

# Обогащение ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

---

РУДОПОДГОТОВКА. ГРОХОЧЕНИЕ

ЛЕКЦИЯ 4

# Грохочение

---

Операция классификации в цикле дробления

Вывод готового по крупности класса из процесса дробления

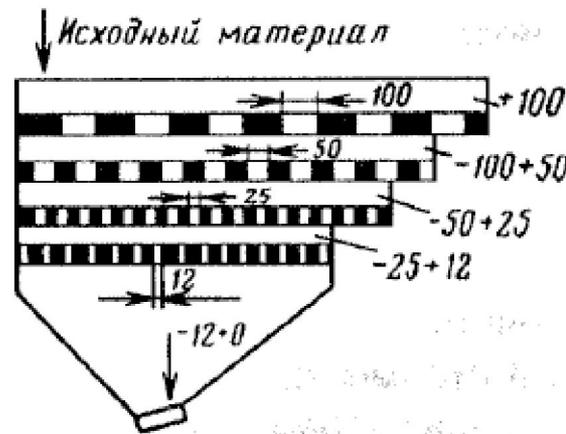
Ситовый анализ

# Грохочение

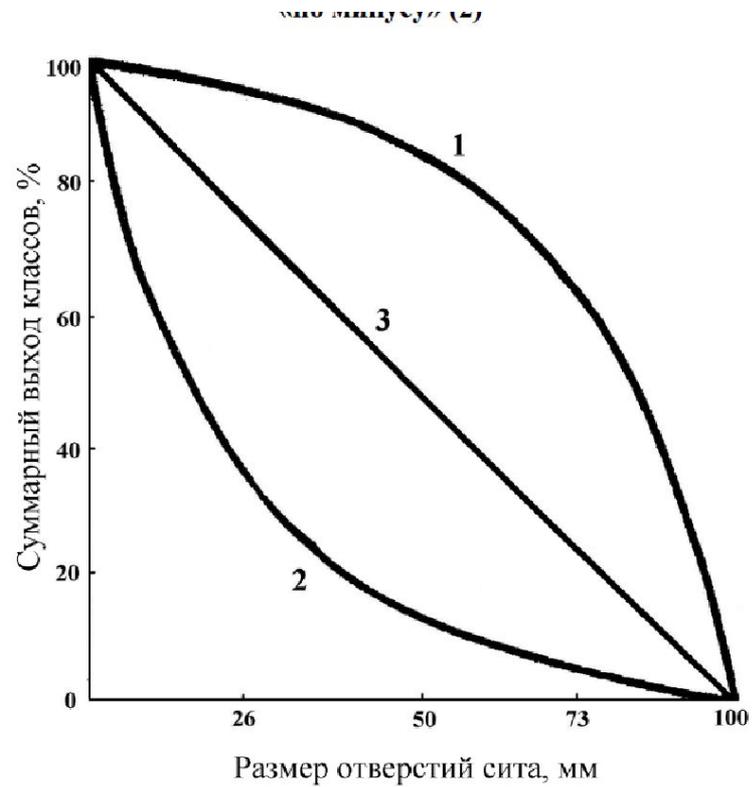
Процесс разделения посредством просеивающей поверхности

Позволяет реализовать принцип – не дробить ничего лишнего

Сегрегация – расслоение по крупности (мелкие внизу, крупные вверху)



# Основные виды суммарных характеристик по плюсу ( типовые суммарные характеристики)



# Аналитическое описание гранулометрического состава

---

Суммарные характеристики крупности продуктов при дроблении и измельчении могут быть описаны аналитически, например, уравнением Розина—Раммлера:

$$R = 100 \exp(-b d^n), \quad (3.3)$$

где  $R$  — суммарный выход класса крупнее  $d$  (остаток на сите), %;  $d$  — размер отверстий сита;  $b$  и  $n$  — параметры, зависящие от свойств материала.

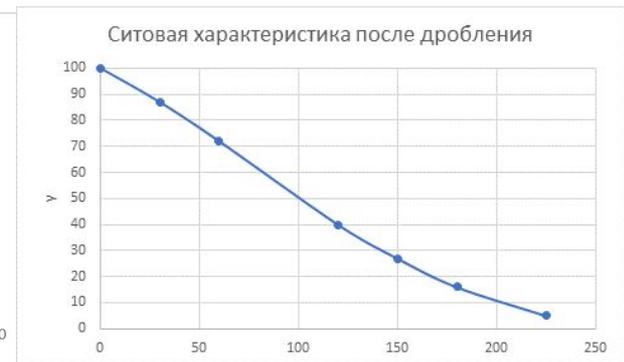
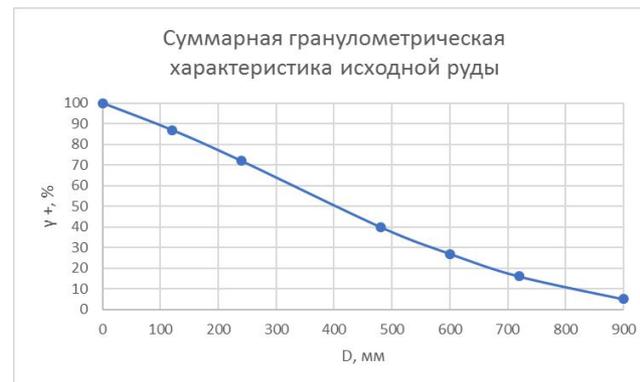
# характеристики, расчет схем дробления



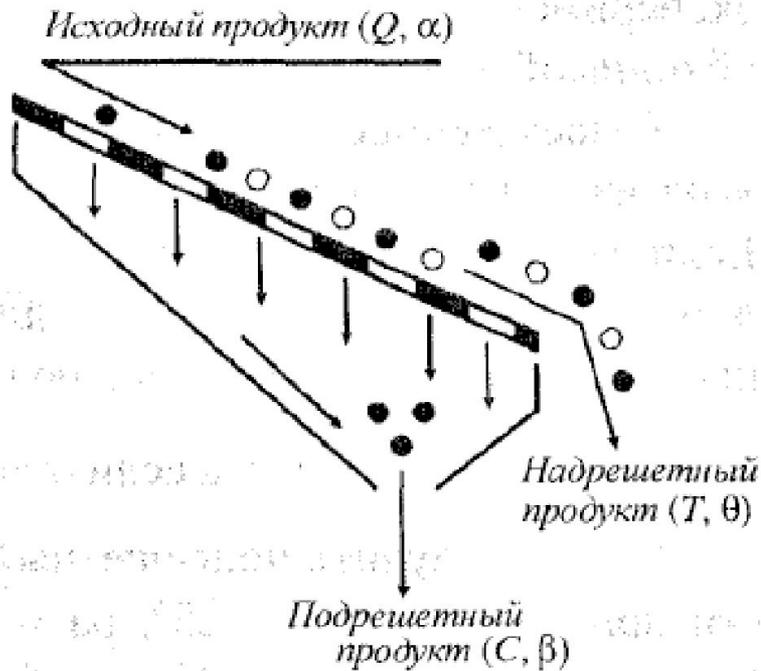
$Z$  - коэффициент закругнения  
(условная максимальная крупность кусков, при  $E=95\%$ )

При крупном дроблении  $Z = 1,5 \div 1,7$  для твердых руд и руд средней твердости.  
для среднего дробления равный  $Z = 2 \div 2,5$ , а для мелкого дробления  $Z = 2,5 \div 3$ ,

Z	%	D, мм	d, мм
0,2	87	120	30
0,4	72	240	60
0,8	40	480	120
1	27	600	150
1,2	16	720	180
1,5	5	900	225



