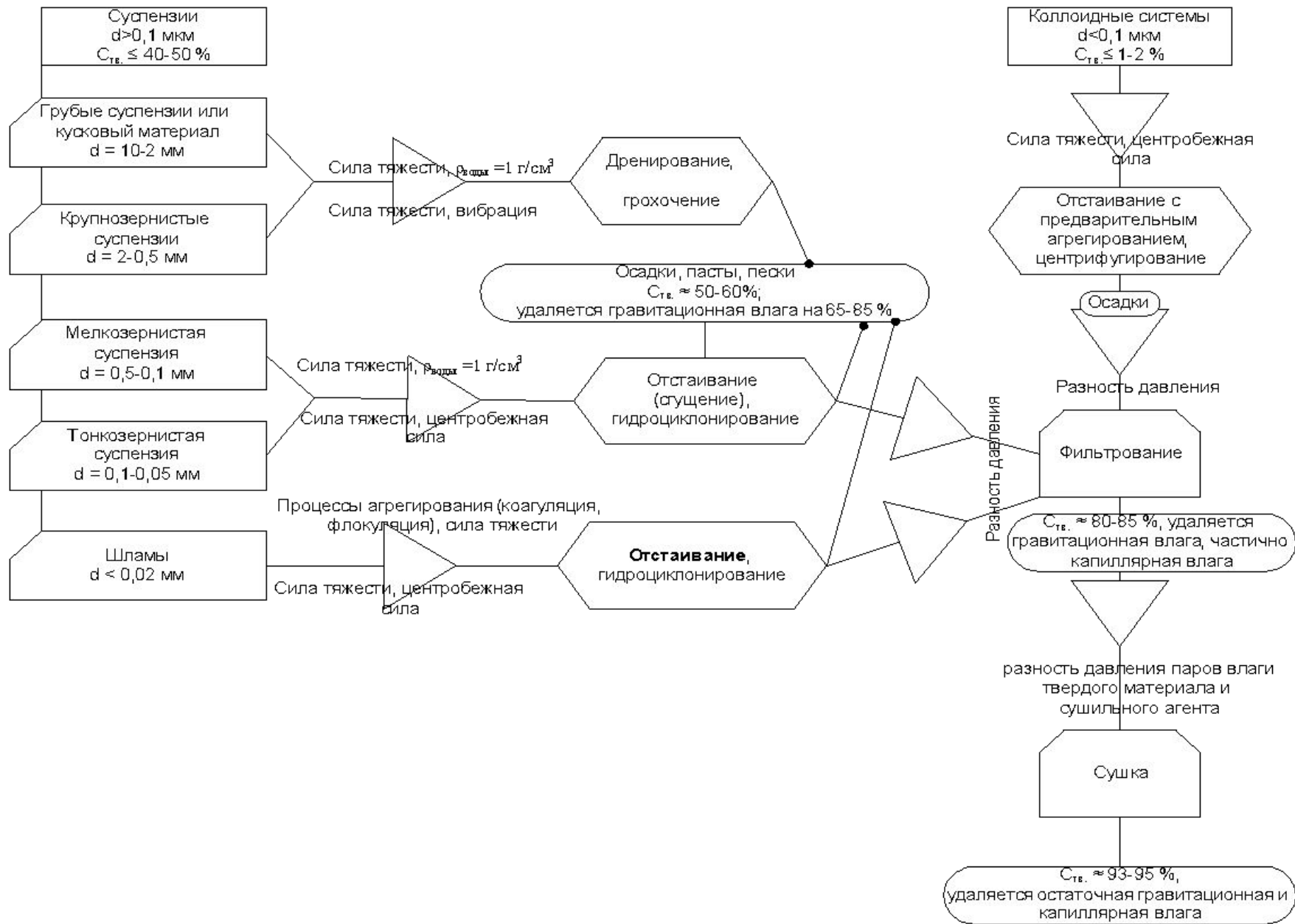
Лекция 6

Обезвоживание. Контроль и  
опробование

# Обезвоживание



# Твердое + жидкое



# Влагоудерживающая способность

- Крупность
- Удельная поверхность
- Смачиваемость поверхности
- Состояние поверхности

# Обезвоживание в бункерах дренирование

Исходный материал с влажностью 15 % после 10 или 34 часов обезвоживания содержит обычно влаги соответственно от 10 до 6 –

7 %.

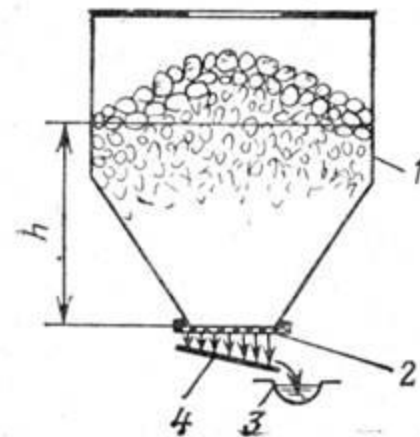
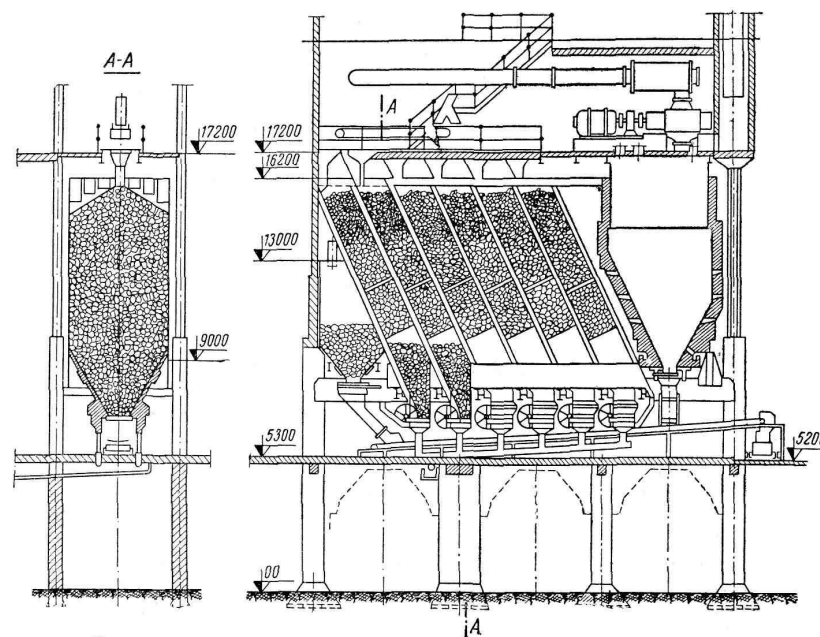
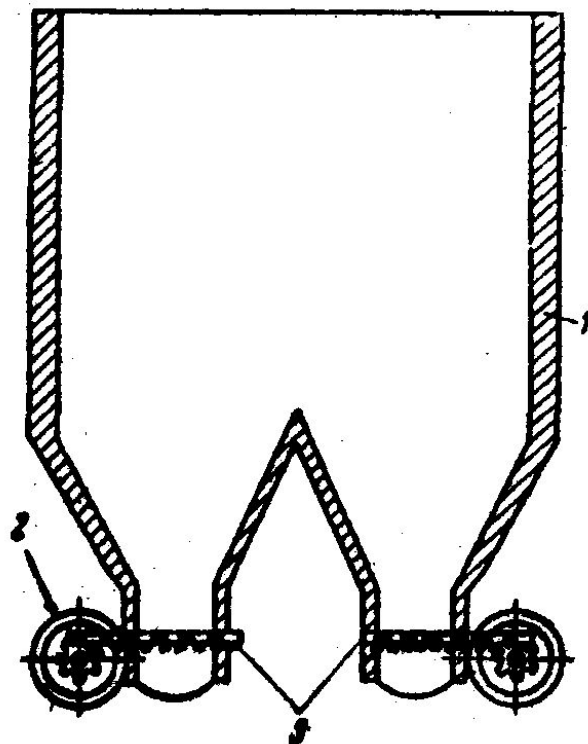


Рис. 8. Схема обезвоживающего бункера



Батарея наклонных обезвоживающих бункеров в здании обогатительной фабрики

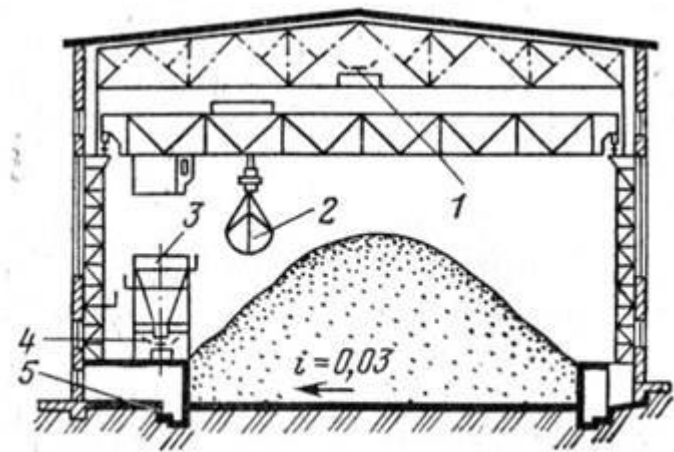
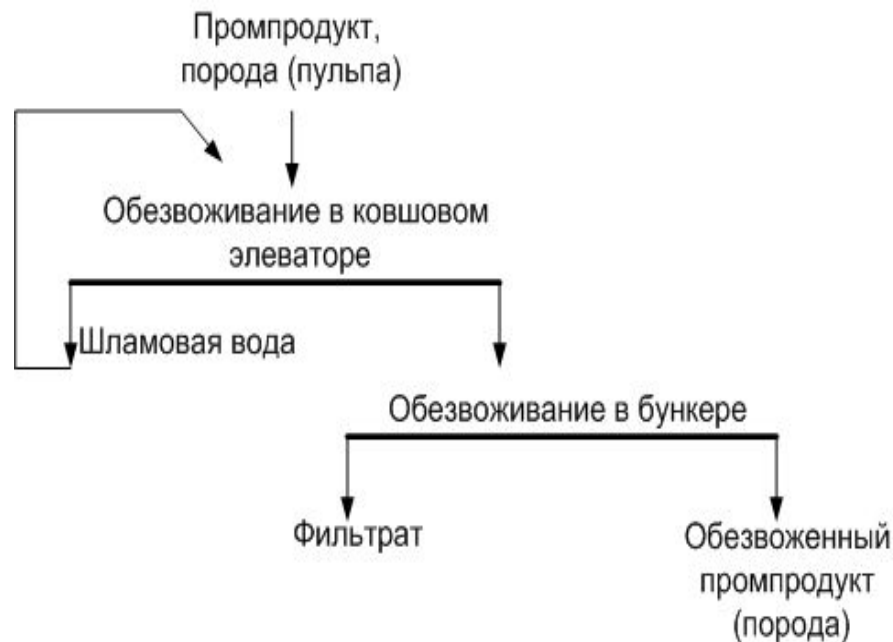


Рис. 9. Схема дренажного склада

- 1 – ленточный конвейер
- 2 – грейферный кран (укладывает штабель, удаляет обезвоженный материал)
- 3 – загрузочный бункер для обезвоженного материала
- 4 – конвейер
- 5 – дренажная канава

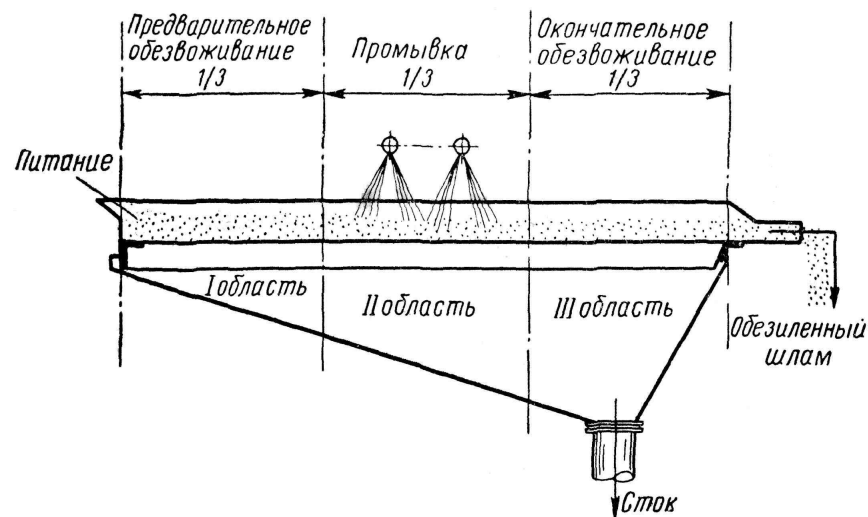


## Обезвоживающие грохота, сита

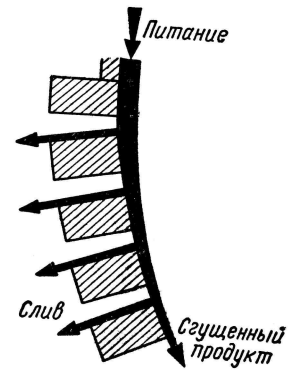
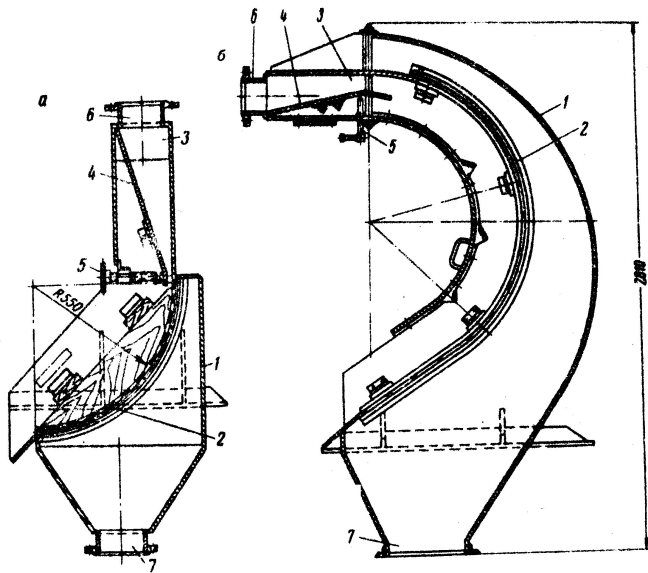
Влажность продуктов после грохотов для крупных классов более 2 мм может снизиться до 6 – 9 %, для мелкого материала, например, углей +0,5 или + 1 мм влажность составляет от 17 до 27 %. КПД обезвоживания достигает 40 –45 %.



БКГО-11А , ВГО-1А,  
ГРО-1А  
быстрокачающиеся, вибрационные и  
резонансные грохота



Промывка на обезвоживающем грохоте



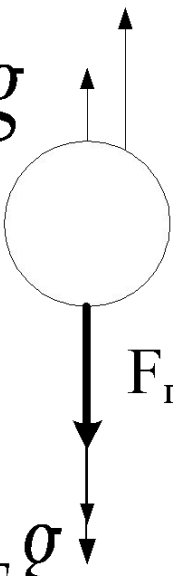
Принцип действия дугового сита

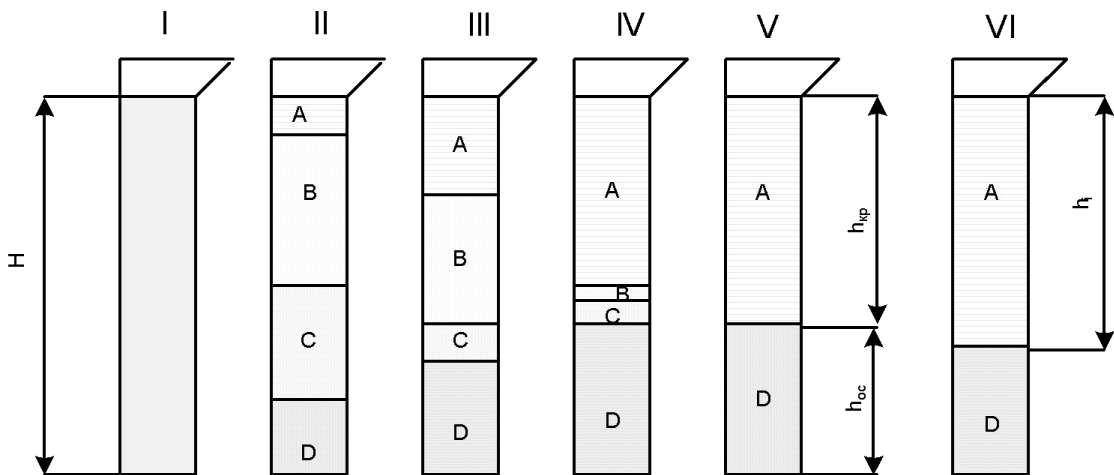
Сита дуговые: а – сито СД-1; б – сито СДО-3; 1 – корпус; 2 – щелевидное сито; 3 – приемная коробка; 4 – прижимной щит; 5 – винты, регулирующие положение прижимного щита; 6, 7 – входной и разгрузочный патрубки

Удельная нагрузка на дуговое сито  
 порядка  $q = 200\text{--}240 \text{ м}^3/\text{м}^2$ .



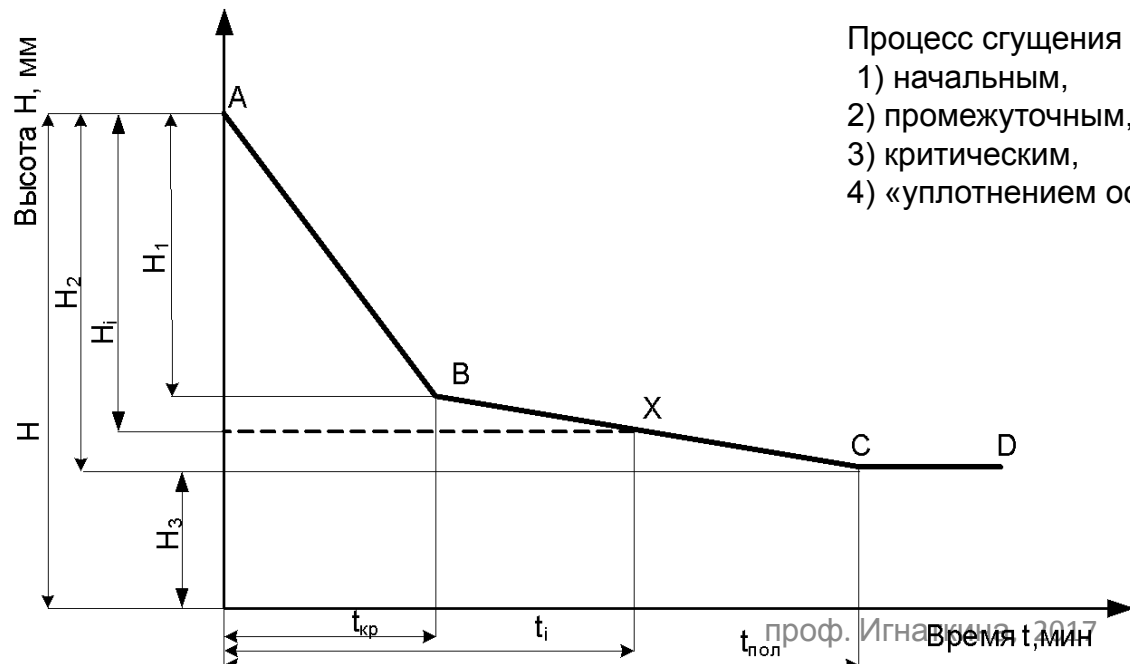
# Силы, действующие на частицу, при свободных условиях падения


$$F_a = -V\rho_{H_2O}g$$
$$F_c = \zeta S \frac{\rho_{H_2O} u_0^2}{2}$$
$$F_T = V\rho_T g$$
$$F_{гр} = F_T - F_a$$



I – исходное состояние, II, III и IV – промежуточное состояние, V – критическое состояние и VI – уплотнение осадка

## Кривая сгущения



Процесс сгущения можно условно охарактеризовать 4-мя этапами:

- 1) начальным,
- 2) промежуточным,
- 3) критическим,
- 4) «уплотнением осадка».

# Методы расчета удельной площади сгущения $\text{м}^2 \cdot \text{сут}/\text{т}$

- Метод Коу-Клевенжера
- Для пульпы, имеющей четкую границу раздела фаз
- Метод Кинша
- Для пульпы не имеющей четкой границы раздела фаз

$$f = \frac{R_{исх} - R_{к}}{\rho_{ж} u_o K_1}$$

$$F = f_{\max} Q$$

$$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

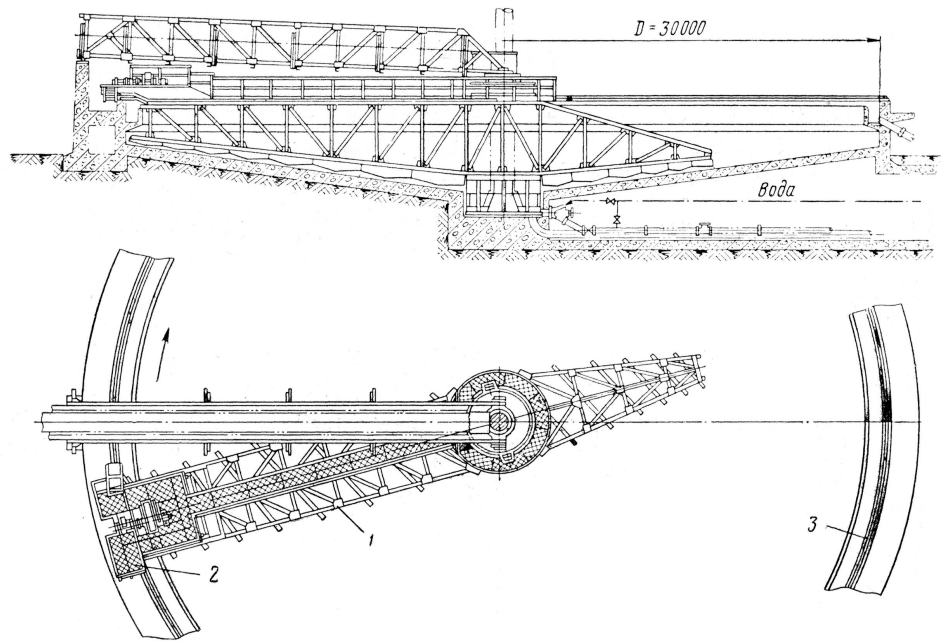
$$f = 695 \frac{t_P}{C_0 H_0}$$



# Классификация сгустителей

- Традиционные
- Высокопроизводительные
- Сгустители высокой плотности сгущения
- Пастовые сгустители
- Пластинчатые сгустители
- Комбинированные сгустители

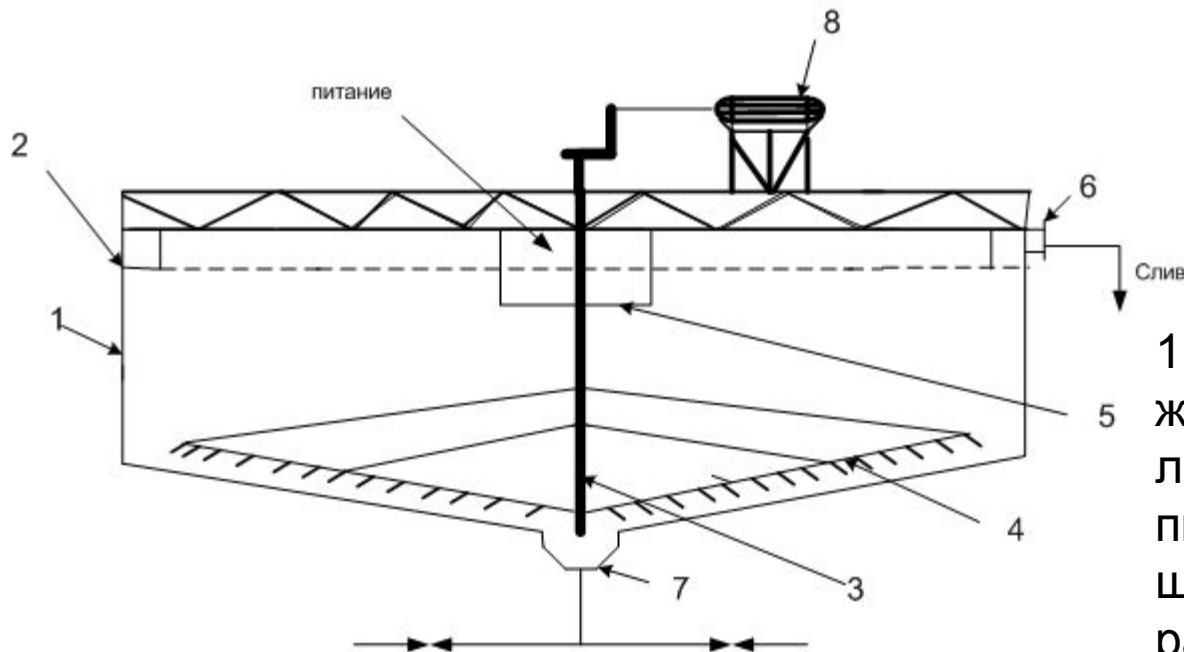
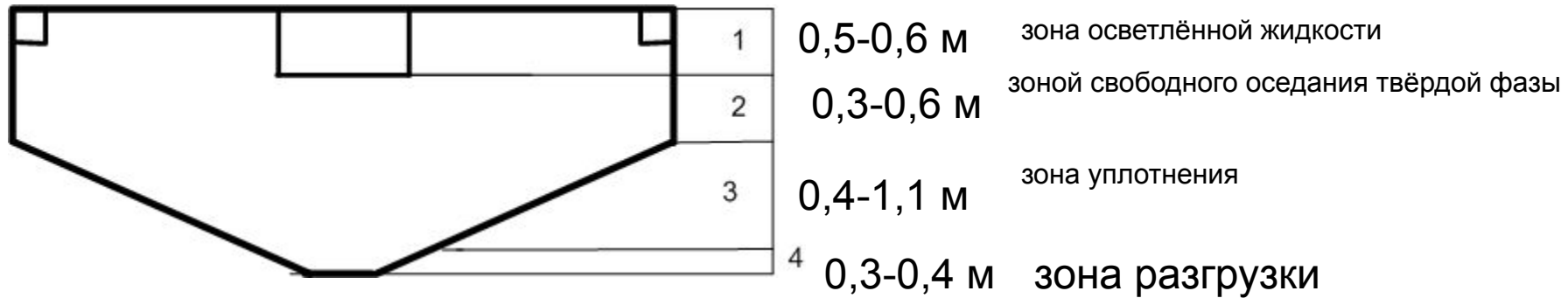
# Сгуститель с центральной подачей пульпы и периферическим приводом



1 – рама, 2 – каретка, 3 – монорельс

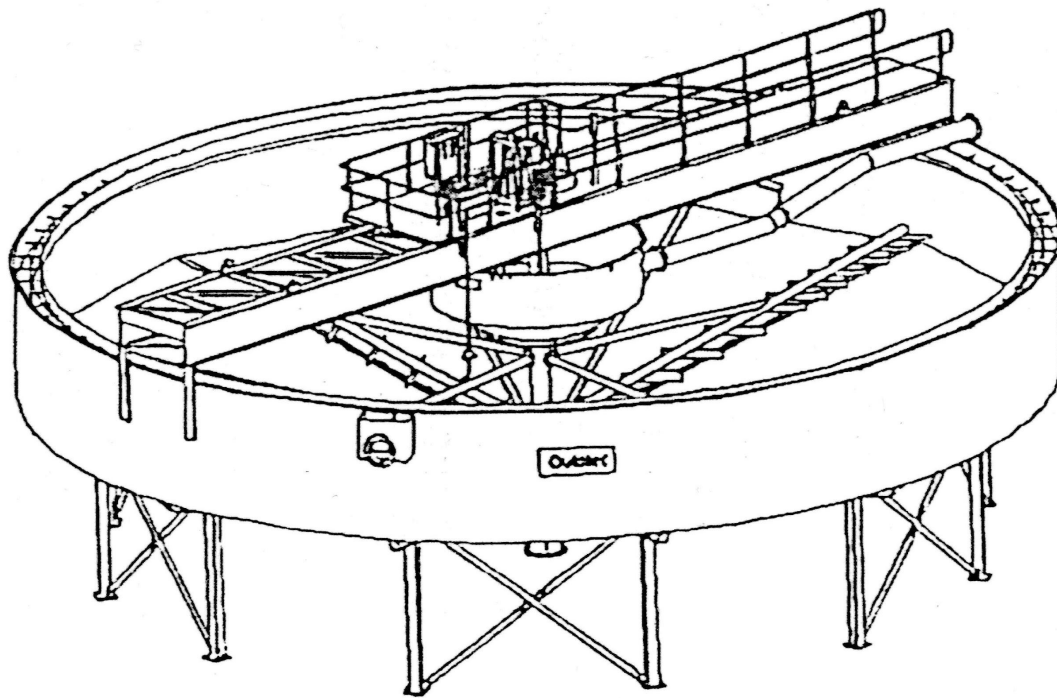


## Зоны радиального сгустителя (отстойника)

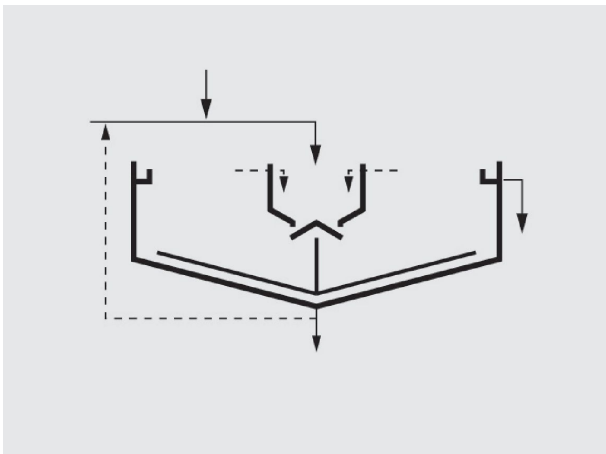
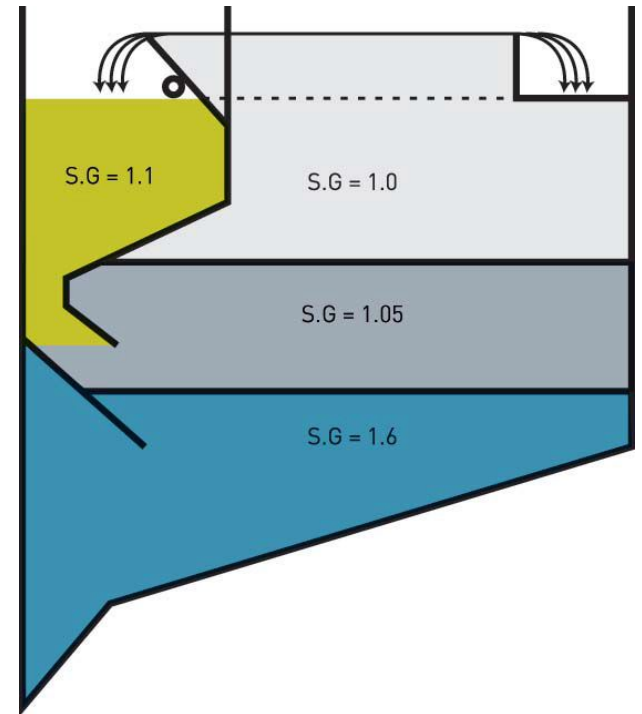


1 – корпус; 2 – кольцевой жёлоб; 3 – мешалка; 4 – лопасти с гребками; 5 – питающий патрубок; 6 – штуцер для слива; 7 – разгрузочное устройство для осадка; 8 – электродвигатель

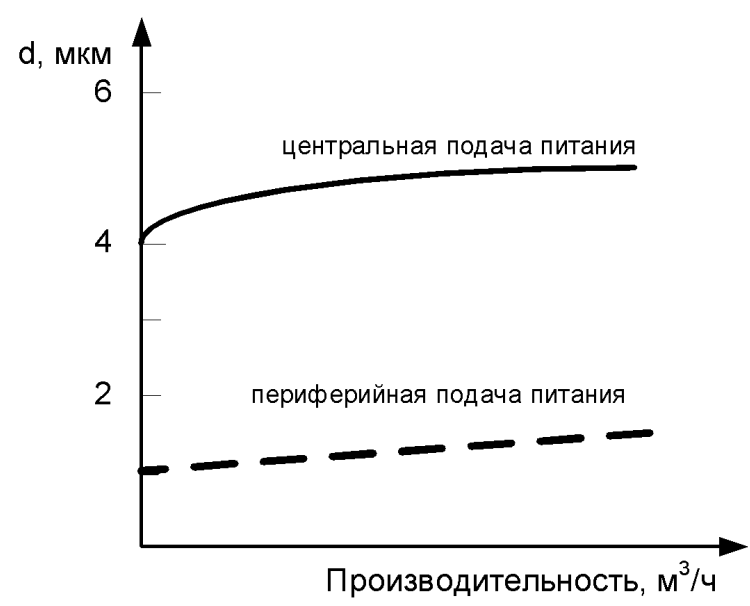
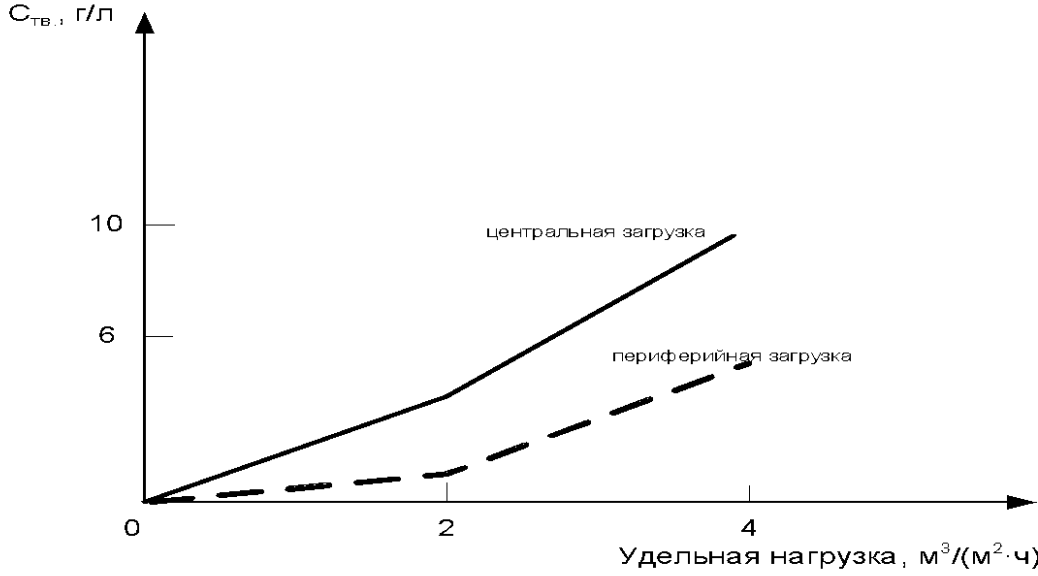
# Высокопроизводительный сгуститель



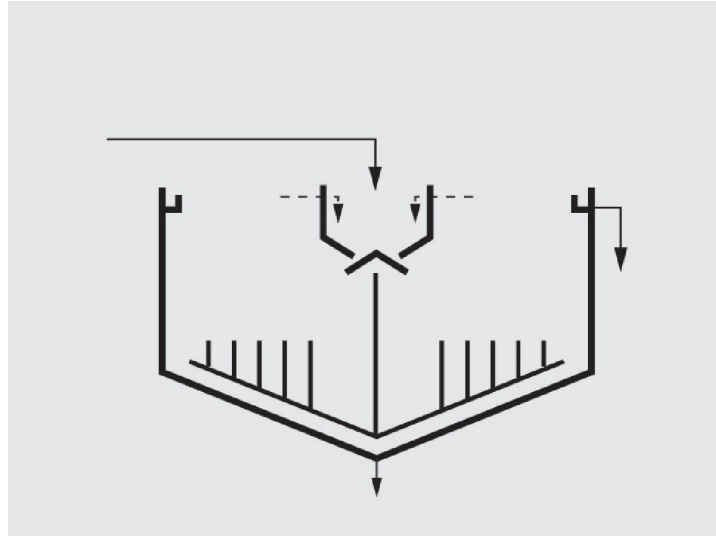
ISOMETRIC VIEW



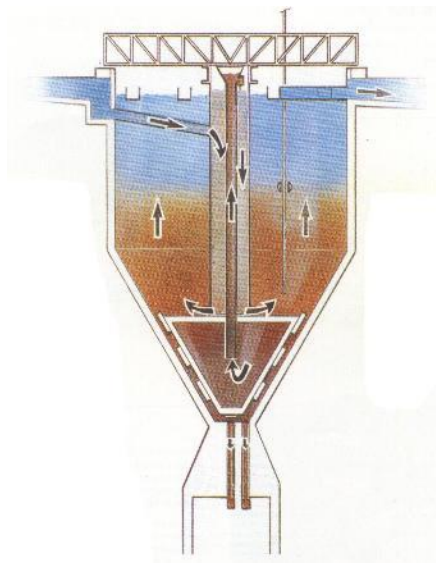
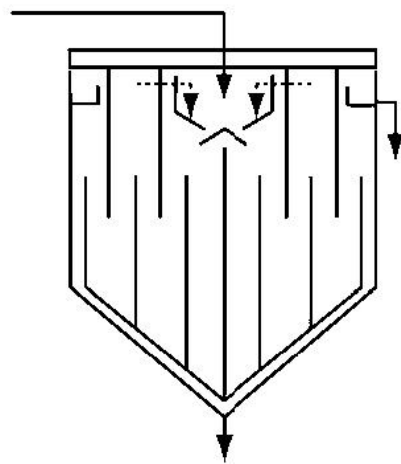