# Эффективность грохочения



$$\varepsilon = \gamma \frac{\beta}{\alpha}$$

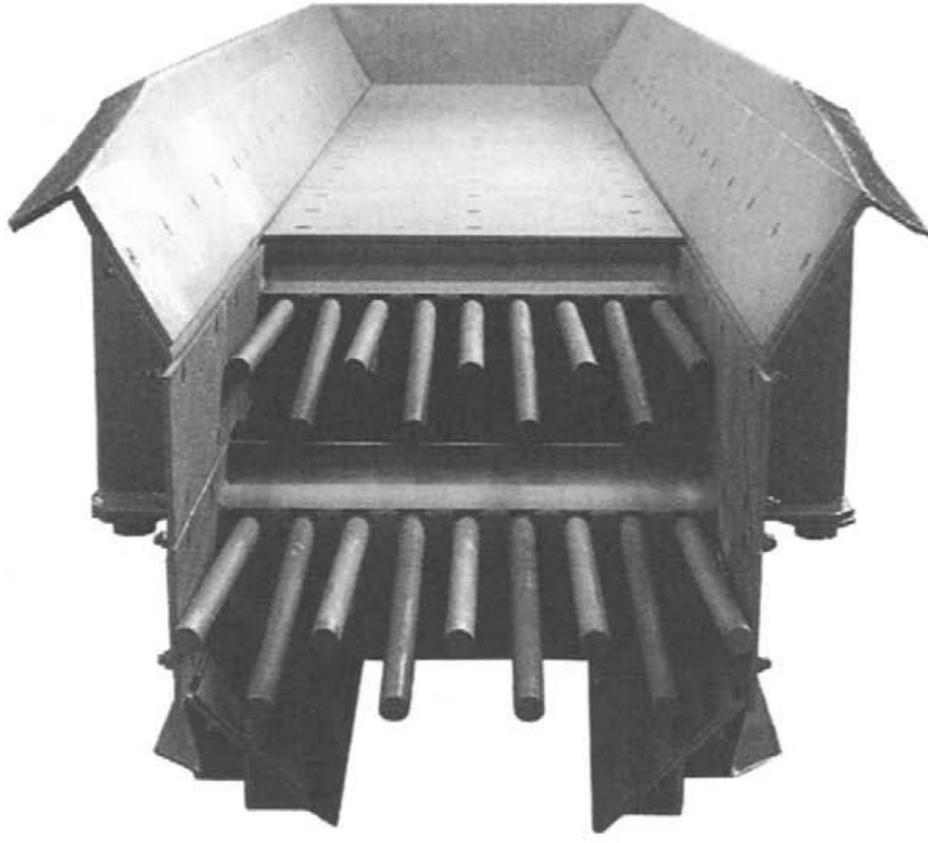
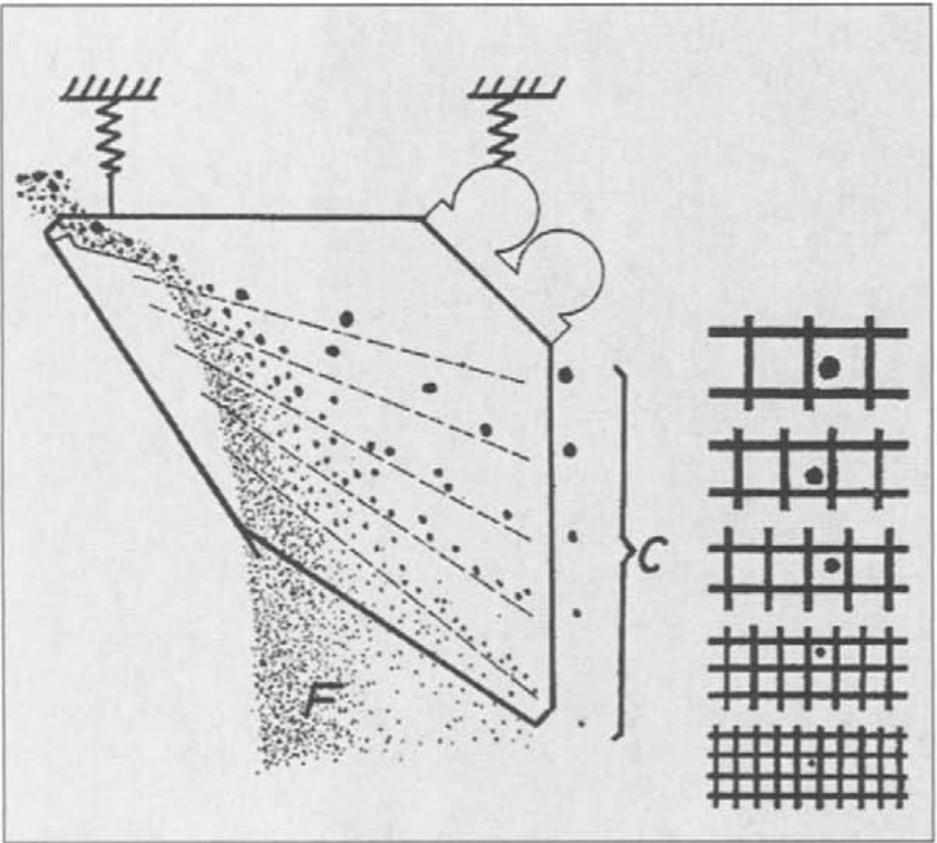
$$\gamma = \frac{(\alpha - \vartheta)}{(100 - \vartheta)} \cdot 100\%$$

$$E = \frac{(\alpha - \vartheta)}{(100 - \vartheta)\alpha} 10^4$$

Принимают  
 $\beta=100\%$

$\alpha$  - содержание расчетного класса в исходном питании, %

$\theta$  - содержание этого же класса в надрешетном продукте, %



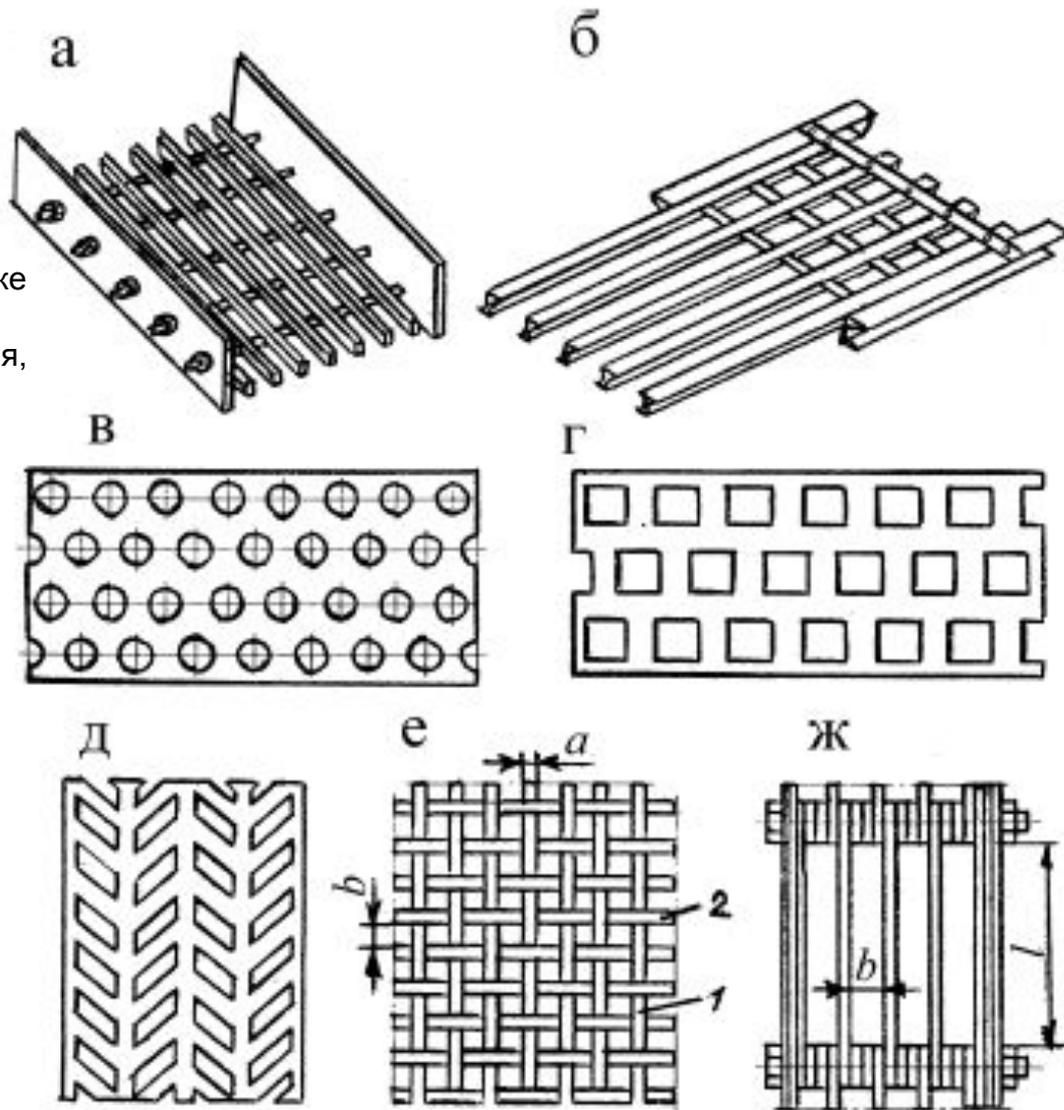
# Живое сечение

$$K = \frac{n \cdot f}{F} \cdot 100\%$$

где  $n$  – число отверстий в сетке  
грохота;

$f$  – площадь одного отверстия,  
мм<sup>2</sup>

$F$  – площадь сетки грохота, мм<sup>2</sup>

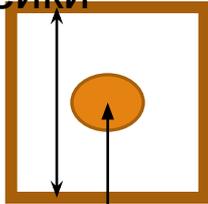


Просеивающие поверхности:

а, б – колосниковые решетки; в – д – листовые сита соответственно с круглыми, квадратными и фигурными отверстиями;

е, ж – проволочные сетки с квадратными и прямоугольными отверстиями; 1 – основа; 2 – уток

$a$  - внутренний размер  
ячейки



$d$ , мм

$d < 0,75a$  легкие  
 $0,75a < d < a$  трудные  
 $a < d < 1,5a$  затрудняющие  
 $d > 1,5a$  – не влияют на  
процесс

На грохочение  
влияет:  
Скорость движения материала  
Угол наклона короба (ситя)  
Интенсифицирующие воздействия

наклонные (угол наклона  $15-26^\circ$ ) и  
горизонтальные или слабонаклонные  
(угол наклона  $5-6^\circ$ ).