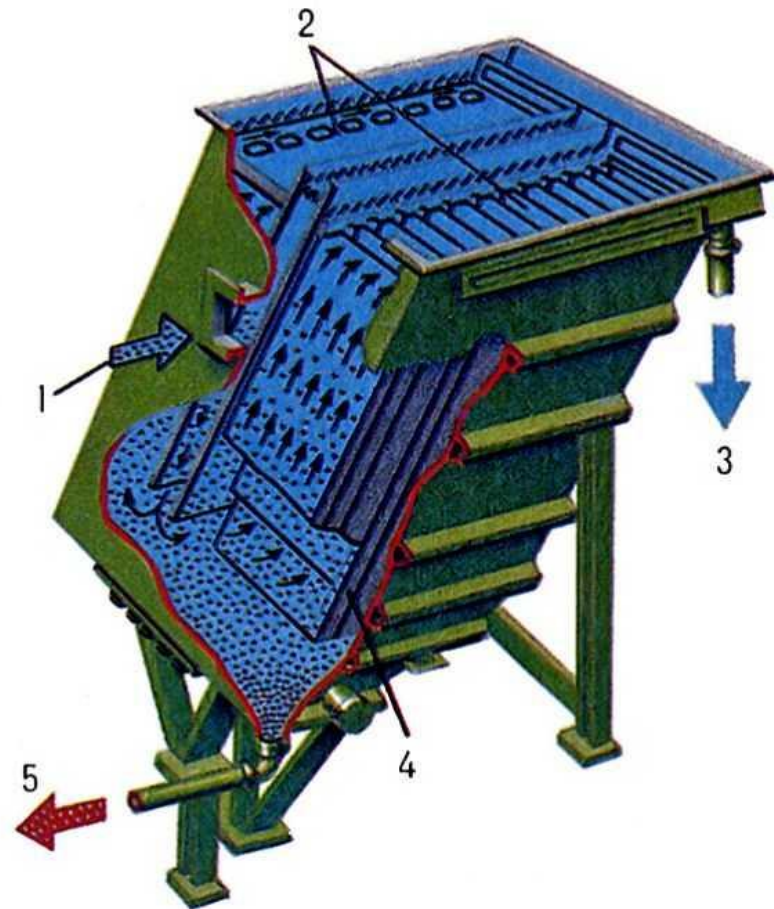
# Сгустители высокой плотности сгущения



# Пастовый сгуститель

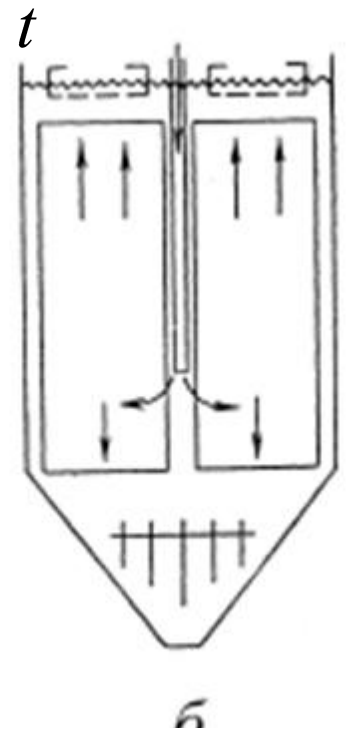
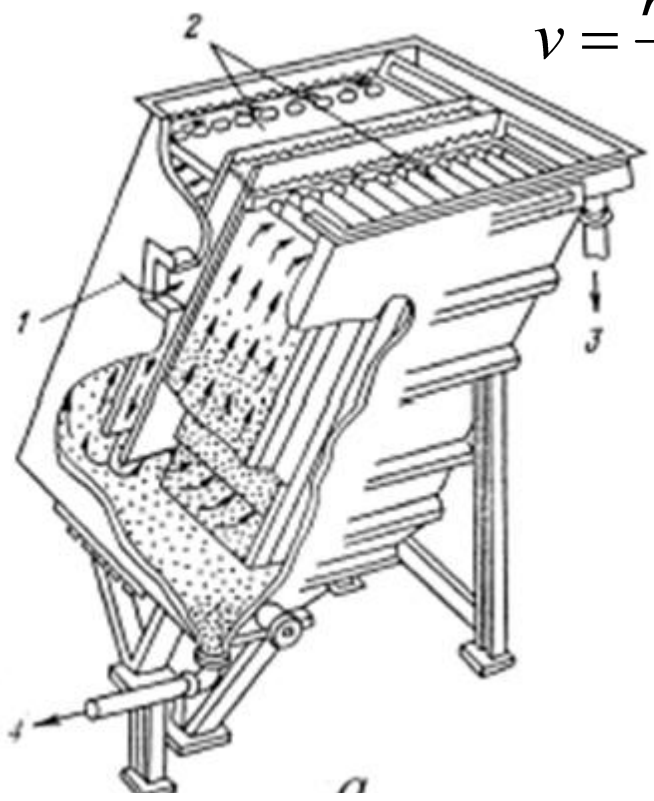


# Пластинчатый сгуститель

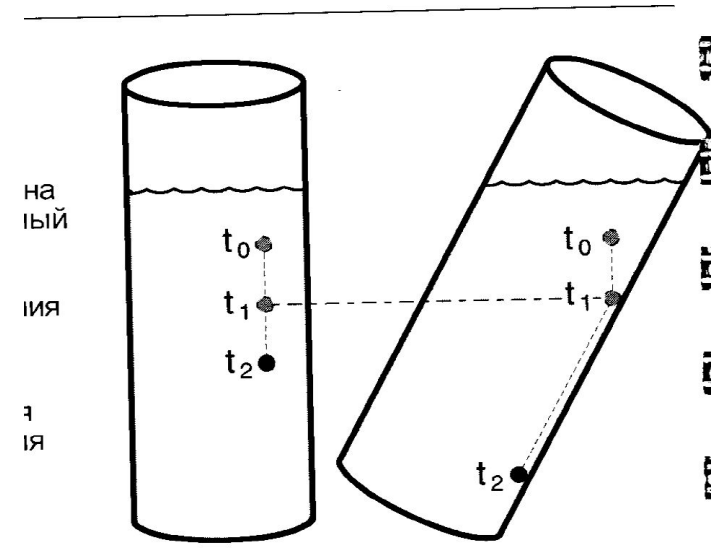


- 1 - подача питания;  
2 - камеры осветлённой жидкости; 3 - слив  
4 - пластины; 5 - сгущенный продукт

$$v = \frac{h \cdot \cos \alpha}{t}$$



## ТОНКОСЛОЙНЫЕ МОДУЛИ



Частицы между пластинами перемещаются в направлении результирующего вектора двух сил: силы, действующей со стороны восходящего потока ( $F_l$ ) и силы тяжести ( $F_g$ ).

Достигнув поверхности пластин, частицы соскальзывают в направлении разгрузки в зону сгущения.



Расстояние между пластинами 3-10 см

Угол наклона пластин  $45-60^{\circ}$ , чаще  $55^{\circ}$  для более концентрированных суспензий  
угол наклона меньше

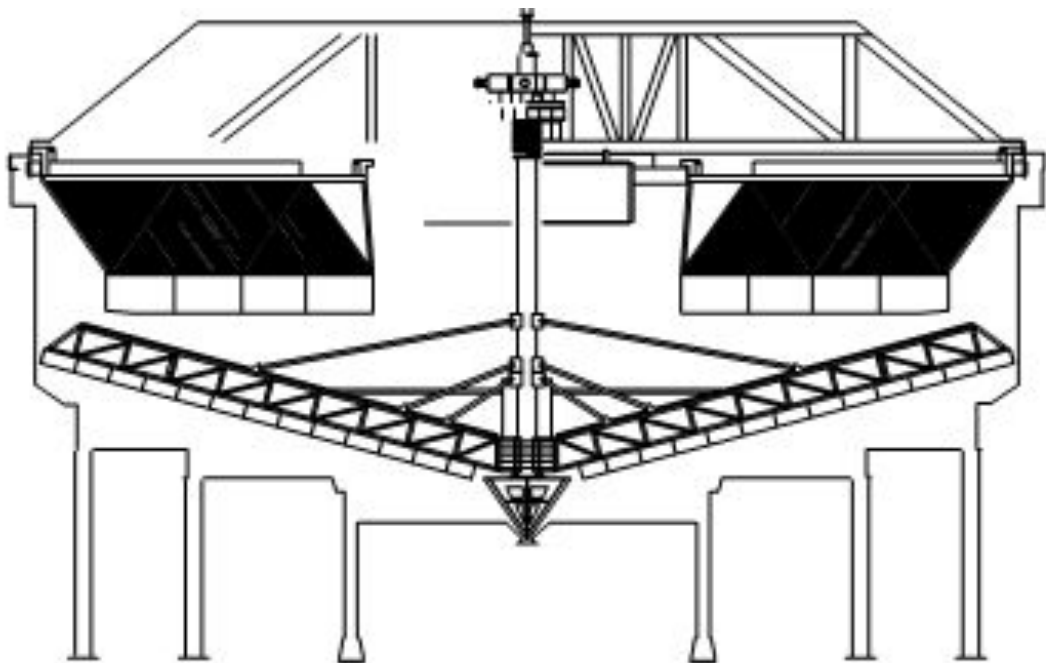
# Пластинчатые сгустители

## Преимущества

- Уменьшение габаритов на 12-60 % по сравнению с радиальными
- Высокая скорость осветления при низкой исходной концентрации твердого
- Переходные режимы течения воды ( $Re < 80$ )
- Более низкие капитальные затраты

## Ограничения

- Не эффективны при удельных нагрузках суспензии более  $2,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$
- Не эффективны для крупных, плотных частиц суспензии
- Не эффективны при высокой исходной концентрации твердого (более 10 г/л)
- Не эффективны при высокой пене (флотационные концентраты)
- Относительно низкая степень сгущения

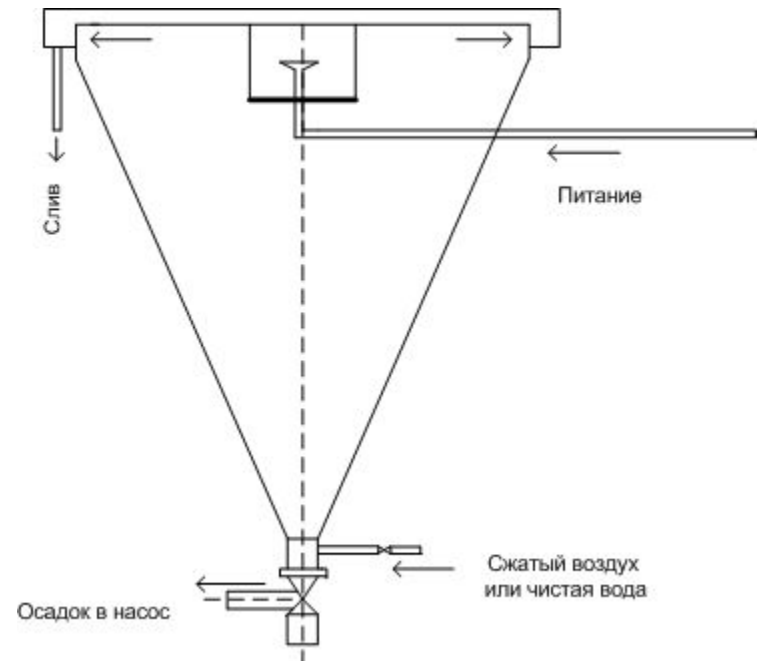


Отстойник с тонкослойными модулями  
Metso



# Другие аппараты

- Сгустительная воронка
- Механический классификатор
- Зумпфы



# Разделение в ц/б поле

- гидроциклонирование

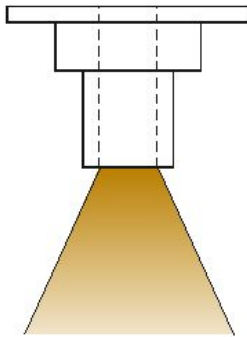
- центрифугирование

$$F = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R = \frac{m\pi^2 n^2 R}{900}$$

$$K = \frac{F_{\text{ц}}}{F_{\text{т}}} = \frac{m\omega^2 R}{mg} = \frac{\omega^2 R}{g}$$

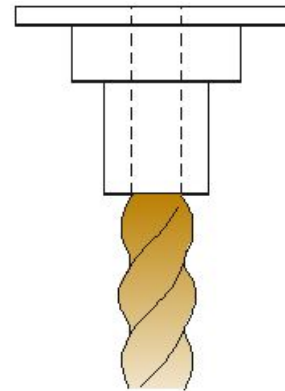
## Разгрузка напорного гидроциклона

Песковая насадка



Разгрузка классифицирующего г/ц

Песковая насадка

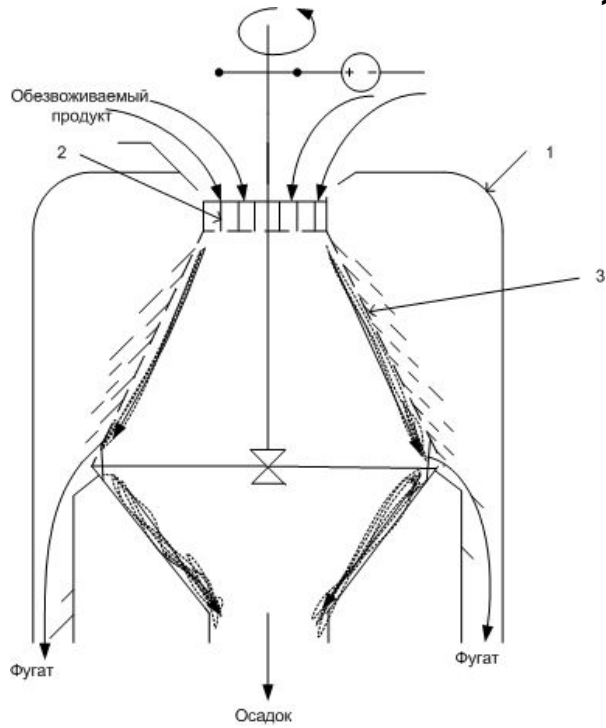


Разгрузка обезвоживающего г/ц

# Классификация центрифуг

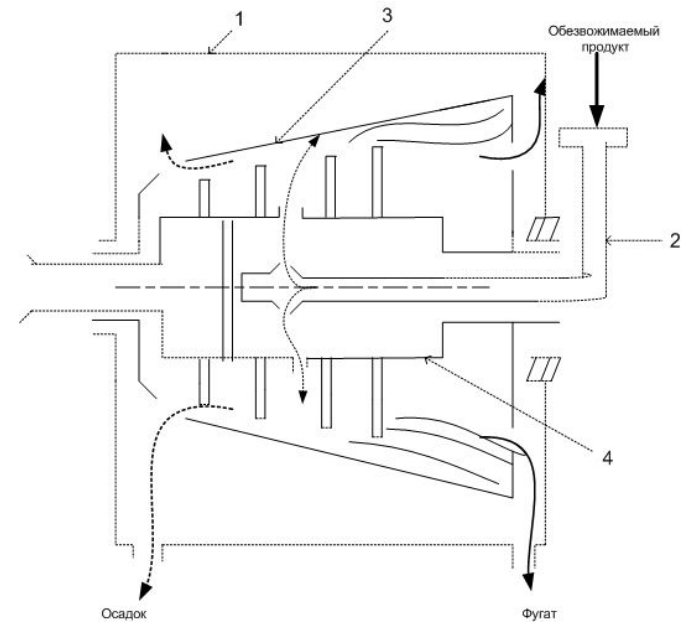
- Периодического или непрерывного действия
- Осадительные или фильтрующие
- Непрерывно действующие по типу выгрузки осадка –
  - инерционная выгрузка самотеком
  - со шнековой выгрузкой нашли наибольшее распространение;
  - с пульсирующим поршнем для выгрузки осадка

$1000 < K < 3000$



исходное содержание влаги  $\geq 40\%$   
(обводненные продукты)

Частота вращения шнека меньше частоты вращения ротора на 2,6 %.



исходное содержание влаги 15...40 %.

1- кожух, 2- питающий диск, питающая труба; 3-ротор; 4 – шнек

$K > 3000$  - суперцентрифуги

$$u_0 = \frac{d^2 g (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{жс}})}{18\mu}$$

Осадительные центрифуги

$$u_{\text{ц}} = \frac{\omega^2 r \Delta d^2}{18\mu} \text{ м/с}$$

$$\Delta = \rho_{\text{ТВ}} - \rho_{\text{Ж}}$$

$r$  – радиус вращения частицы;

$\Sigma = FKp$  (для ламинарного движения)

$\Sigma = FK^{0.785}$  (в переходном режиме)

$\Sigma = FK^{0.5}$  (в турбулентном режиме)

$$K = \frac{\omega^2 r \left(\frac{2\pi n}{60}\right)^2 \frac{r}{g} \approx \frac{n D}{1800} \quad K_p = \frac{(D-h)n^2}{1800}$$

$$F = \frac{\pi D^2}{4} l$$

$\Sigma$  – для трубчатых – 120-2520,

$\Sigma$  – для тарельчатых - 6300-12400,

$\Sigma$  – со шнековой выгрузкой – 560-600.

Производительность по сливу, м<sup>3</sup>/ч

$$Q = F \cdot u_0$$

$$Q = F \cdot u_{\text{ц}} = 2\pi r_{\text{ж}} l u_{\text{ц}}$$

где  $r_{\text{ж}}$  – радиус вращения жидкости.

$r_{\text{ж}} = D/2$   $l$  – длина ротора

Производительность по твердому, м<sup>3</sup>/с

$$Q_{\text{ТВ}} = \frac{dV\omega^2 r}{9\mu h}$$

где  $V$  – объем суспензии в роторе центрифуги;

$h$  – толщина осадка;

$r$  – радиус трубчатого ротора центрифуги.

$d$  – диаметр граничного зерна

$$Q_{\text{ТВ}} = 2u_g \Sigma$$

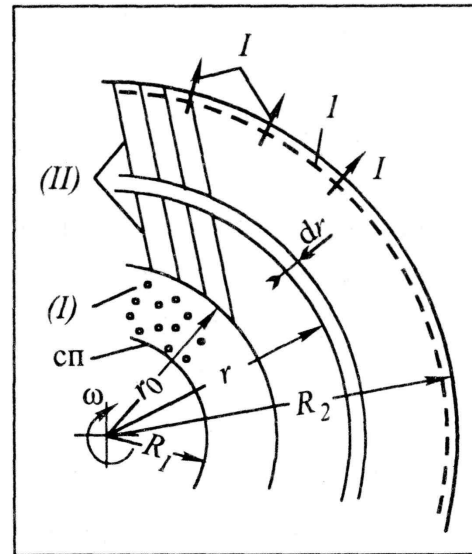
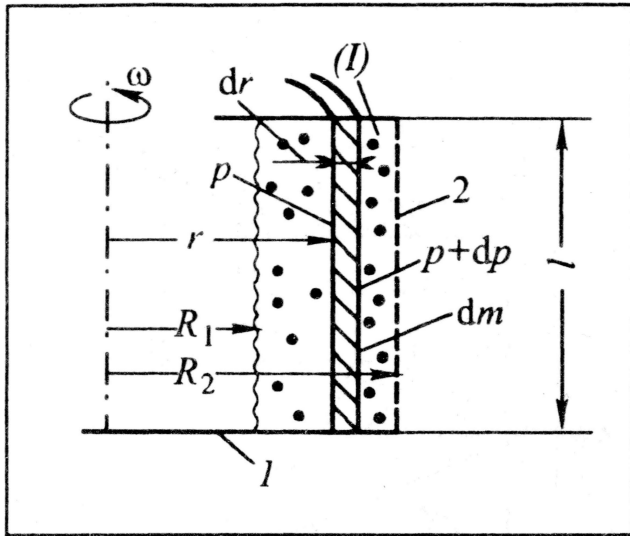
где  $u_g$  – предельная скорость осаждения в поле силы тяжести, м/с

$\Sigma$  – индекс производительности центрифуги; он показывает во сколько раз нужна большая площадь в м<sup>2</sup> ротора в отсутствии центробежного ускорения, обеспечивающего такое же осаждение частиц, как и в центрифуге.

# Фильтрующие центрифуги

Скорость фильтрации подчиняется закону Дарси:  $w_o = \frac{\Delta P}{\mu R_{oc}}$

Движущая сила – перепад давления  $\Delta p = \frac{m \cdot \omega^2}{2\pi l} \quad m = \rho\pi(R_2^2 - R_1^2)l$



$$\Delta p = \frac{\rho\omega^2}{2}(R_2^2 - R_1^2)$$

I - суспензия  
II – осадок  
сп – свободная поверхность

1 - перегородка

1 – барабан, 2 – фильтрующая перегородка

## Причина ограничения $K_p$ и размера барабана

$$p = 1,36 \cdot 10^{-3} n^2 \rho_{\text{ж}} (D_p^2 - D_{\text{вн}}^2), \text{ кгс/см}^2 \quad F = m \omega^2 D / 2$$

где  $p$  – давление жидкости на стенки ротора;

$n$  – число оборотов ротора в минуту;

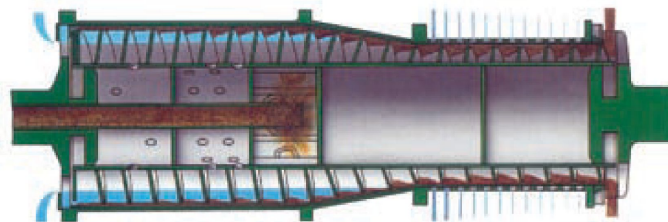
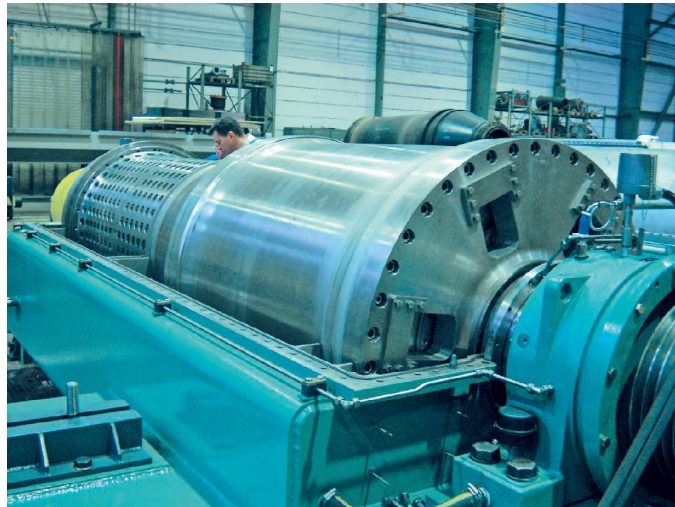
$\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости;

$D_p$  – диаметр ротора, см;

$D_{\text{вн}}$  – внутренний диаметр слоя жидкости, см.



# Комбинированная центрифуга ANDRITZ AG



# Процессы агрегирования Коллоиды

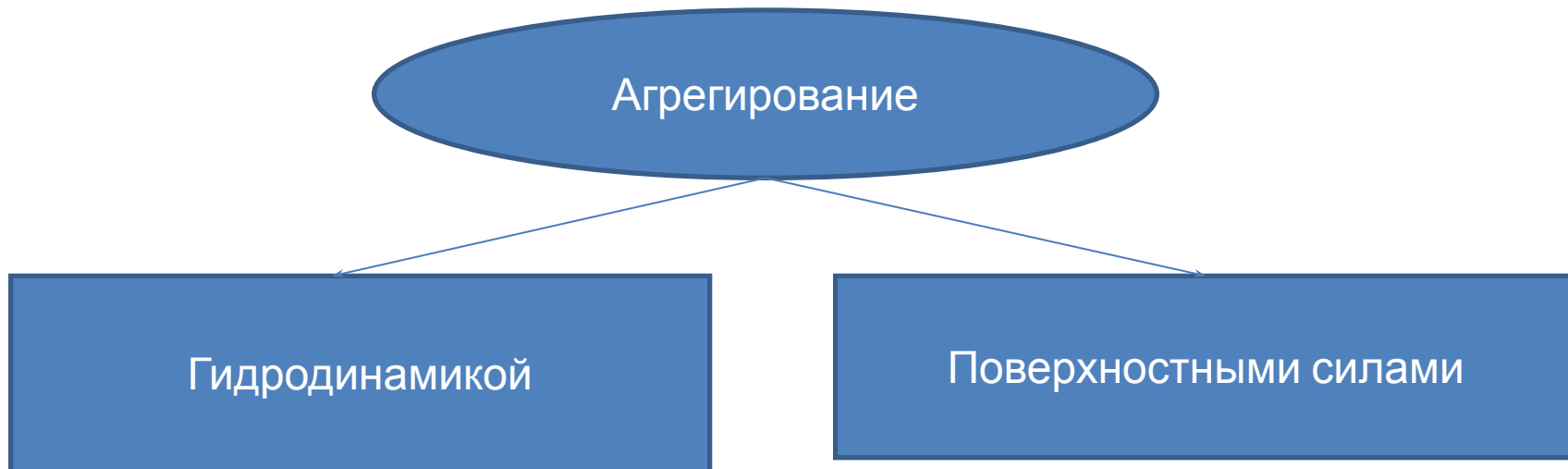
( $<10^{-8}$  м, тонкодисперсные частицы (шламы)  $< 20$  мкм)

## Укрупнение частиц

- Коагуляция  
(электролиты)
- Флокуляция  
(синтетические полимеры)

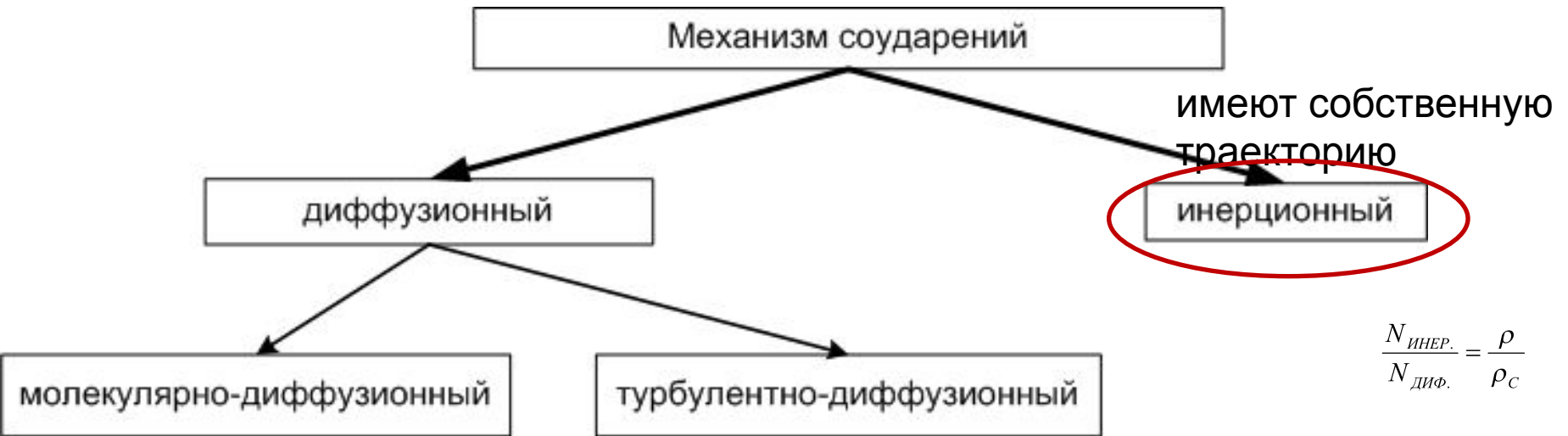
## Агрегативная устойчивость гетерогенной системы

- Пептизация  
(деагрегирования)
- Пептизаторы –  
электролиты,  
низкомолекулярные  
природные полимеры  
(назначение зависит от  
расхода реагентов)



# Стадии агрегирования

- Столкновение
- Прилипание
- Укрупнение агрегатов



$$\frac{N_{\text{инер.}}}{N_{\text{диф.}}} = \frac{\rho}{\rho_c}$$

$$\frac{K_i}{K_d} \cong \frac{\rho_{\tau} \left(\frac{d}{2}\right)}{\rho_{\text{ж}} \lambda_{\text{ж}}}$$

$(K_i/K_d = 1)$  и при  $\rho = 2—3,2 \text{ г/см}^3$  соответствует значению  $d = 33,60—21,0 \text{ мкм}$ .

Для агрегата «твердое-пузырек воздуха»:

Размер безынерционных частиц зависит от их плотности. Для частиц с плотностью  $4-6 \text{ г/см}^3$  диаметр равен  $15-20 \text{ мкм}$ , для частиц с плотностью  $2-3 \text{ г/см}^3$  -  $70-100 \text{ мкм}$ . Для частиц и капель с плотностью близкой к плотности воды ( $0,9-1,1 \text{ г/см}^3$ ) диаметр может достигать  $500 \text{ мкм}$ .

# Влияние интенсивности перемешивания

Вероятность соударений увеличивается для крупных частиц в 2-3 раза  
для мелких частиц в 3-4 раза

1 критерий

Интенсивность перемешивания – градиент скорости смешивания  $G, \text{с}^{-1}$

$$G = \sqrt{\frac{P}{V \cdot \mu}}$$

где  $G$  – градиент скорости смешения,  $\text{с}^{-1}$   
 $P$  – суммарная мощность, Вт  
 $V$  – объем воды в резервуаре,  $\text{м}^3$   
 $\mu$  – динамическая вязкость,  $\text{Па} \cdot \text{с}$

Суммарная мощность ( $P$ ) для  
смесителей механического типа

$$P = 2\pi \cdot n \cdot T,$$

где  $n$  – частота вращения вала,  $\text{с}^{-1}$   
 $T$  – начальный момент вращения,  
 $\text{Н} \cdot \text{м}$

Суммарная мощность ( $P$ ) для смесителей гидравлического  
типа

$$P = \Delta H \cdot Q,$$

где  $\Delta H$  – потеря напора в смесителе, Па  
 $Q$  – расход воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Столкновение

Интенсивное смешение  
 $G\ 1000\ c^{-1}$

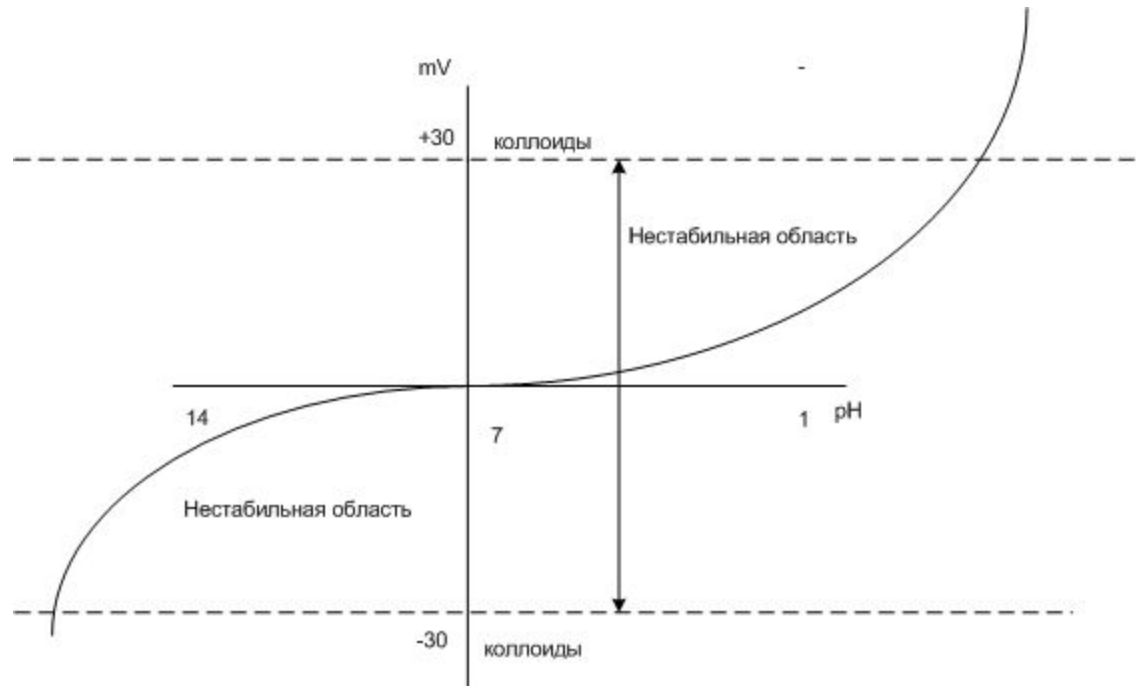
Спокойные условия  
перемешивания  
 $G\ 50-100\ c^{-1}$

Укрупнение

Классические условия смешения с  
реагентами



Коагуляция определяется действием электростатических сил, регулируется электролитами





# Оптимальный диапазон pH при которых работают неорганические поливалентные коагулянты

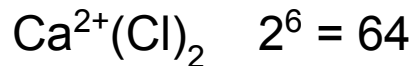
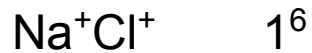
Наименование гидроксида	Значение pH
$\text{Al}(\text{OH})_3$	4,5-7,0
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	8,5-10,5
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	4-6 и 8-10

# Правило Шульца-Гарди (Ландау-Дерягина)

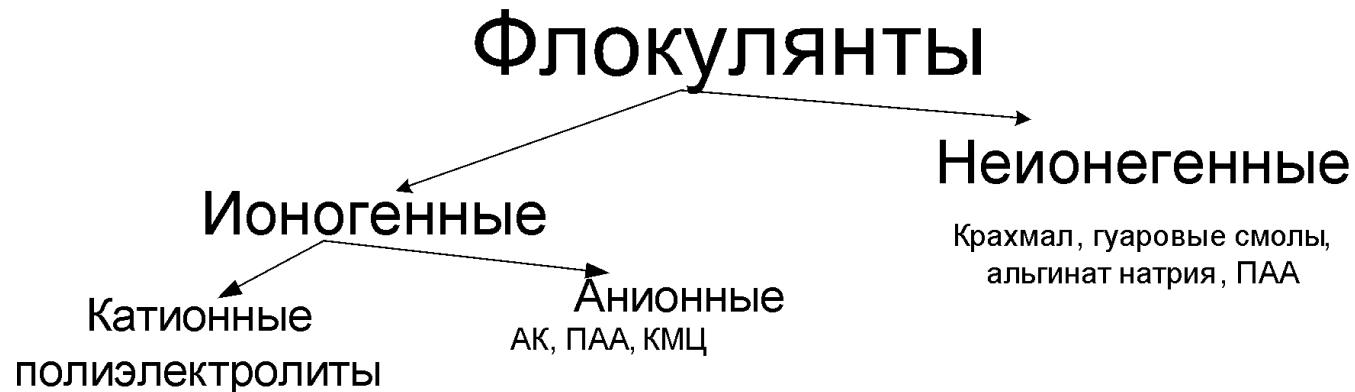
$$nz^6 = \text{const}$$

Концентрация электролита, необходимая для достижения порога коагуляции, в

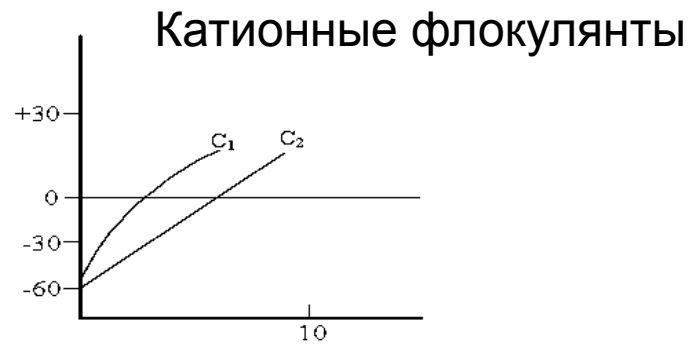
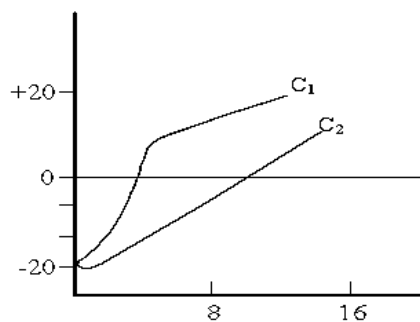
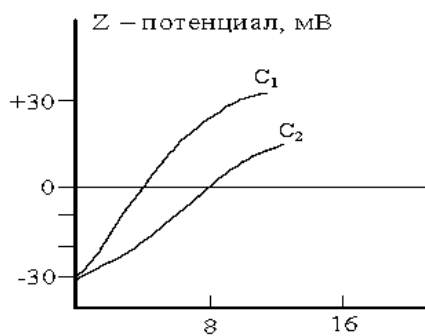
раз меньше для многовалентных электролитов.