Трудные зерна, когда размер зерен « $d$ »  $> \frac{3}{4}$  « $a$ » размер сетки

# Классификация грохотов

---

Неподвижные – колосниковый, дуговой

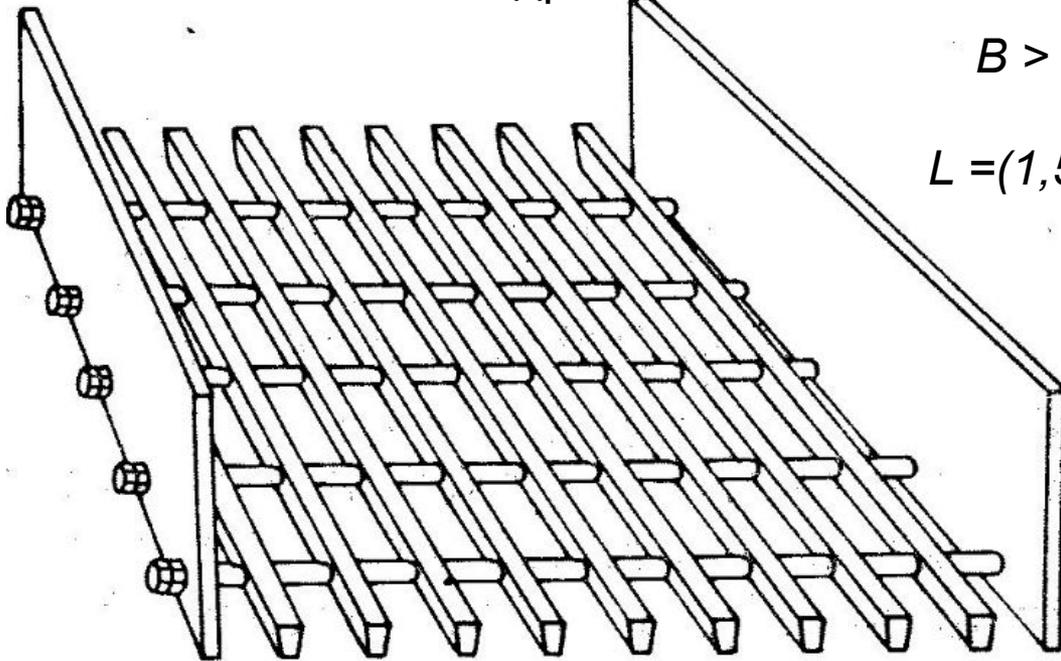
Подвижные (по созданию «колебаний») – вращающиеся, плоскокачающийся, вибрационный, гирационный, инерционный

Грохоты для мокрого и сухого грохочения (по среде разделения)

Грохоты для обезвоживания (по технологическому назначению)

# Колосниковый грохот

Для удаления негабаритных кусков, перед крупным дроблением



$$B > 3D_{max}$$

$$L = (1,5 - 2)B \text{ и составляет } 3 - 5 \text{ м}$$

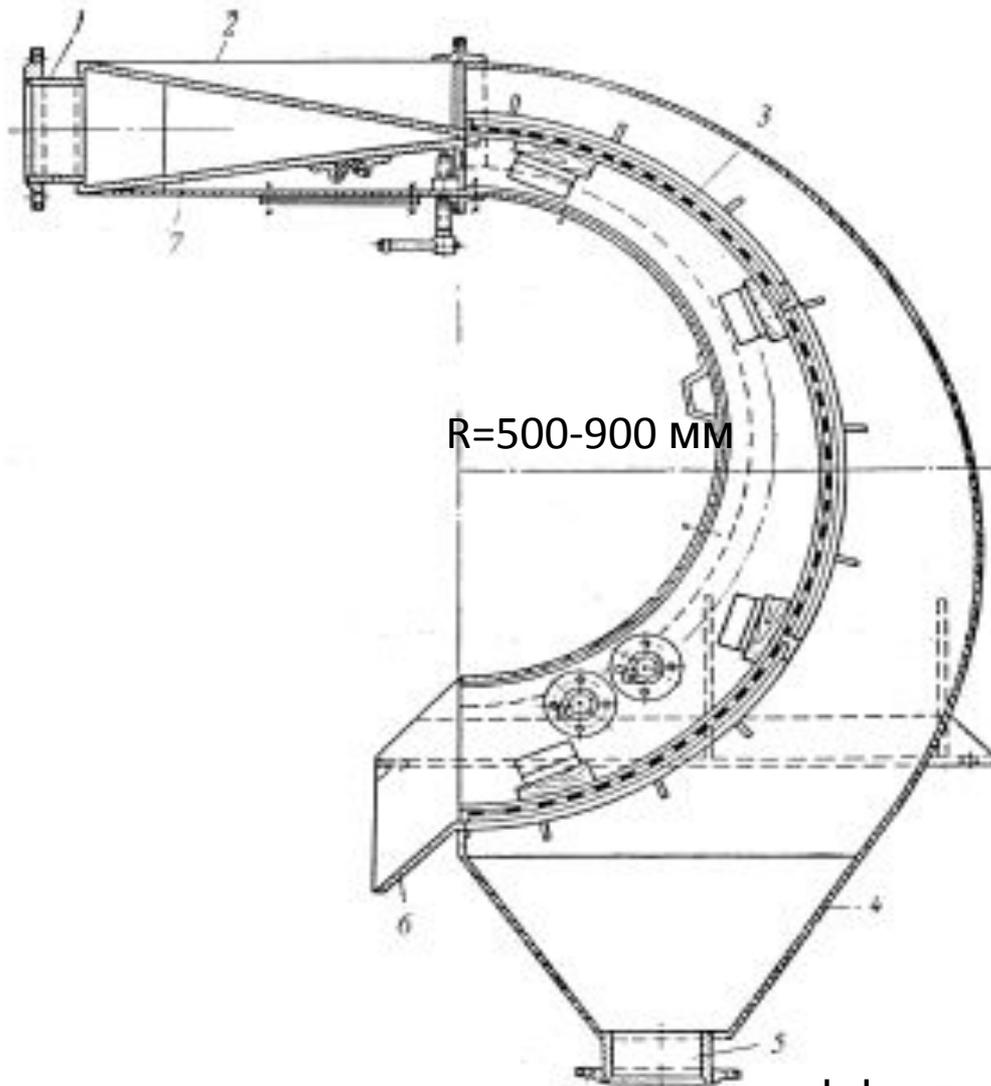
Преимущества колосникового грохота:

- простота исполнения;
- прочность;
- дешевизна.

Недостатки:

- громоздкость;
- низкий КПД (50 – 60 %)

Угол наклона:  $45-50^{\circ}$  - для руды,  $30-35^{\circ}$

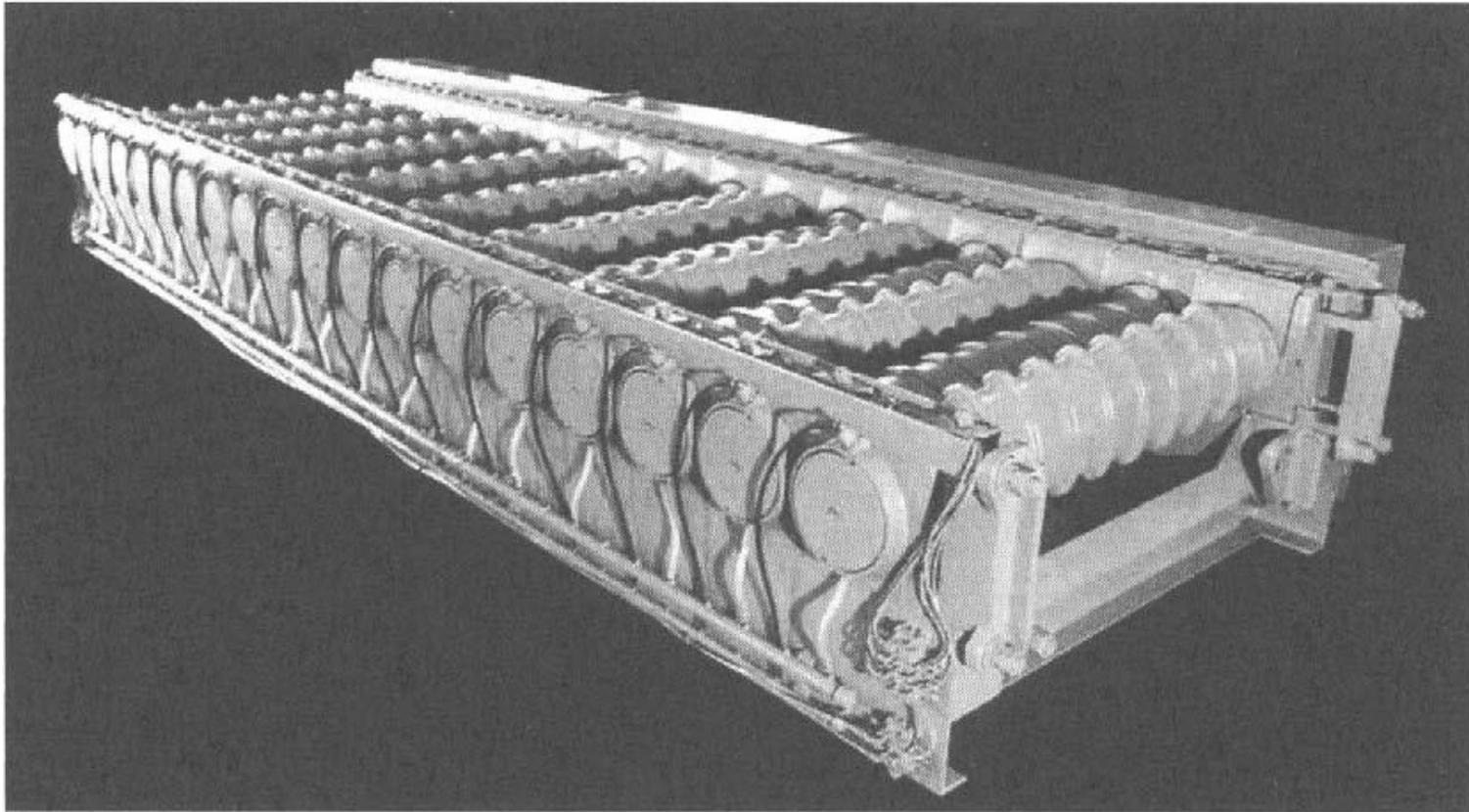


для мокрого грохочения шлама и мелочи крупностью от 12 до 0,071 мм и для обезвоживания угля и рудного материала. Крупность подрешетного продукта в 1,5 – 2 раза меньше размера щели.