# Классификация флокулянтов по признаку продуктов диссоциации

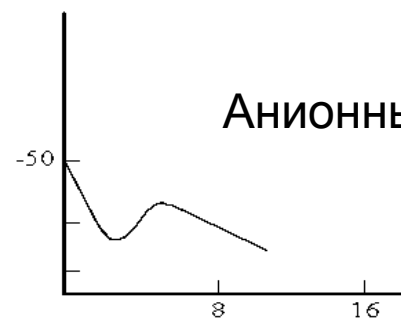
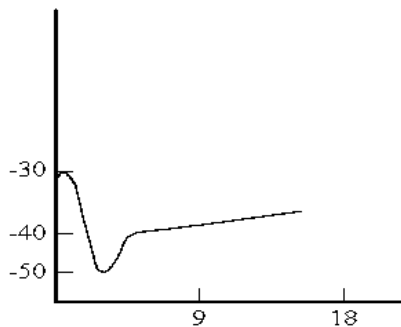
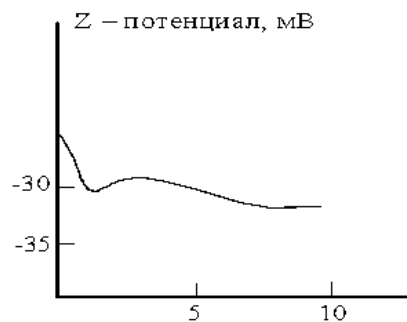


# Влияние на ЭКП



Количество полиэлектролита, мг/л

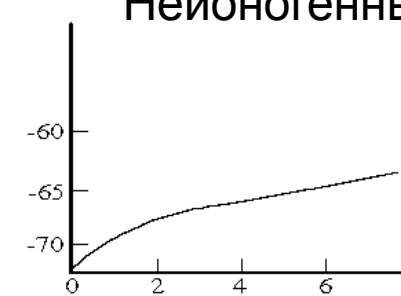
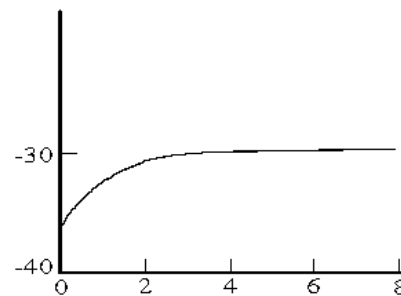
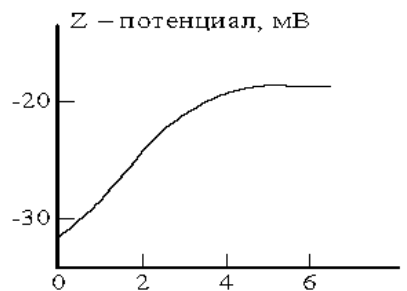
б)



## Анионные флокулянты

Количество флокулянта, мг/л

в)



## Неионогенные флокулянты

Количество флокулянта, мг/л

# Механизм флокуляции

## Необратимый процесс

- Адсорбция на активных центрах
- Образование трехмерных агрегатов за счет мостиковой флокуляции (синтетические высокомолекулярные полимеры)

## Обратимый процесс

- Адсорбция на активных центрах
- Повышение гидрофобности поверхности (органические соединения - собиратели)



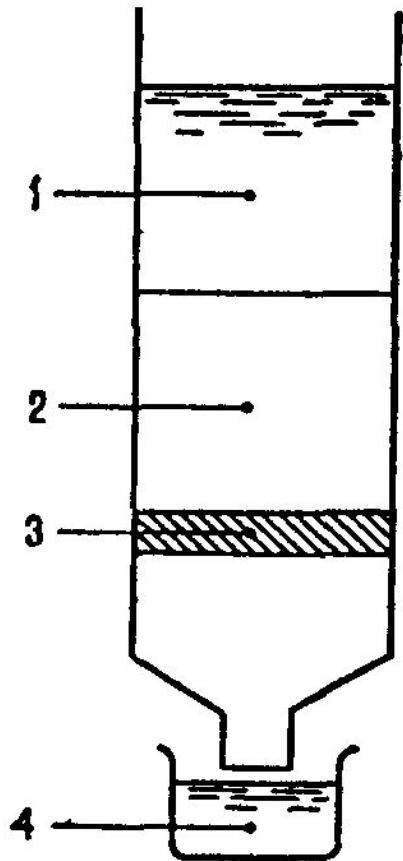
Без флокулянта

С флокулянт

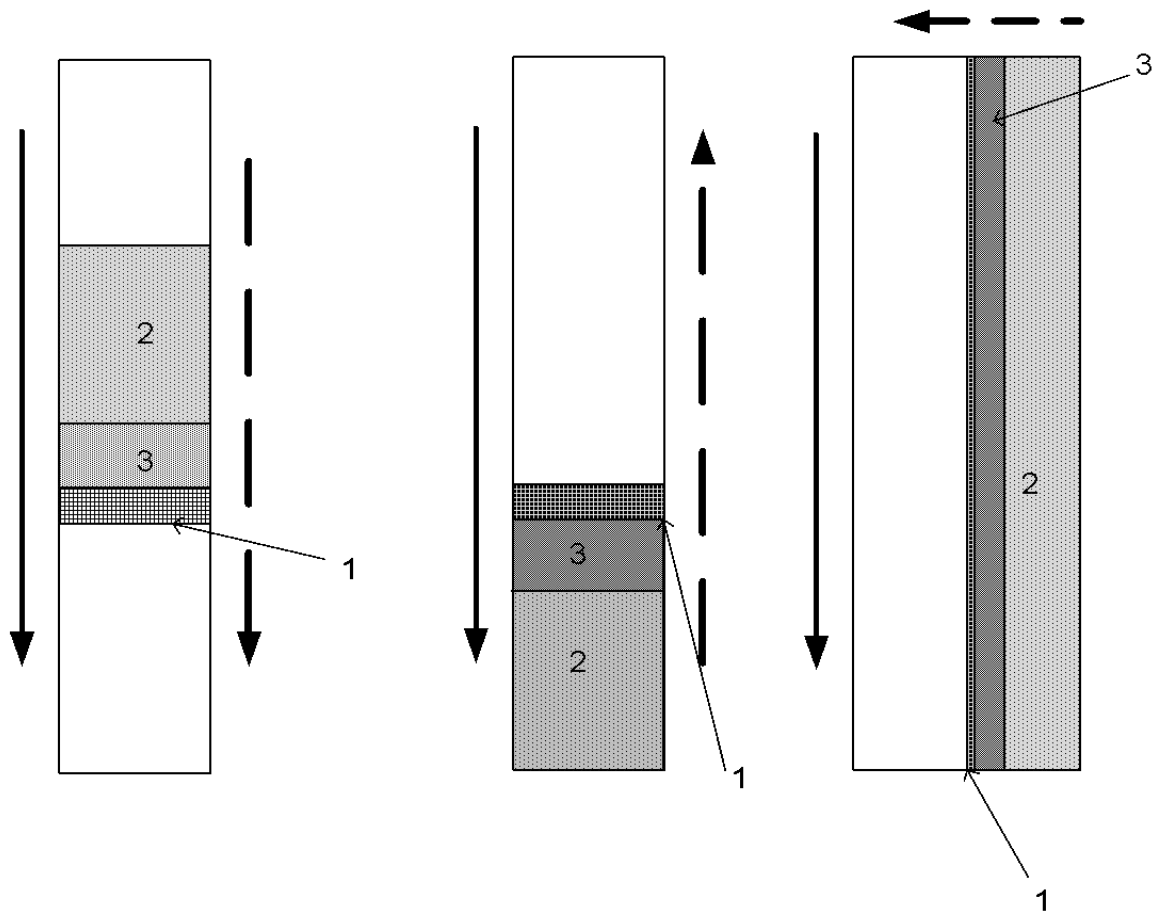
Увеличивается объемная концентрация твердого,  $\text{г/м}^3$

# Фильтрация

$C_{TB} < 0,1-1 \%$ .



$C_{TB} > 50 \%$



# Процесс фильтрования

1. Фильтрование или фильтроцикл
2. вспомогательный цикл - операции промывки, продувки осадка на фильтре, снятие осадка, подготовка фильтрующей перегородки к фильтроциклу (промывка и сушка).



# Скорость фильтрования

## выражают

- Через изменение расхода воды в ед. времени или в дифференциальном виде:

- Через изменение давления и сопротивление осадка (з-н Дарси):

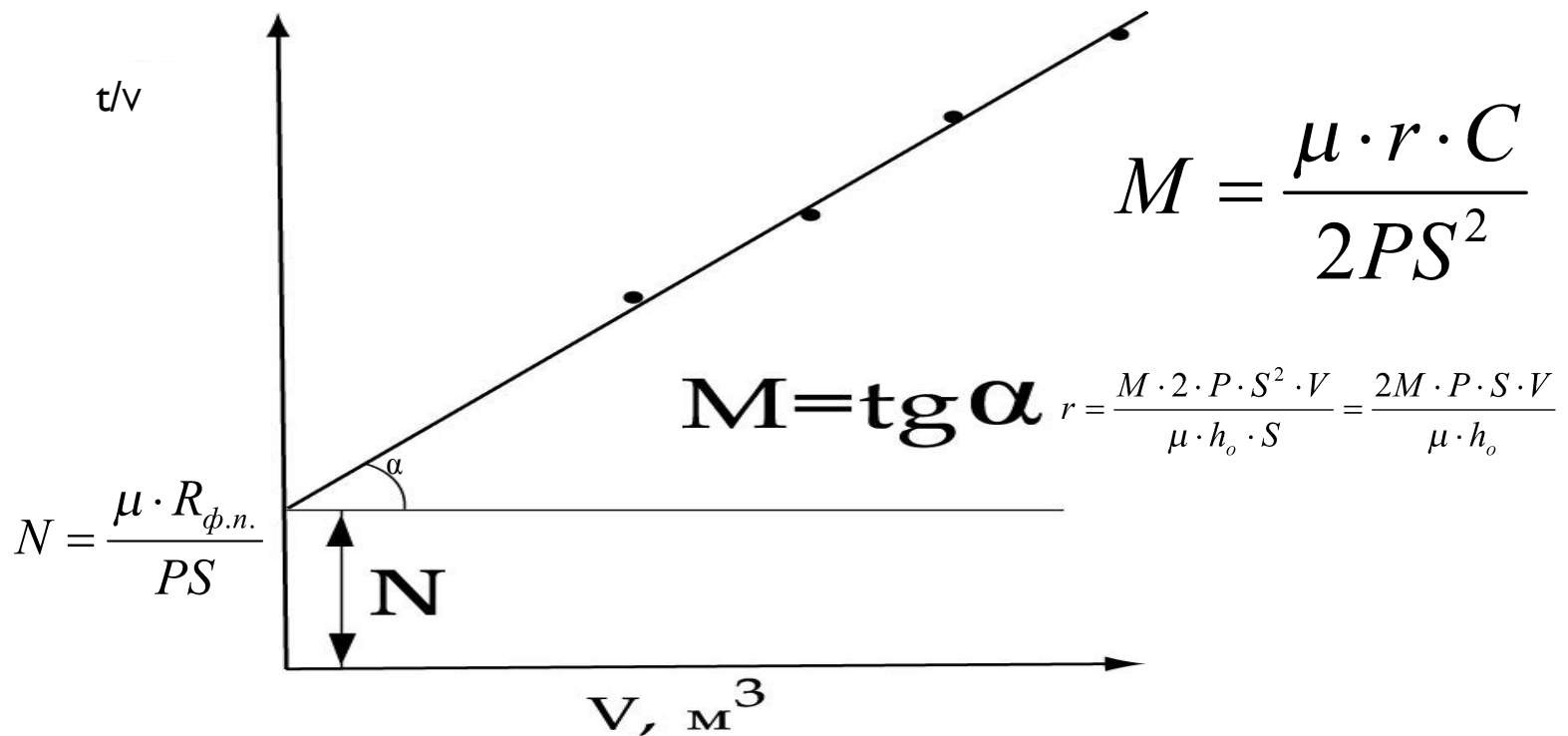
$$\Delta p = \lambda \frac{l \rho_{\text{ж}} w^2}{d_{\text{э}}^2}$$

$$w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot R} = k \cdot \Delta P$$

$$W = \frac{dW}{S d\tau}$$

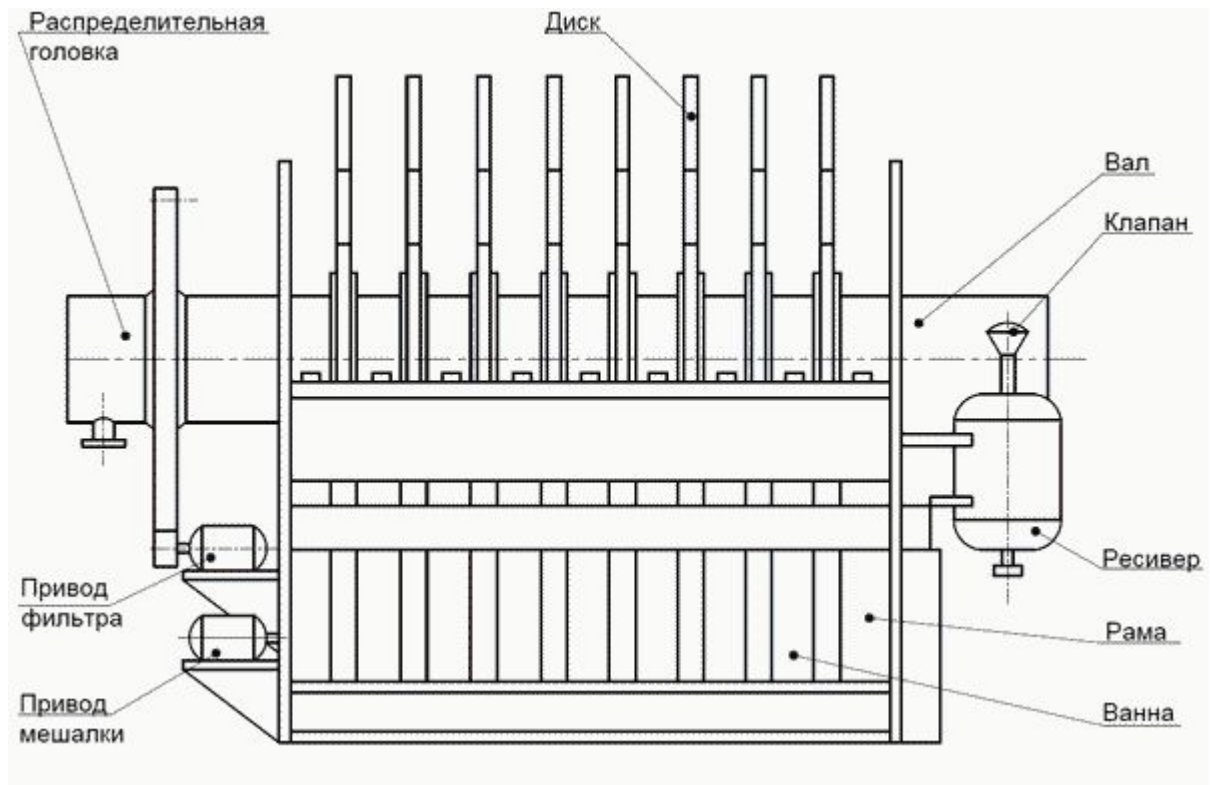

$$(R = R_{\text{ос}} + R_{\text{фп}})$$

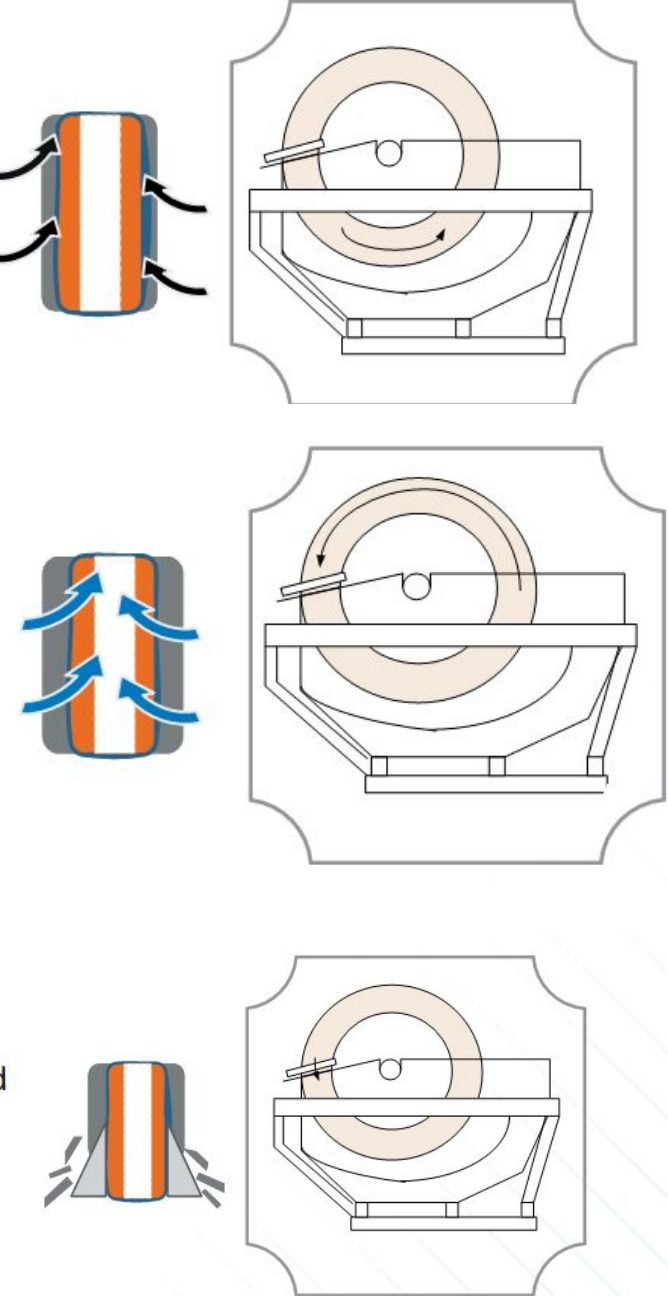
# Графическое решение уравнения



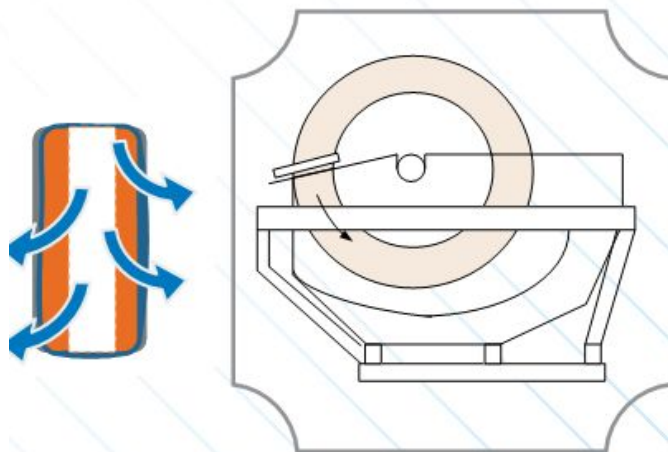
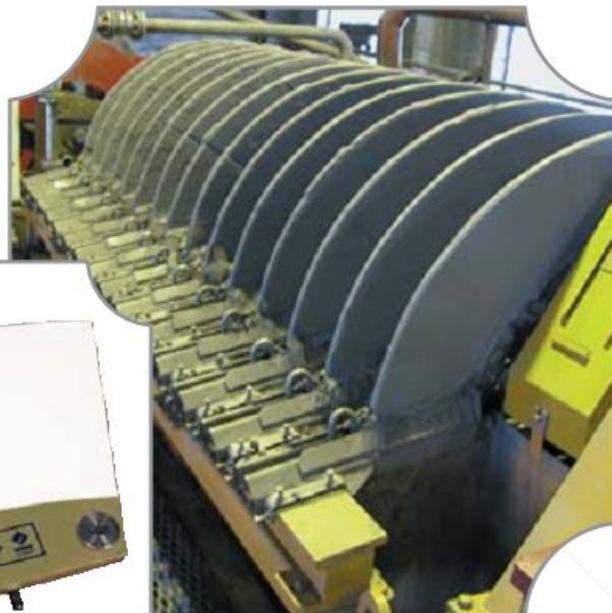
# Классификация аппаратов