эффективность грохочения (около 90%)

Дуговой грохот:

- 1 – загрузочный патрубок; 2 – приемная коробка; 3 – сито; 4 – корпус;  
 5 – разгрузочная коробка; 6 – лоток для крупной фракции;  
 7 – регулировочный щит

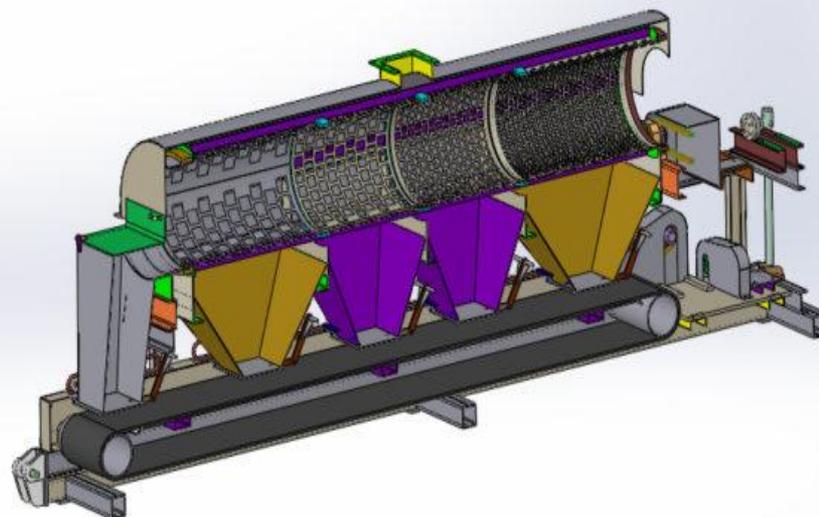


Валковый грохот – для предварительного грохочения продуктов мельче 50-150 мм.

Валки вращаются в направлении движения материала

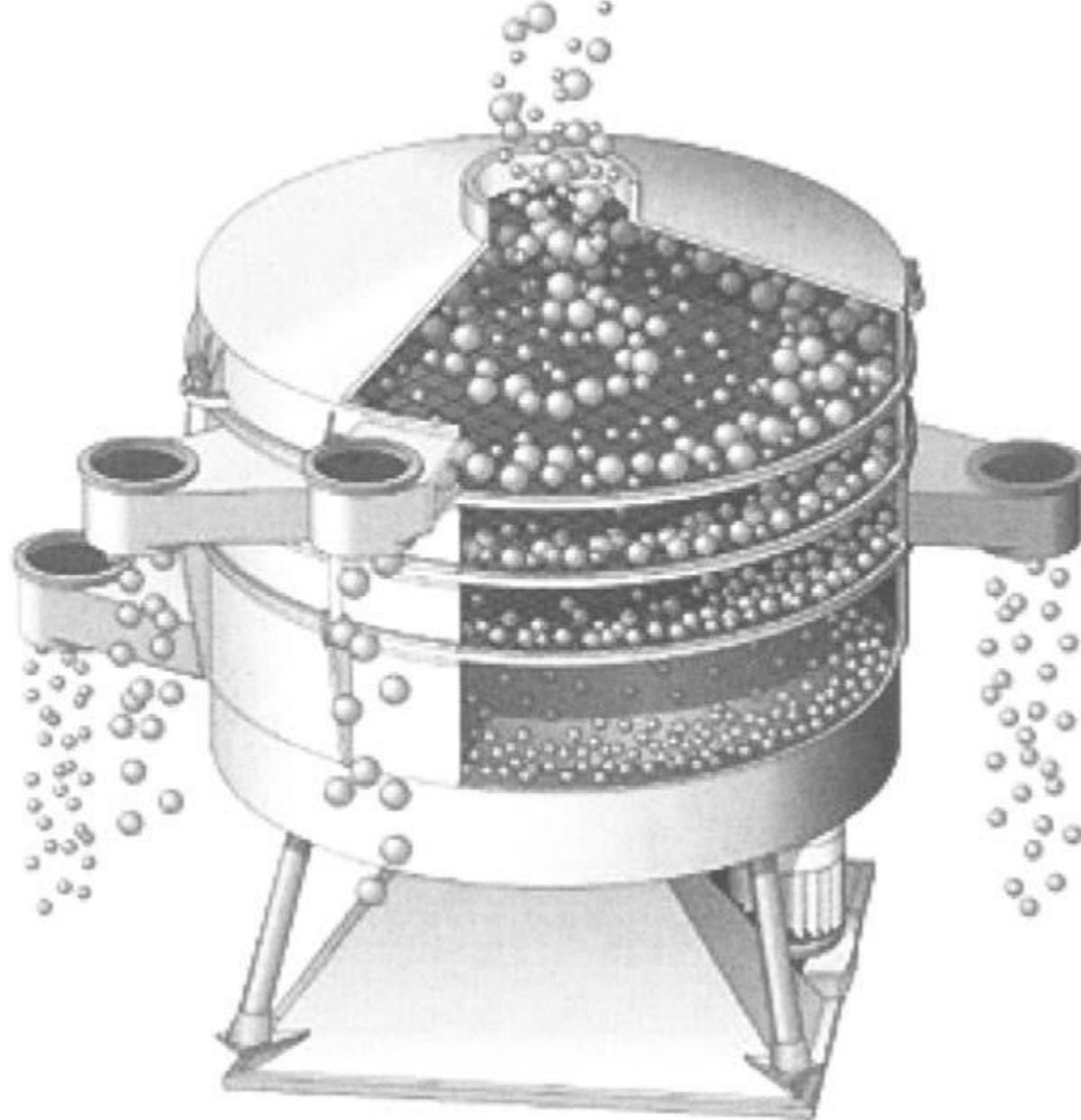
# Барабанный грохот

Сыпучие, глинистые породы,  
вывод гали из  
разгрузки мельниц СИ  
(бутара)



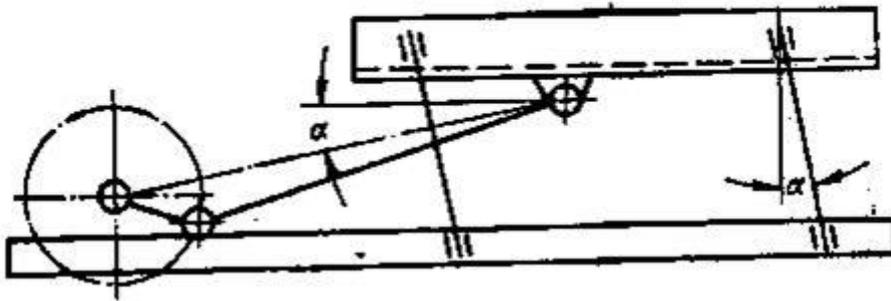
Цилиндрические просеивающие поверхности вращаются относительно оси, барабан установлен под небольшим углом ( $5—7^\circ$ ) к горизонту

# Ситовой грохот



# Плоскокачающийся грохот

применяются для грохочения угля, асбеста и нерудных продуктов крупностью от 1 до 350 мм, наиболее эффективно грохочение продуктов крупностью 40-50 мм.



Представляет собой систему из неподвижной рамы и закрепленного на ней на гибких стойках короба с просеивающей поверхностью, совершающей принудительные движения благодаря жесткой кинематической связи между коробом и движущим механизмом (эксцентриком)

Для более эффективного передвижения материала грохоты устанавливают под углом  $8-12^{\circ}$ . Длина короба в 2-4 раза больше его ширины

Эффективность  
40-50%

# Полувибрационный грохот



Полувибрационный (или гирационный) грохот характеризуется круговым движением сита в вертикальной плоскости, вызываемым эксцентриковым приводным механизмом (эксцентриковым валом)

Применяется, главным образом, для

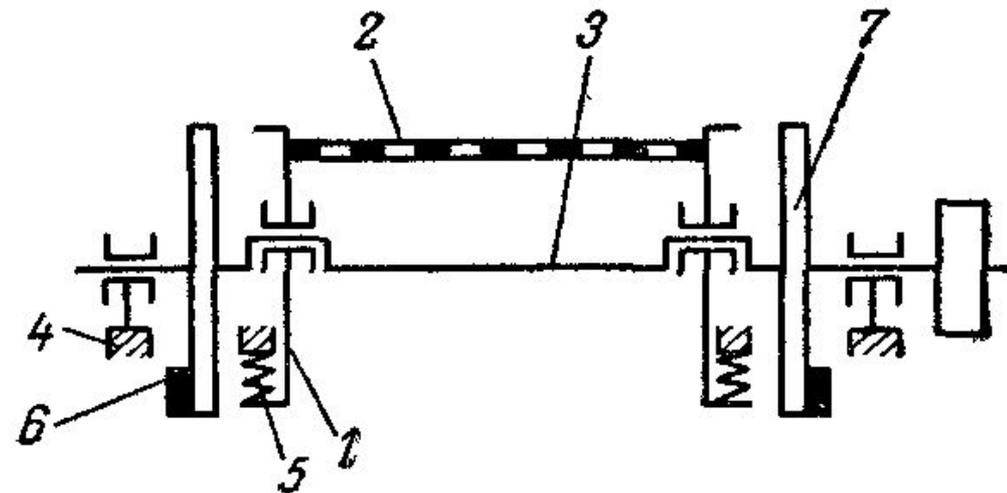
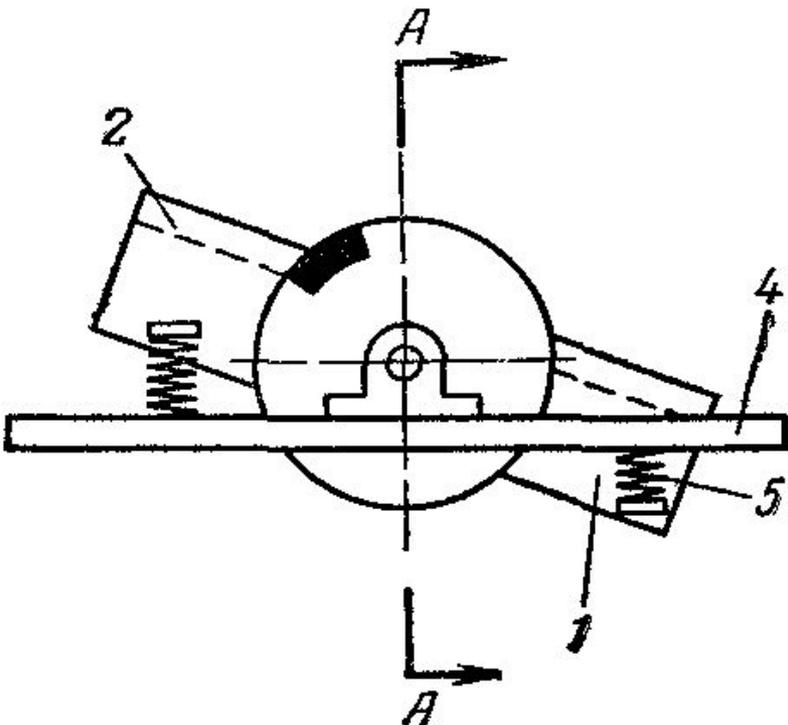