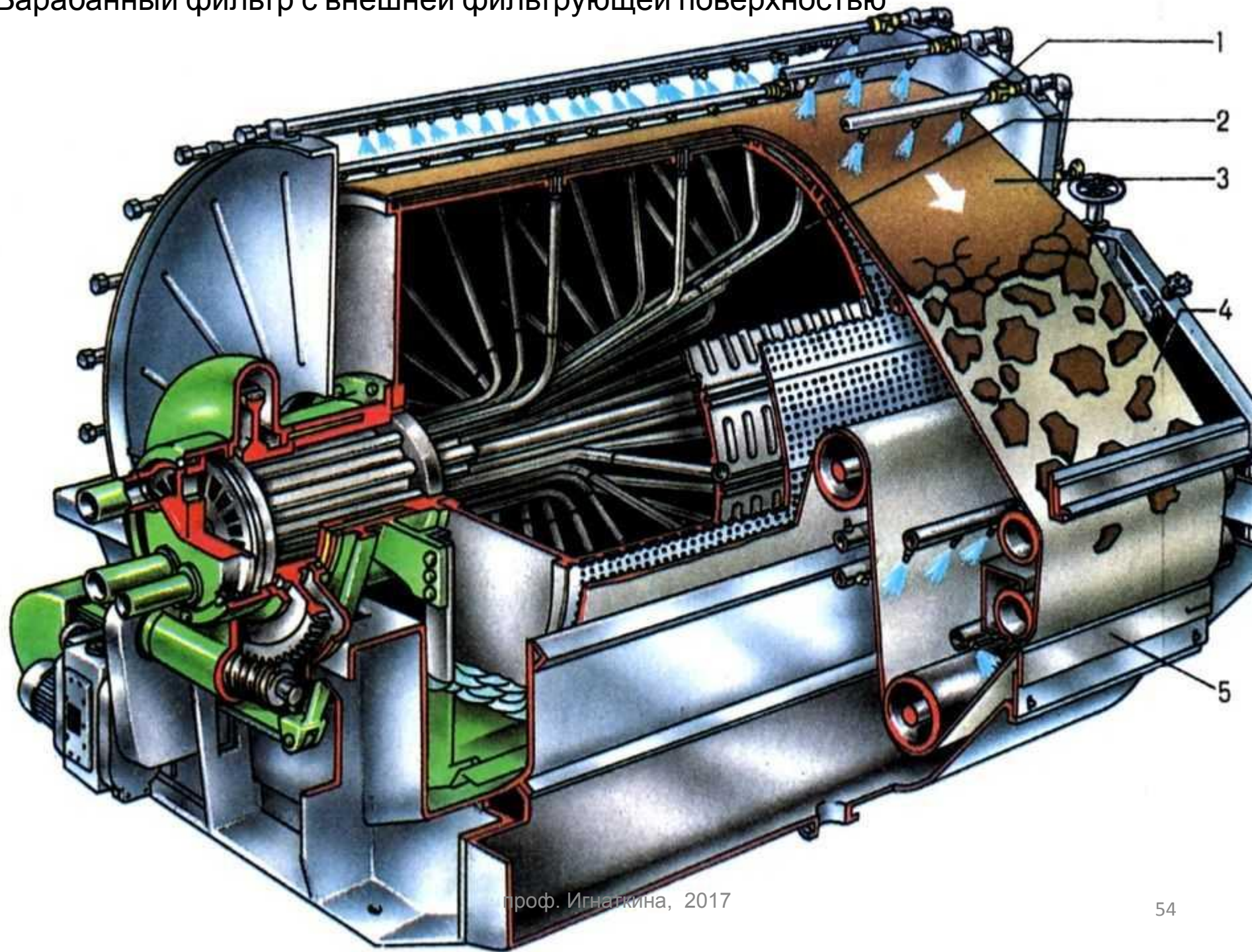
- Вакуум-фильтры (барабанные, дисковые, ленточные, керамические)
- Фильтр-прессы (диафрагмовые, камерные, ленточные)
- Патронные (сетчатые, мембранные)



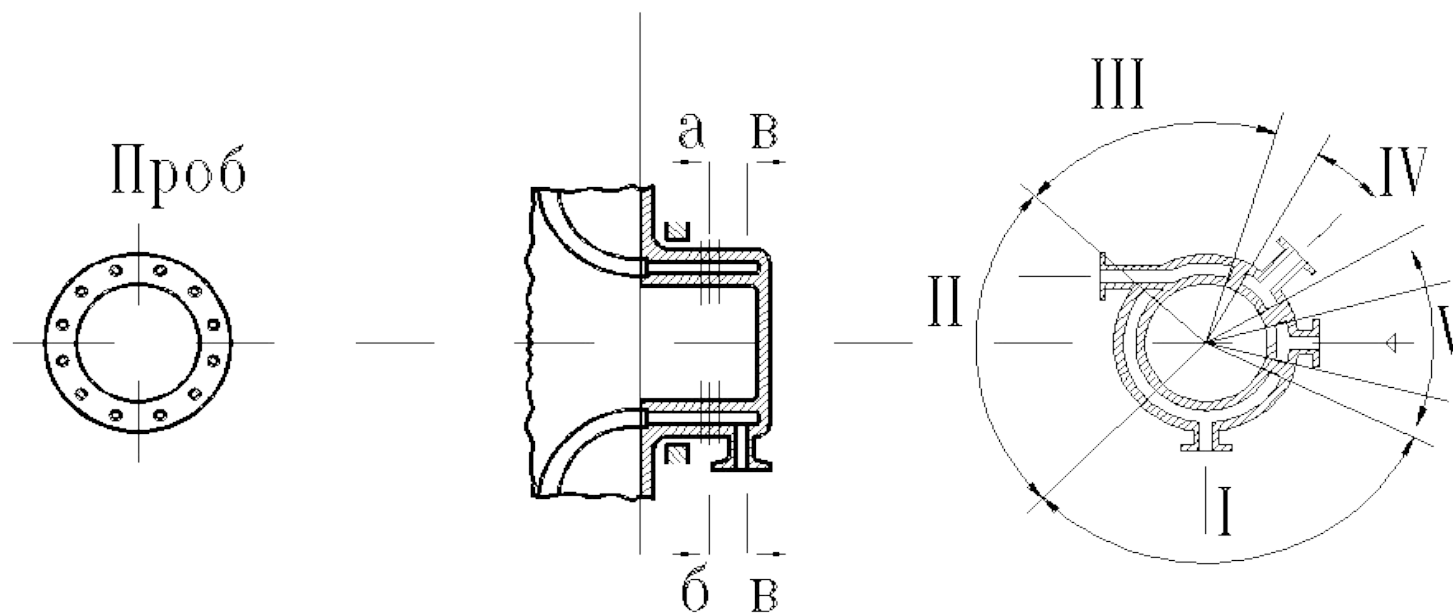


CDF

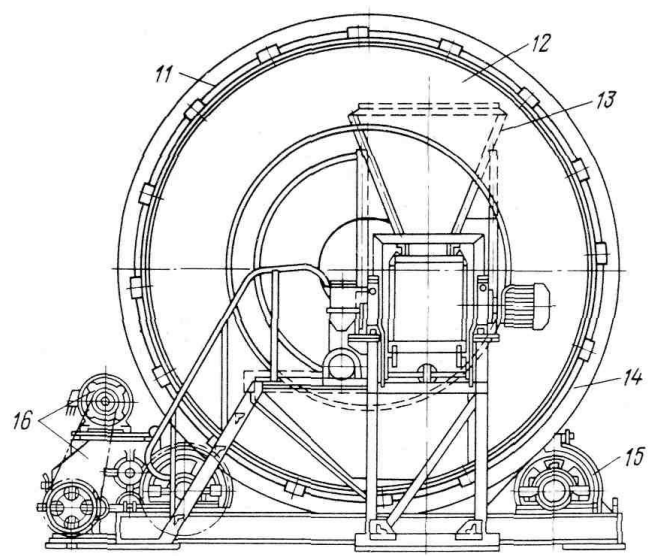
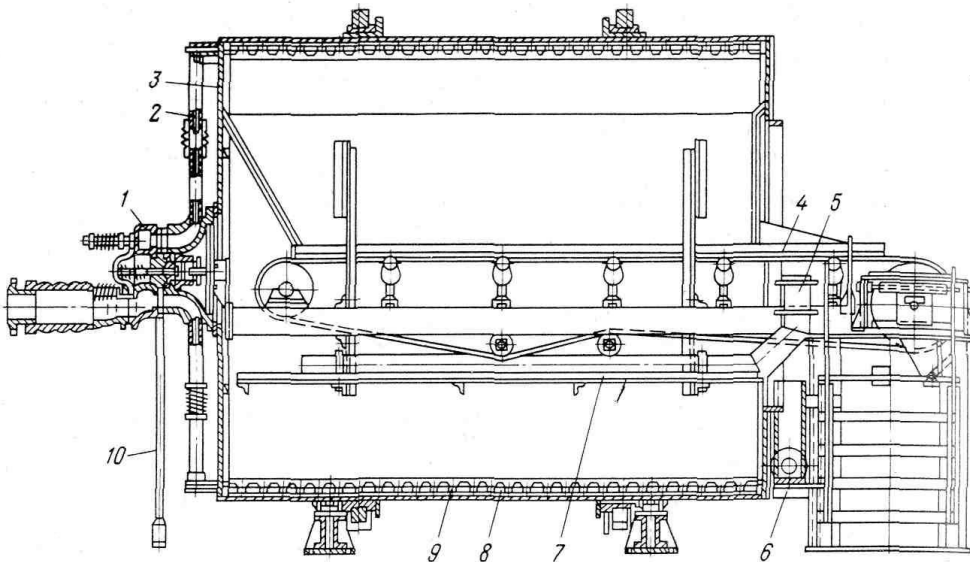




# Схема распределительной головки барабанного вакуум-фильтра с внешней фильтрующей поверхностью



1 - подвижный диск; 2 - неподвижный диск; I - зона фильтрования; II - зона просушки;  
III - зона промывки и просушки осадка; IV - зона отдувки осадка; V - зона очистки ткани.



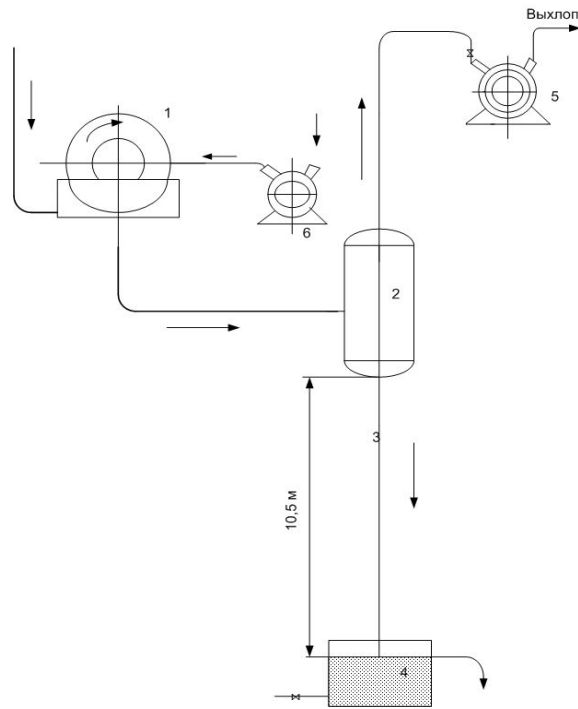
Удобны в случае фильтрования грубозернистого материала, который осаждается на фильтровальную перегородку, а не в корыте. Они рекомендуются для пульп, в которых осаждение частиц происходит со скоростью более 8 мм/с.

Рис. 46. Барабанный вакуум-фильтр с внутренней фильтрующей поверхностью:

- 1 — распределительная головка; 2 — труба для соединения ячейки с распределительной головкой; 3 — торцевая крышка; 4 — конвейер; 5 — питающая труба;
- 6 — лоток для перелива; 7 — обслуживающая площадка; 8 — матрац; 9 — ткань; 10 — тяга;
- 11 — барабан; 12 — кольцевой борт; 13 — воронка для приема осадка;
- 14 — бандаж; 15 — ролик; 16 — привод

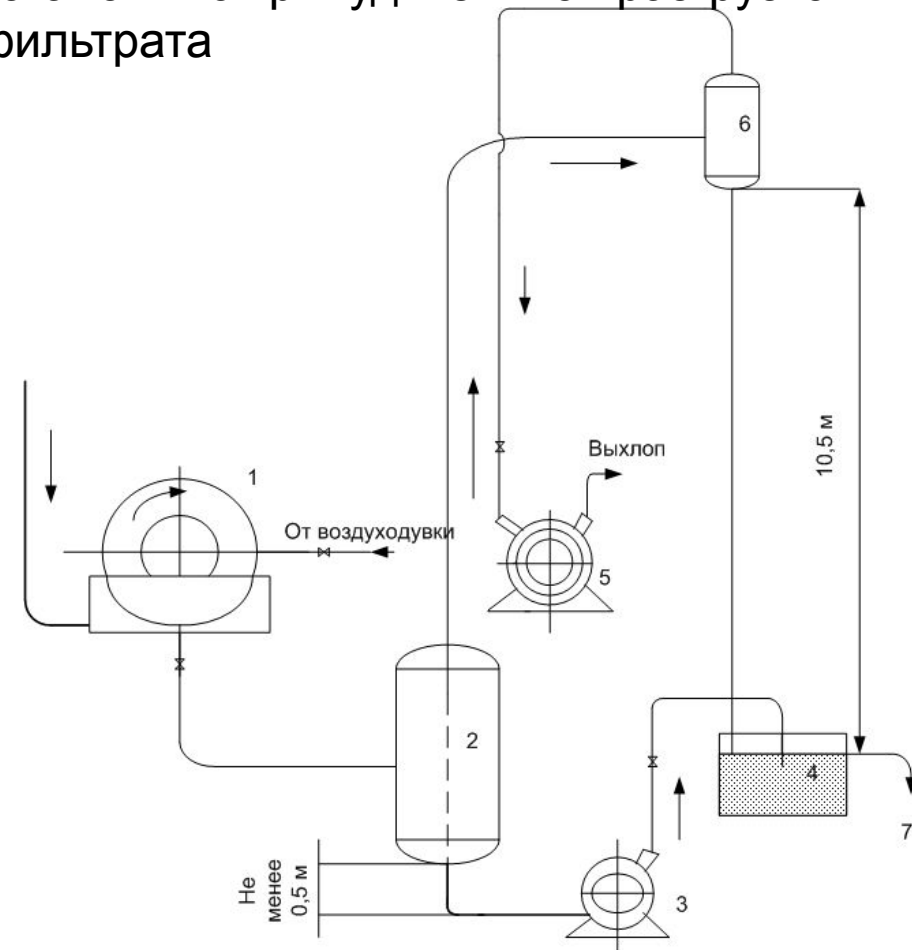


# Схема фильтровальной вакуум-установки с самотёчной разгрузкой фильтрата



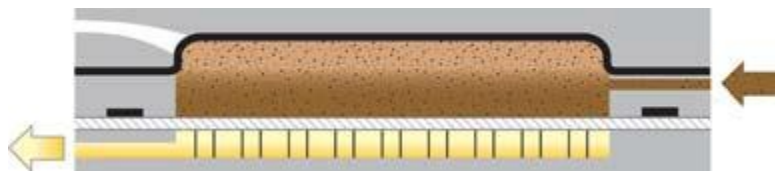
- 1 – вакуум-фильтр; 2 – ресивер вакуум-насоса; 3 – трубопровод для фильтрата; 4 – сборник фильтрата; 5 – вакуум-насос; 6 – воздуходувка

# Схема фильтровальной вакуум-установки с принудительной разгрузкой фильтрата



- 1 – вакуум-фильтр; 2 – ресивер вакуум-насоса; 3 – центробежный насос; 4 – сборник фильтрата; 5 – вакуум-насос; 6 – ловушка для фильтрата; 7 – трубопровод для фильтрата

## Заполнение камеры суспензией



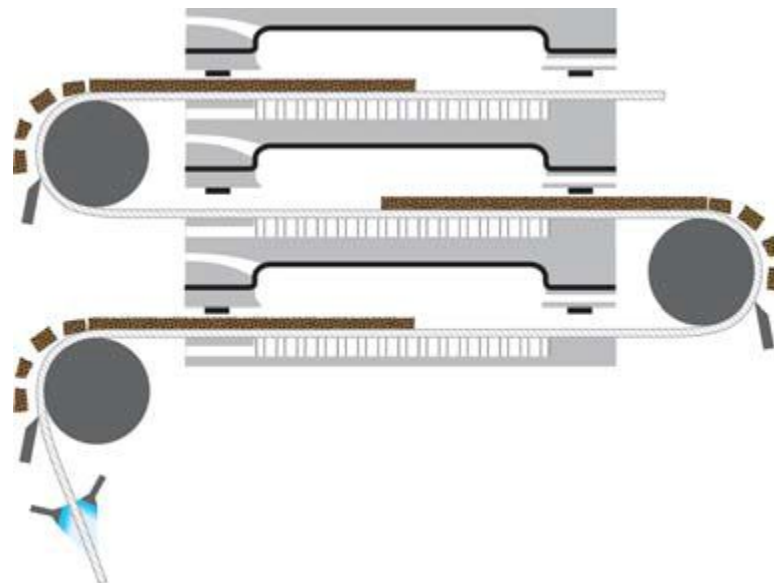
## Просушка воздухом



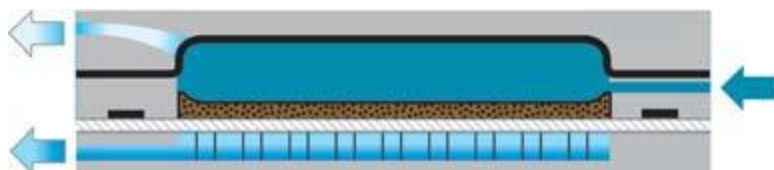
## Диафрагменное фильтрование



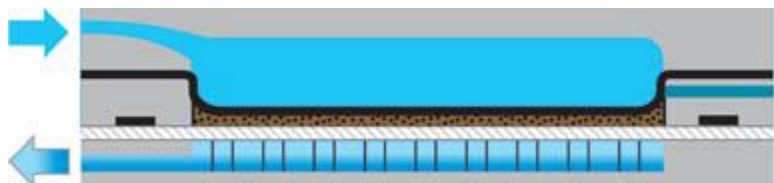
## Выгрузка кека и промывка фильтроткани



## Промывка кека

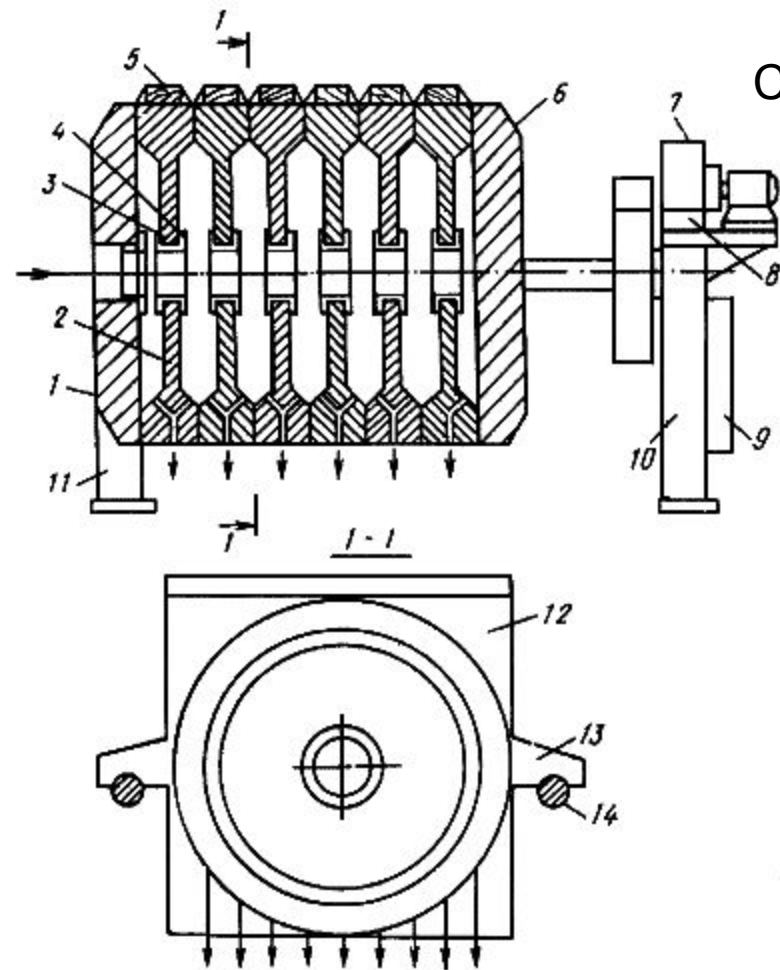


## Диафрагменное фильтрование 2



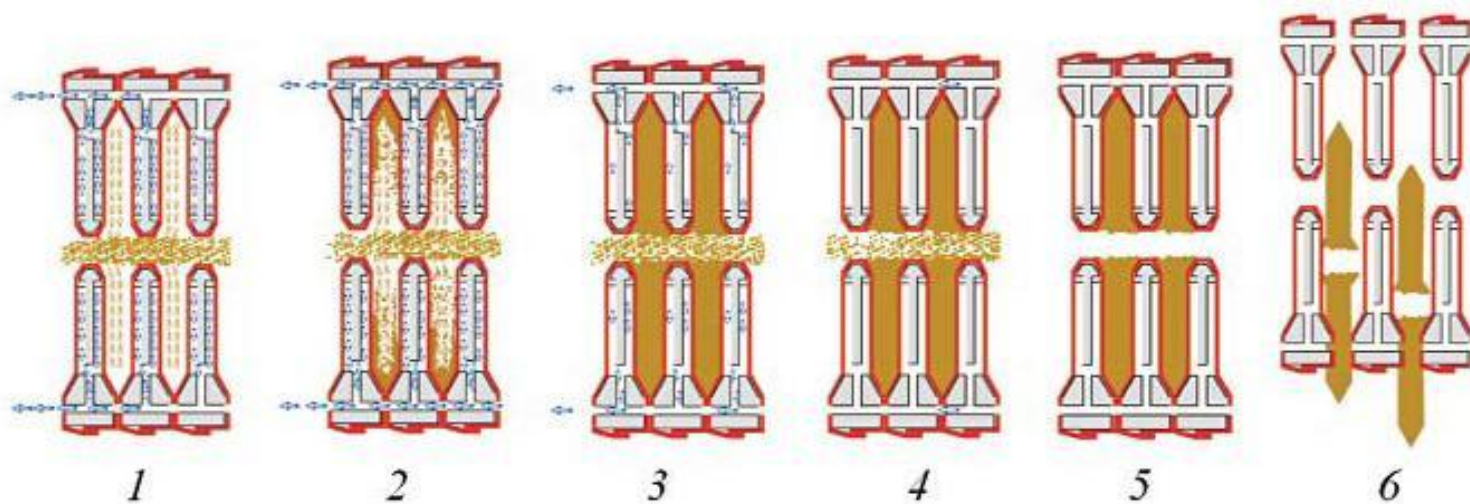
Влажность кека 5 %

## Схема фильтр-пресса камерного (рамного) типа



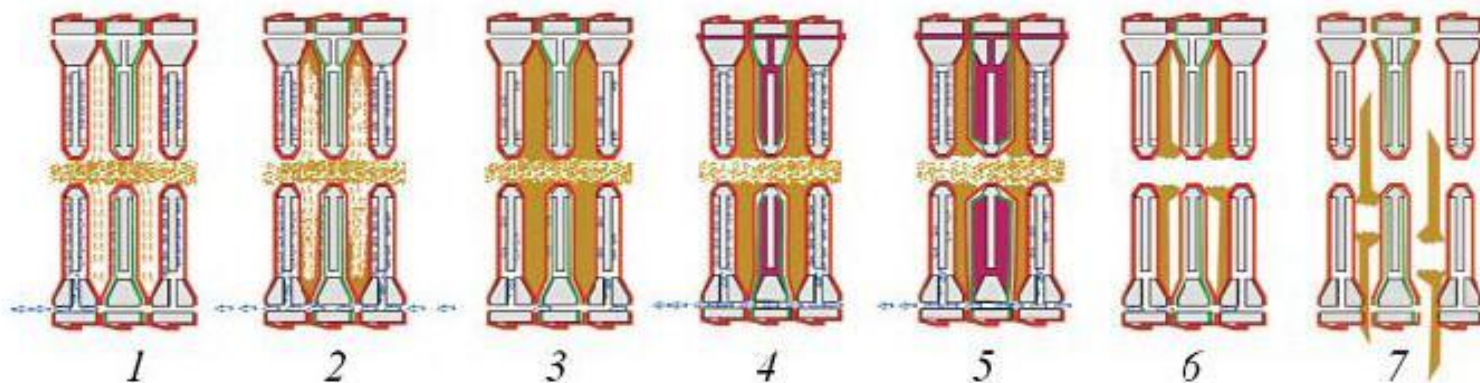
Плита, рама и фильтровальная перегородка представляют единичную ячейку фильтра

1 - упорная плита; 2 - фильтровальная (промежуточная) плита; 3 - втулка; 4 - гайка; 5 - планка для установки фильтровального полотна; 6 - нажимная плита; 7 - механизм зажима; 8 - пульт управления; 9 - станция управления; 10, 11 - стойки; 12 – фильтровальное полотно; 13 - рукоятка плиты; 14 - балка опорная



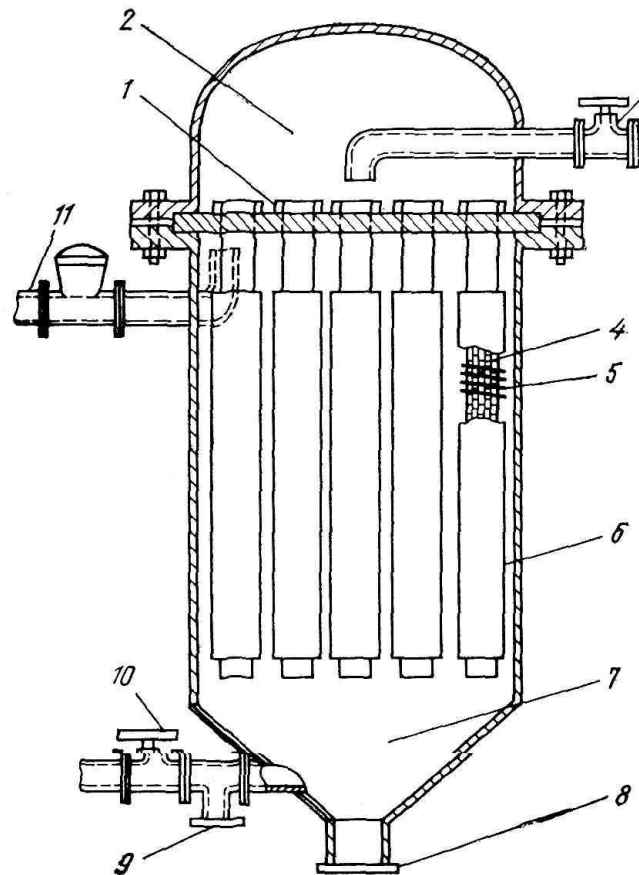
**Цикл фильтрации камерного фильтр-пресса:**

*1* — подача исходной суспензии; *2* — осаждение кека на салфетке; *3* — камеры заполнены; *4* — прекращение подачи суспензии и продувка каналов; *5* — камеры отвода пустые; *6* — сброс кека



**Цикл фильтрации мембранного фильтр-пресса:**

*1* — подача исходной суспензии; *2* — осаждение кека на салфетке; *3* — камеры заполнены; *4* — прекращение подачи суспензии, подача среды в мембранное пространство; *5* — сжатие кека мембранами (дополнительное обезвоживание); *6* — прекращение сдавливания кека мембранами и продувка; *7* — сброс кека



1 – разделительная перегородка; 2 – верхняя камера; 3- отводной трубопровод фильтрата; 4 - основа цилиндрического элемента; 5 – сетка цилиндрического элемента; 6 – слой фильтрующего порошка; 7 – нижняя камера; 8 – разгрузка осадка; 9 – сливной кран; 10 – трубопровод исходной суспензии; 11 – штуцер для сброса сжатого воздуха

Рисунок – Патронный фильтр

# Расчет фильтров

При известной производительности по концентрату  $Q$  (т/ч) сперва определяют общую площадь фильтрования

$$S = Q/q,$$

а затем число фильтров  $n$ , необходимых для установки,

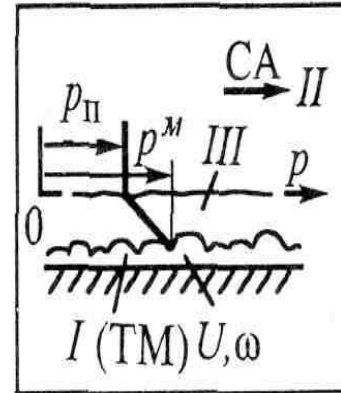
$$n = S/S_{\phi},$$

где  $S_{\phi}$  — площадь фильтра,  $\text{м}^2$ ;  $q$  — удельная производительность,  $\text{т}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

# Движущая сила сушки

Рис.15.14. Условие сушки:

*I* – высушиваемый твердый материал, *II* – сушильный агент, *III* – пограничная пленка в потоке сушильного агента над твердым материалом



$$p_m > p_n$$

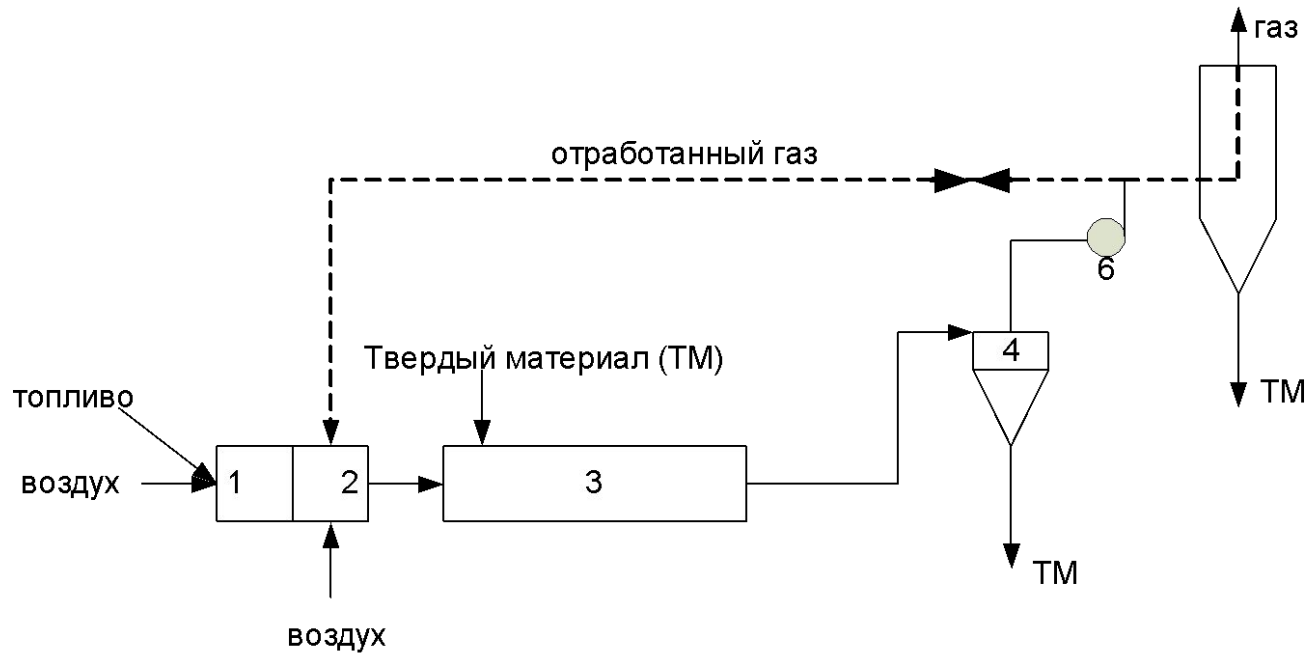
$$p_m > p_n$$

Движущая сила процесса заключается в разности давления паров влаги твердого материала (ТМ) и сушильного агента (СА).

$$p_m = p_n$$

$$p_m < p_n$$

# Принципиальная схема сушки дымовыми газами



1 – топка; 2 – камера смешения; 3 – сушилка; 4,5 – аппараты обеспыливания; 6 – вентилятор



Конечная влажность материала  $S_{кон.}$  зависит от следующих входных параметров, с помощью которых регулируется процесс:

1) время сушки –  $\tau$ , ч;

2) удельный расход воздуха -  $l = \frac{L}{W}$ ,  $\frac{\text{кгвоздуха}}{\text{кгводы}}$

3) удельный расход топлива -  $q = \frac{B_0}{W}$ ,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кгводы}}$

4) исходная влажность материала  $S_{исх.}$ , %

5) количество материала (W+G), кг.

$$l = c_v \cdot t + x \cdot i_{\text{п}} \quad i_{\text{п}} = 2493 + 1,97 t$$

$$l = (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot x, \text{ Дж/кг}$$

$$I = c_B \cdot t + x \cdot i_{\text{п}}$$

$$I = (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot x, \text{ Дж/кг}$$