Рис. XIX-4. Схема гирационного грохота.

1 — короб, 2 — сита, 3 — эксцентриковый вал, 4 — рама, 5 — амортизаторы

# Руда, горные

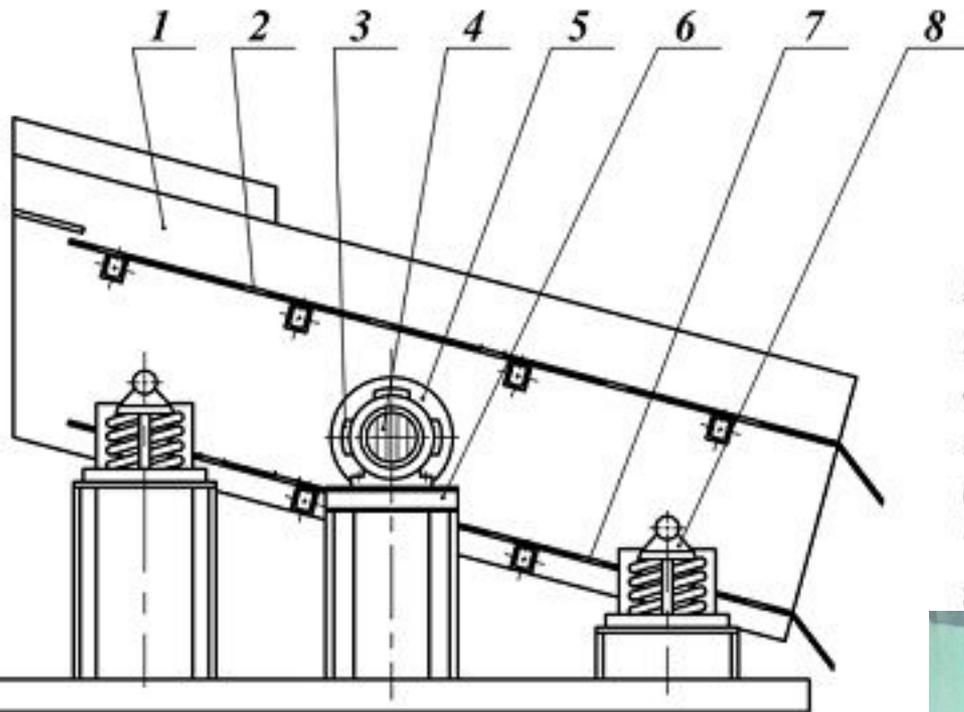
## породы

Инерционный виброгрохот – ГИЛ, ГИС,  
ГИТ

От мотора движение передается через круговую муфту на

вибрационные с круговым движением  
короба

Эффективность грохочения  
виброгрохотов 75-85%



1. короб
2. сито верхнее
3. эластичная муфта
4. электродвигатель
5. вибратор
6. подмоторная рама
7. сито нижнее
8. подвеска

Инерционные грохоты работают на резонансном режиме, т. е. у них частота вынужденных колебаний больше частоты собственных колебаний



# Самобалансные

Вибрационные грохоты с прямолинейными колебаниями  
(самобалансные)

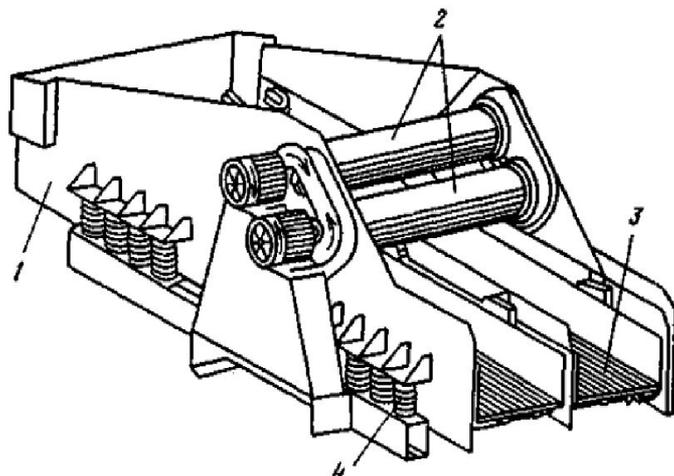
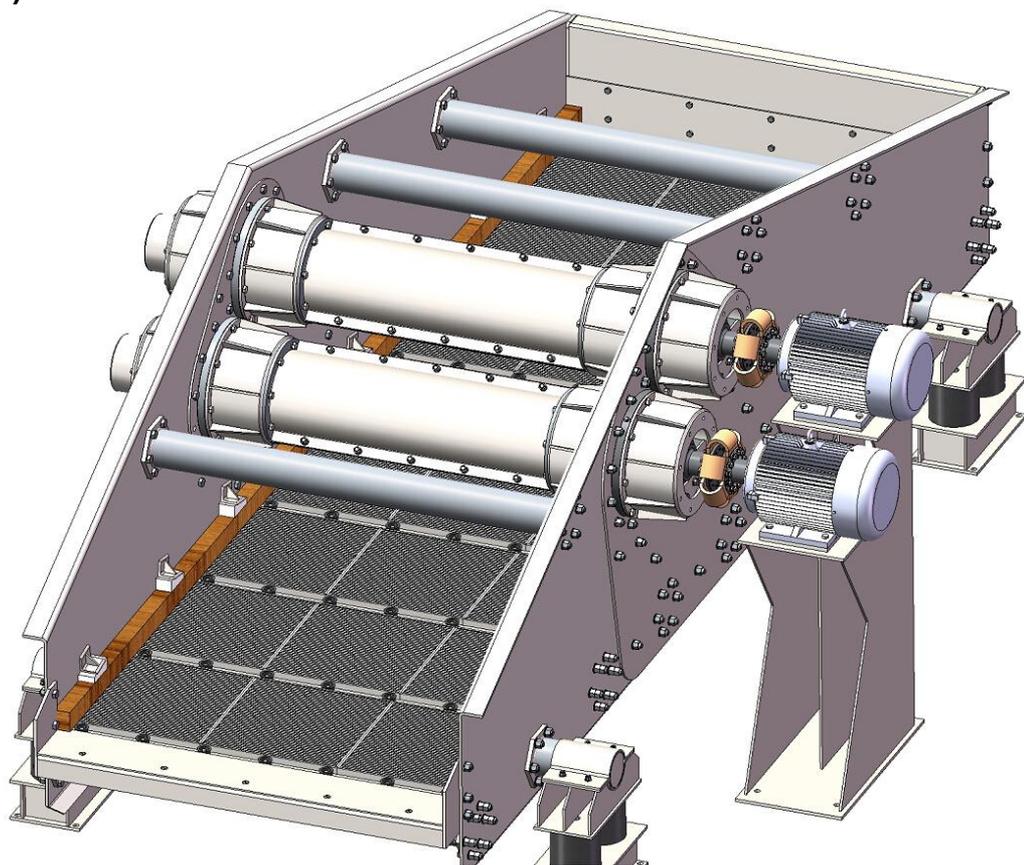


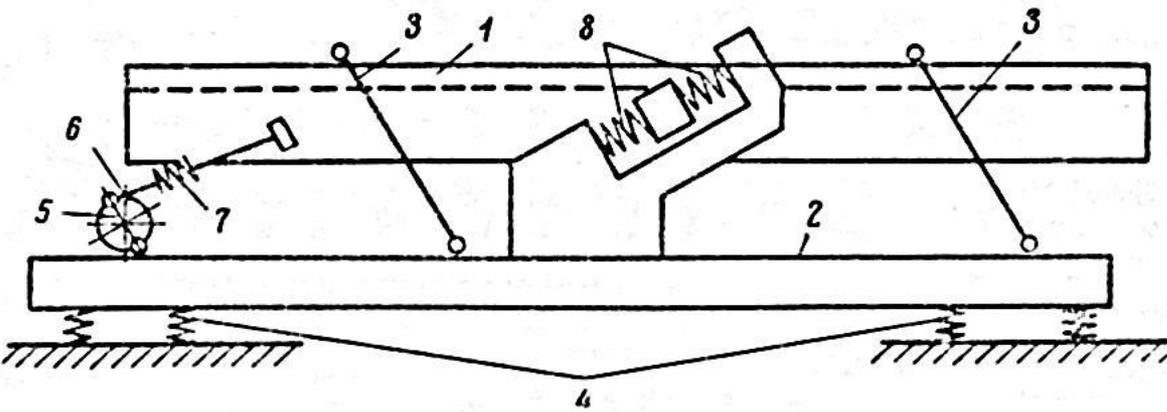
Рис. 3.6. Грохот самобалансный (самосинхронизирующий):  
1 – короб; 2 – вибровозбудитель; 3 – сито; 4 – пружины амортиз:



Отличаются простотой установки,  
универсальностью. Крупность руды – до  
600 мм

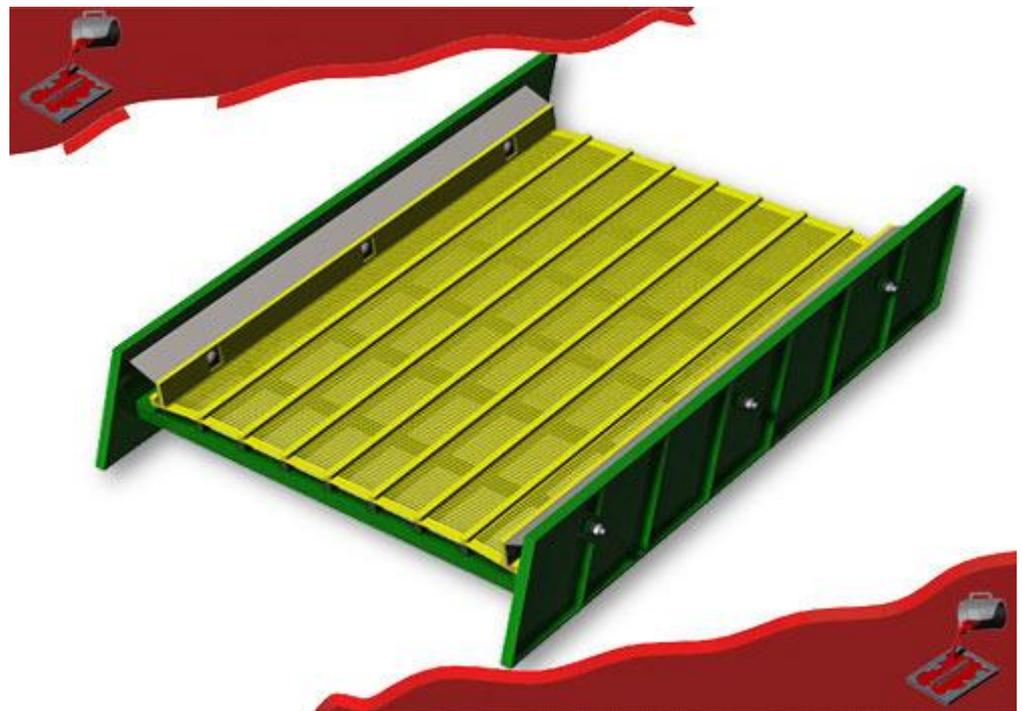
# Резонансный грохот

В резонансных грохотах период колебаний короба под действием возмущающей силы равен периоду собственных колебаний упругой системы грохота.



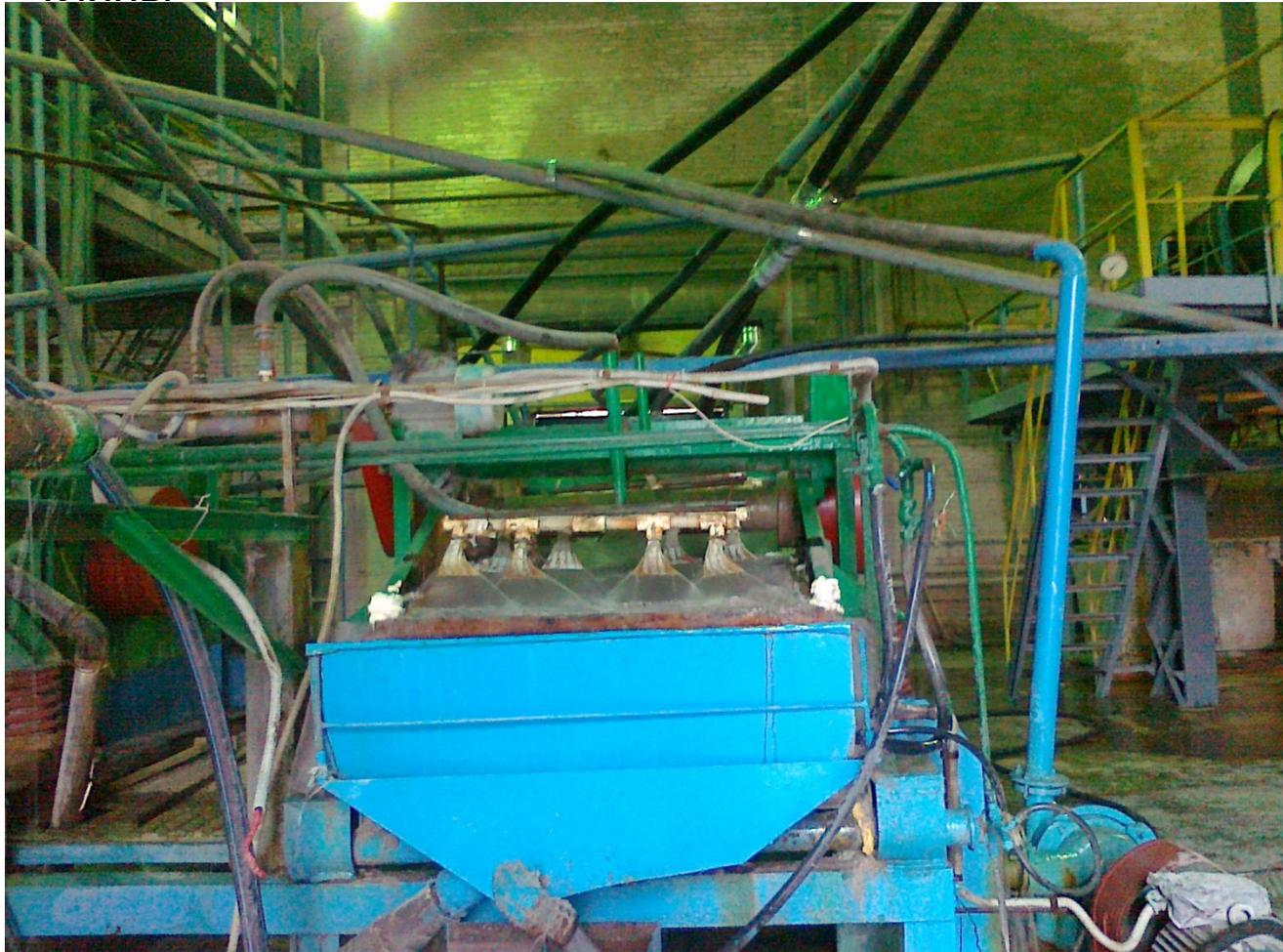
1 -короб, 2 – рама, 3,4 – пружинный механизм, 5 -вибровозбудитель, 6 – приводной механизм, 7 – пружинный шатун, 8 – блок-шарнир

Высокая производительность, эффективность грохочения. Недостатками резонансных грохотов являются сложность конструкции с большим количеством упругих и шарнирных соединений и необходимость весьма тщательного уравнивания колеблющихся масс.



Вибрационный грохот Деррик для мокрого грохочения (классификация)

## Вибрационный грохот для отмывки песков от глины



# Расчет требуемой площади грохочения

---

$$F = \frac{Q}{q \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6}, \quad (2.4)$$

где  $F$  – рабочая площадь сита, м<sup>2</sup>;

$Q$  – производительность грохота, т/ч. В нашем случае – количество материала, поступающего на грохочение, в т/ч.

$q$  – удельная производительность грохота на 1 м<sup>2</sup> поверхности сита, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho$  – насыпная плотность материала, т/м<sup>3</sup>.

$K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние мелочи, т.е. содержание в исходном материале зерен размером меньше половины отверстий сита, %;

$K_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние крупных зерен;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий эффективность грохочения;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий форму зерен. Для дробленых руд принимаем равным 1;

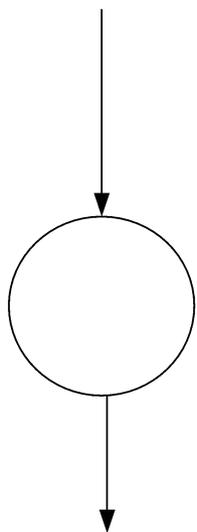
$K_5$  – коэффициент, учитывающий влажность материала. Для сухого грохочения принимаем равным 1;

$K_6$  – коэффициент, учитывающий способ грохочения. Для сухого грохочения принимаем равным 1.