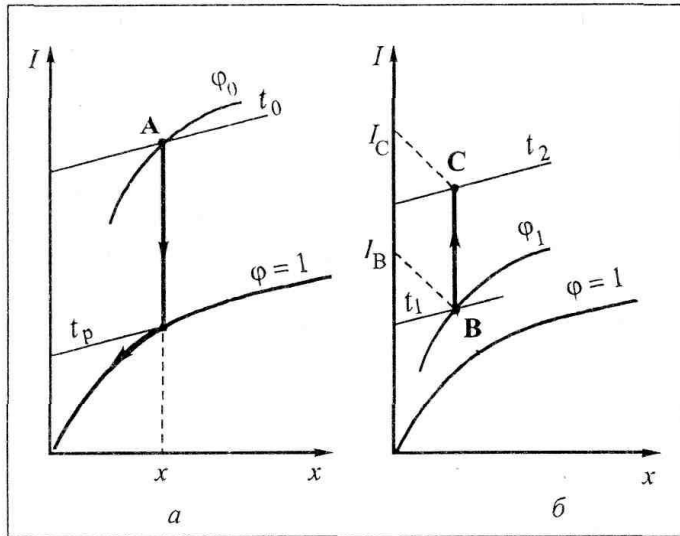
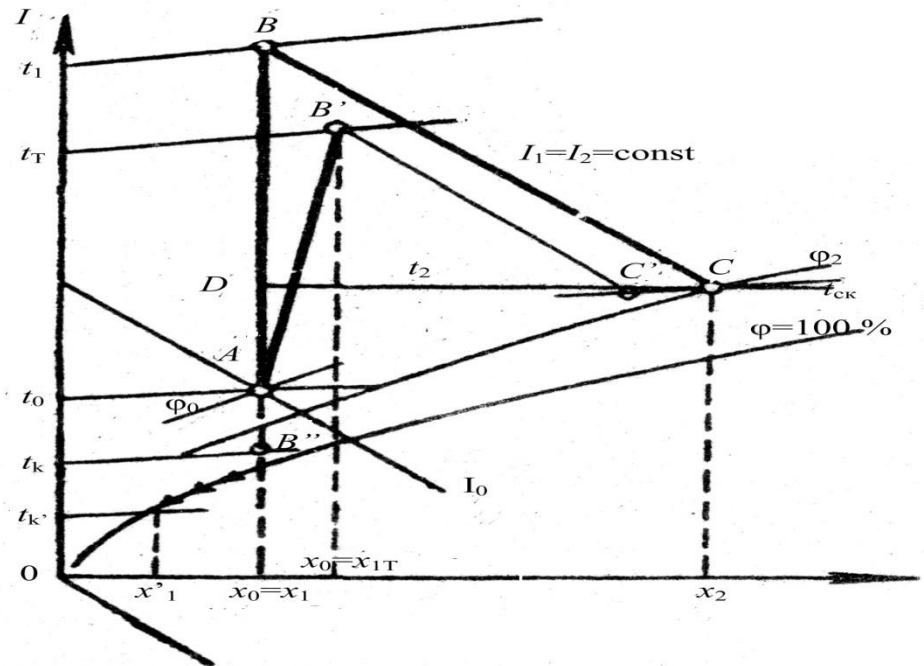


Рис. 15.18. Решение простейших задач с помощью диаграммы  $I-x$ :  
 а — определение точки росы, б — определение расхода теплоты

[AB] - нагревание воздухом

[AB'] - нагревание топочными газами

[BC], [B'C'] - процесс сушки



# Балансы

Баланс по влагообмену  
сушилки:

$$L(x_2 - x_1) = G(R' - R'')$$

Материальный баланс по влаге  
СА:

$$W = Lx_2 - Lx_1$$

Тепловой  
баланс:

$$W \cdot c_{\text{вл}} \cdot t_2 = L \cdot I_2 - L \cdot I_1$$

$$I_1 = (I_2 - c_{\text{вл}} \cdot t_2 \cdot x_2) + c_{\text{вл}} \cdot t_2 \cdot x_1$$

## Расчет барабанных сушилок

Общая масса влаги, выделяемой при сушке концентратов при известной влажности осадка  $S_{и}$  и требуемой влажности высушенного продукта  $S_{к}$ :

$$W_{в} = 10^3 Q (R_{и} - R_{к}),$$

где  $W_{в}$  — производительность по удаленной влаге, кг/ч;  $Q$  — производительность по сухому концентрату, т/ч;  $R_{и}$  и  $R_{к}$  — отношение Ж : Т в исходном и конечном продуктах сушки;

$$R = S / (100 - S);$$

где  $S$  — влажность, %.

Требуемый объем сушилок  $V$  при известном напряжении объема сушилки по испаренной влаге  $A$ :

$$V = W_{в} / A,$$

а число сушилок

$$n = V / V_{с},$$

где  $V_{с}$  — объем сушилки, м<sup>3</sup>,

По нормам института Механобр для сульфидных концентратов рекомендуемое напряжение объема по испаренной влаге —  $70 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ , а для окисленных медных концентратов —  $100 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ .

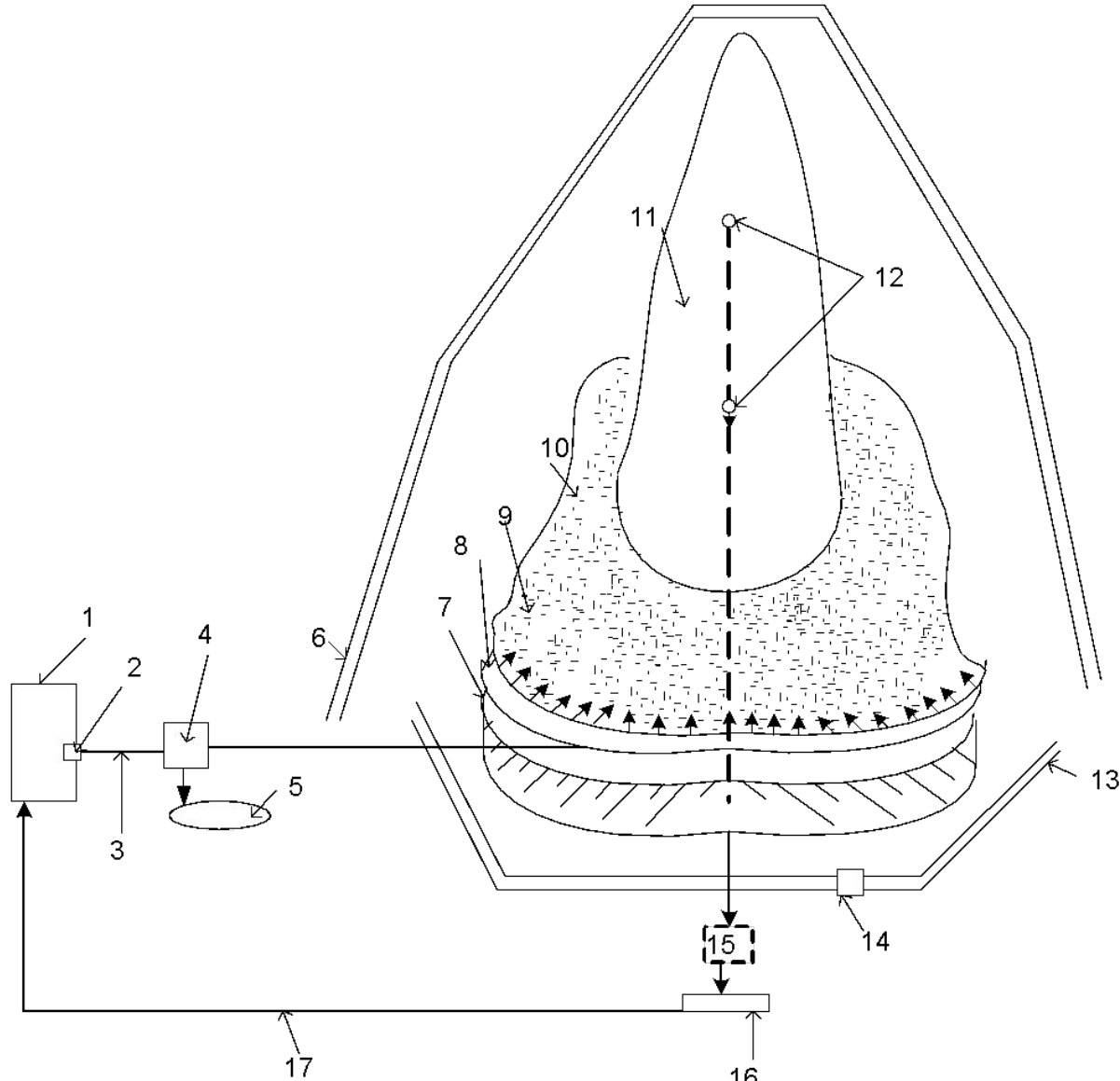
Т а б л и ц а 4.65. Напряжение объема барабанных сушилок по испаренной влаге для различных продуктов

Концентрат	Влажность, %		Напряжение объема по испаренной влаге, $\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$	Удельный расход условного топлива, $\text{кг}/\text{кг}$ влаги
	на входе $S_{\text{н}}$	на выходе $S_{\text{к}}$		
Цинковый	11—17	6—7	15—25	0,12—0,17
Свинцовый	15—16	7—8	15—20	0,12—0,17
Медный	10—18	0—7	20—65	0,12—0,19
Медно-никелевый	18—20	8—10	30—40	0,12—0,16
Пиритный	10—14	3—8	15—40	0,15—0,17
Баритовый	14	4—5	10—11	0,175
Флюоритовый	10—20	0—1	40—50	0,15—0,19
Магнетитовый	8—11	0,7—2,5	30—60	0,14—0,25
Апатитовый	11	1	69	0,19

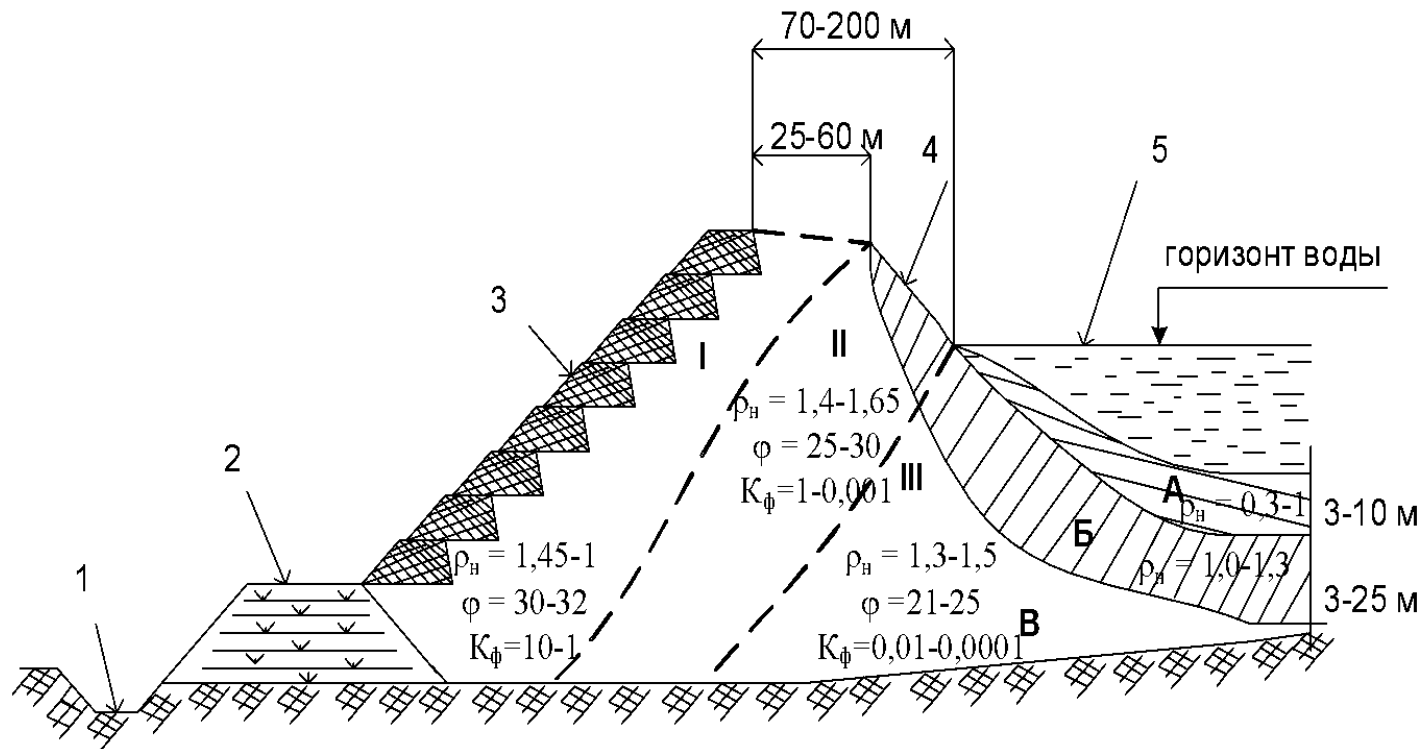
# Способы складирования

## ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ

- 1) **Традиционный**, когда отвальные хвосты по трубопроводу поступают в **хвостохранилище**, где происходит разделение жидкой и твердой фазы, с последующей доочисткой слива прудка хвостохранилища и с возвратом очищенной воды в оборот.
- 2) **Пастовое** складирование хвостов, когда отвальные хвосты главного корпуса сгущаются в сгустителях повышенной плотности или пастовых сгустителях, а слив сгустителей возвращается в оборот. При этом сгущенные до 68-75 % хвосты складировются в хвостохранилище, либо используются для закладки в отработанные горные выработки. Складирование сгущенных хвостов в виде «пасты» снижает интенсивность намыва дамб существующих хвостохранилищ, повышает устойчивость хвостохранилищ.
- 3) Захоронение на специальных полигонах так называемых **«сухих» хвостов** с важностью до 15 %. Технология обезвоживания отвальных хвостов включает **сгущение и фильтрование в отделении обезвоживания обогатительной фабрики**, при этом слив сгустителя (в ряде случаев и фильтрат) с низким содержанием твердой фазы не более 200-150 мг/л возвращается в оборот, а кек вывозится транспортом на специально подготовленные площадки.



1 – обогатительная фабрика, 2 – хвостовой зумпф, 3 – магистральный хвостопровод; 4 – пульпонасосная станция; 5 – аварийный бассейн; 6 – нагорная канава для отвода поверхностных вод с водосборной площади; 7 – дамба хвостохранилища; 8 – распределительный хвостопровод; 9 – выпуски хвостовой пульпы; 10 – зона отложения хвостов (пляж); 11 – отстойный пруд; 12 – водоприемные колодцы; 13 – дренажная канава; 14 – дренажная насосная станция; 15 – дополнительные очистные сооружения; 16 – насосная станция обратного водоснабжения, 17 – трубопровод обратной воды

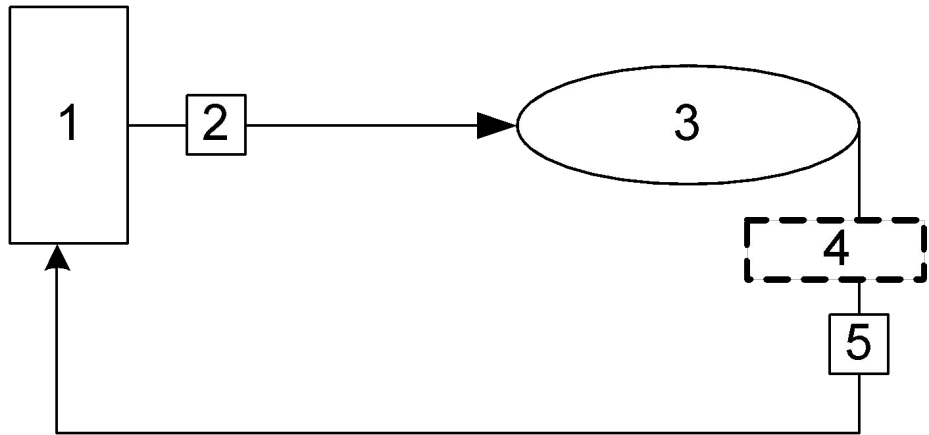


1 – дренажная призма; 2 – насыпная дамба; 3 – дамба обвалования; 4 – пляж; 5 – отстойный пруд

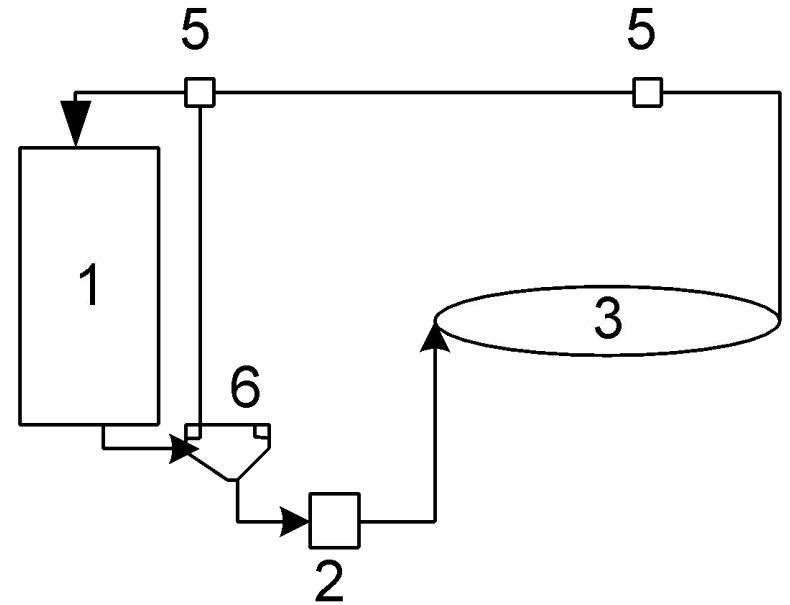
I зона – упорная призма с наибольшим содержанием крупных классов; II зона - промежуточная; III зона – прудковая  
 А – рыхлые отложения; Б – уплотненные отложения; В – уплотненные (сконсолидированные) отложения  
 $\rho_n$  – насыпная плотность хвостов, т/м<sup>3</sup> ;  $\varphi$  – коэффициент внутреннего трения ;  $K_\phi$  – коэффициент фильтрации



## Полный водооборот ОФ



## Фабричный водооборот



1 – обогатительная фабрика, 2 – пульпонасосная станция, 3 – хвостохранилище, 4 – прудок или аппараты доочистки, 5 – насосная станция обратного водоснабжения, 6 – высокопроизводительный сгуститель

# Контроль и опробования

- Контроль – отслеживание технологического процесса
    - Технологический оперативный
    - Контроль работы оборудования
    - Полное опробование
    - Приемно-сдаточный
  - Опробование – процедура получения представительной пробы материала
- Формула Чечотта
- $$m = kd^2, k=0,06-3$$

# Балансы

- Технологический – расчет баланса по результатам опробования (массовая доля, содержание твердого, содержание контролируемого класса крупности )
  - выход конечных продуктов
  - извлечение в конечные продукты
- Товарный – отчет о поступлении руды, выпуске концентратов, хвостов, накопление в емкостях ОФ (бункер, склад, сгуститель).
- Имеет временное определение - интервал
  - Масса продуктов
  - Влажность
  - Массовые доли