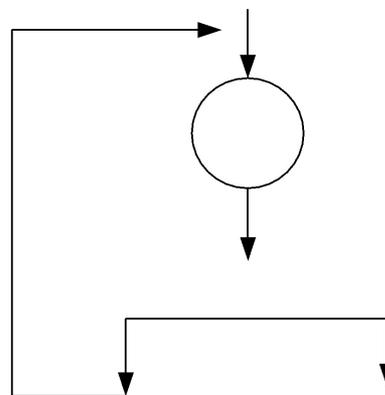
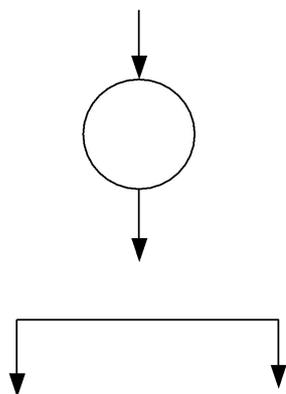
# Цикл, режим работы

---

ОТКРЫТЫЙ



ЗАМКНУТЫЙ



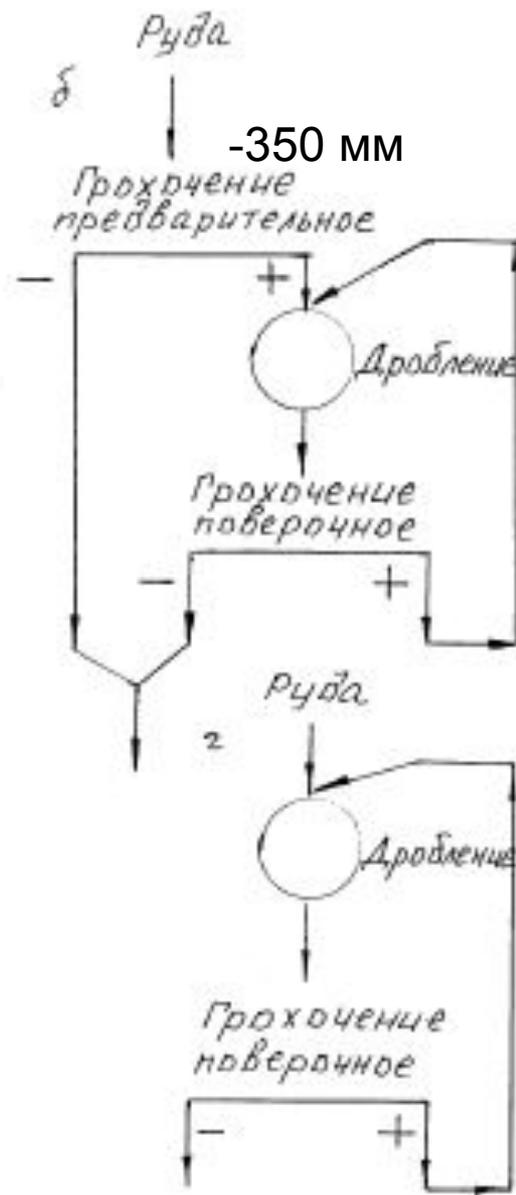
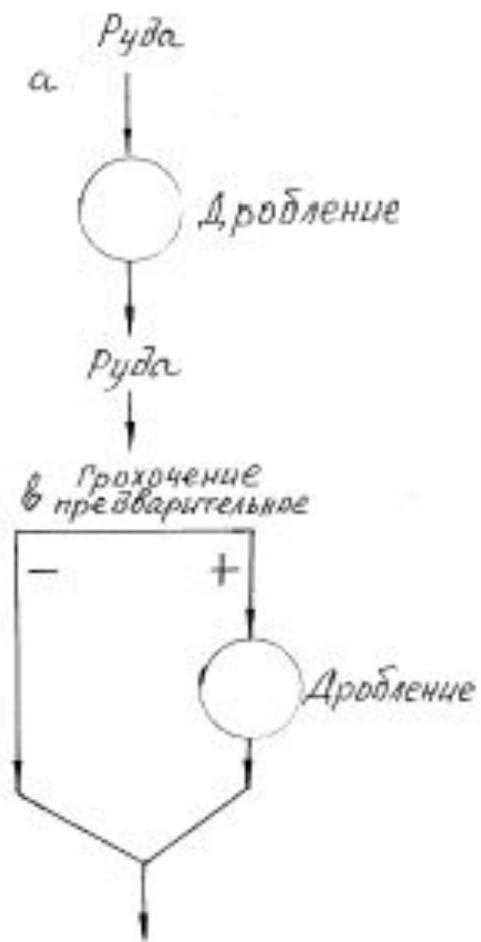
# Технологическое назначение грохочения

---

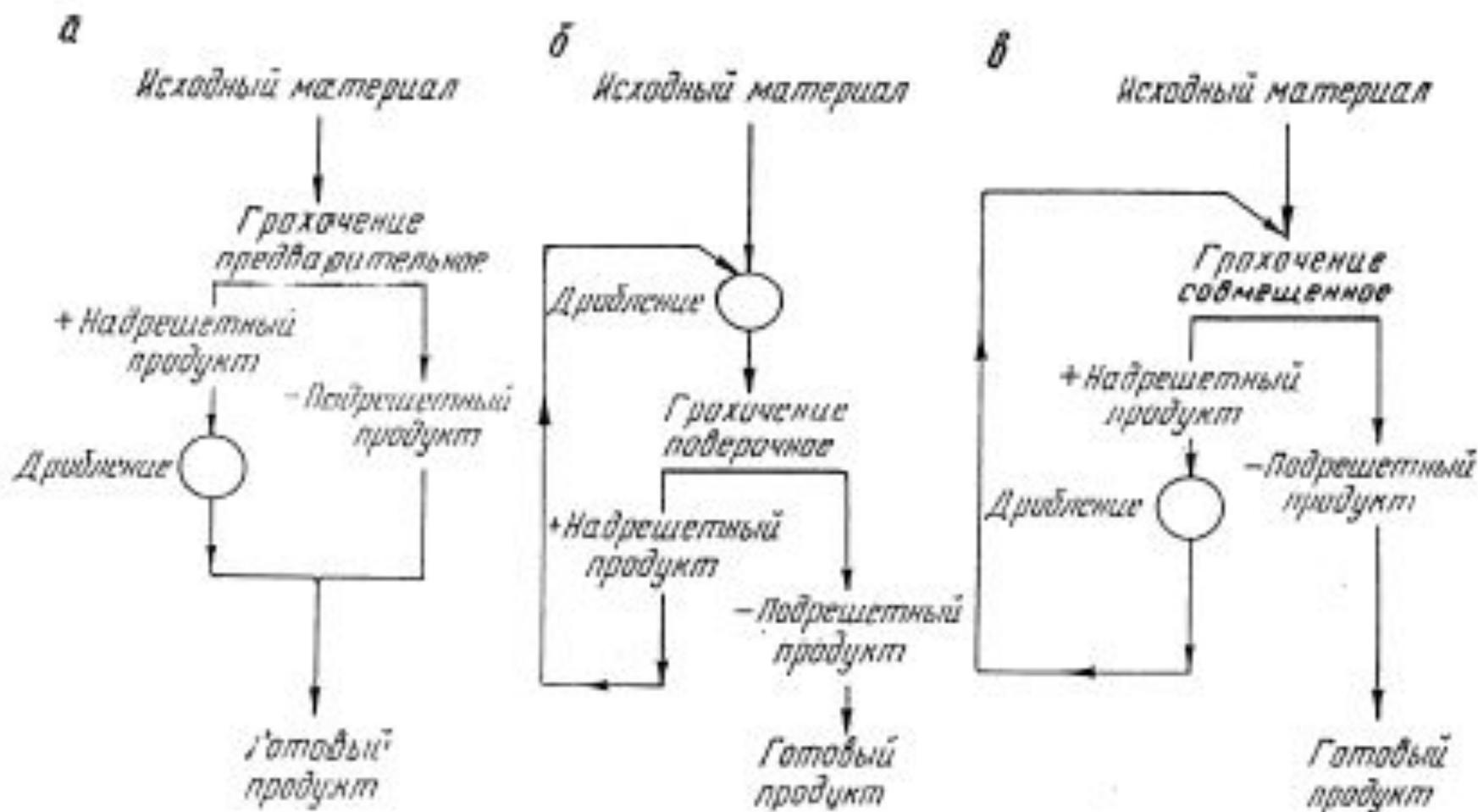
Предварительное

Поверочное

Предварительное и поверочное (замкнутый режим)



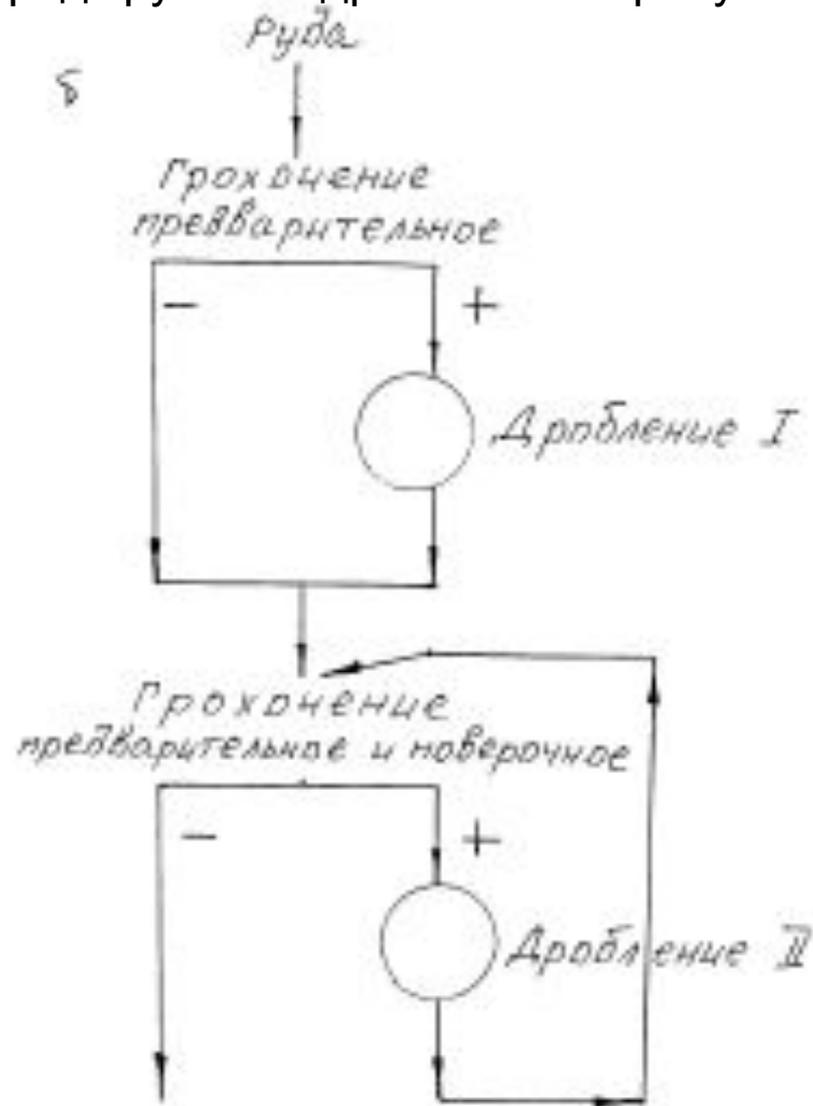
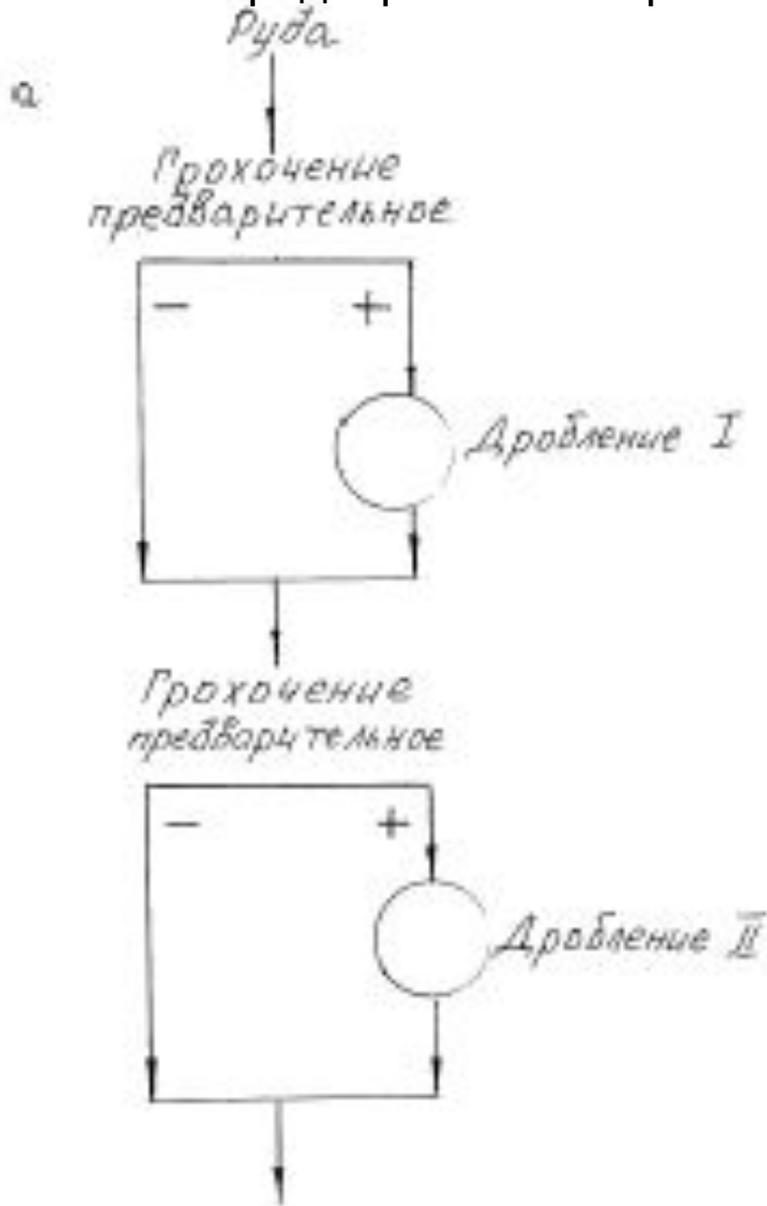
Одностадиальные схемы дробления



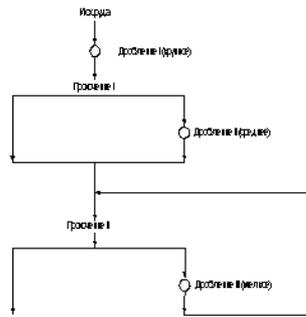
Грохочение в сочетании с дроблением:

- а – предварительное (при дроблении в открытом цикле);
- б – поверочное, или контрольное (при замыкании грохота на дробилку);
- в – совмещенное – предварительное и контрольное (при замыкании дробилки на грохот)

# Предварительное грохочение перед крупным дроблением требует ТЭО



Двухстадиальные схемы дробления



# Схема рудоподготовки с предконцентрацией

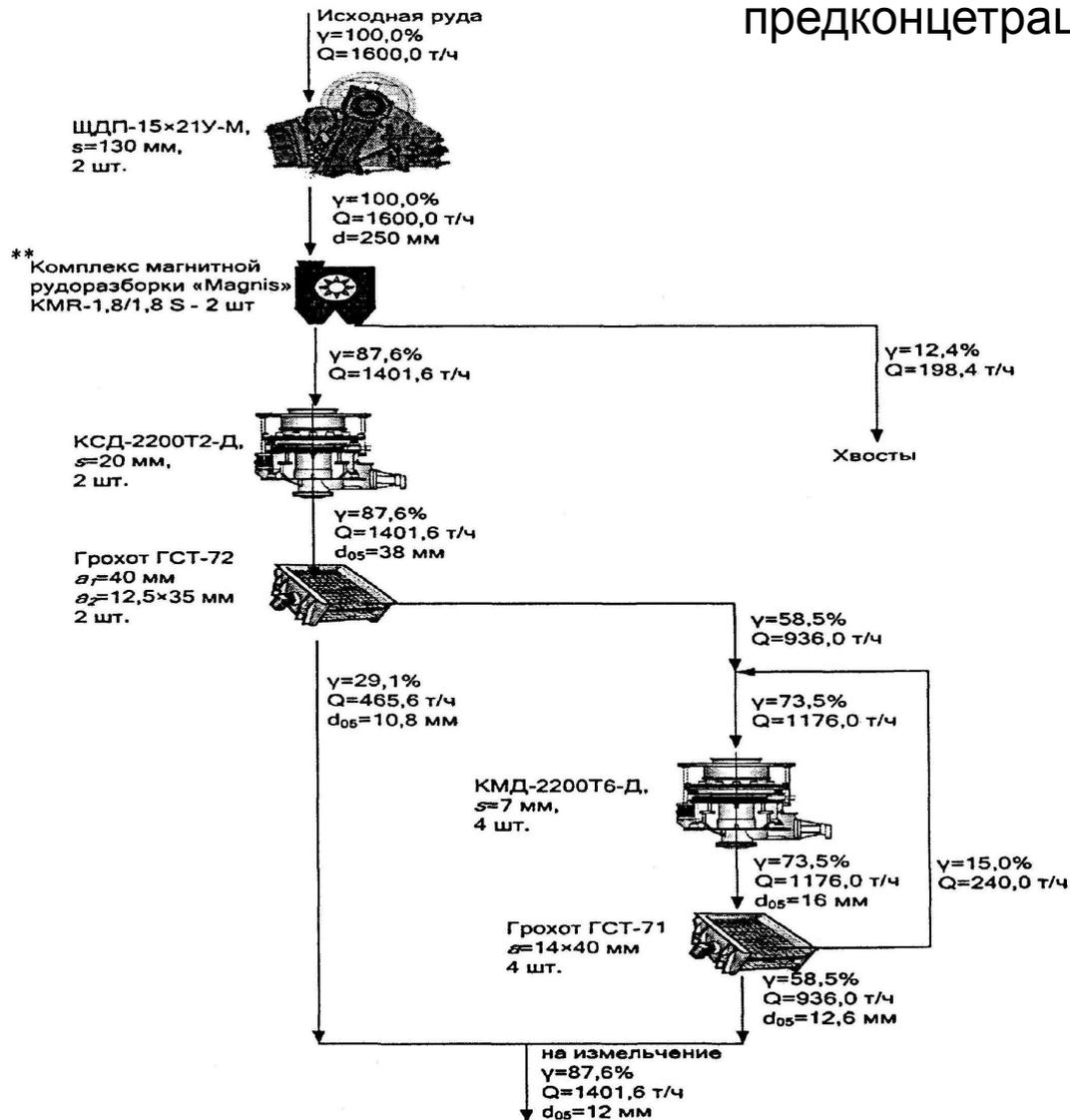


Рис. 5.14. Схема дробления для Кимкано-Сутарского ГОКа

\*\* Приведена операция предварительного магнитного обогащения, описанная в гл. 7

**Дробильно-сортировочная установка** — предназначена для первичной переработки и подготовки добытой горной массы к промышленному использованию. Включает дробилки крупного и среднего дробления, грохоты, конвейеры и другое оборудование. Дробильно-сортировочные установки позволяют осуществлять поточную технологию и комплексную механизацию открытых и подземных горных работ.



# Усреднение руд

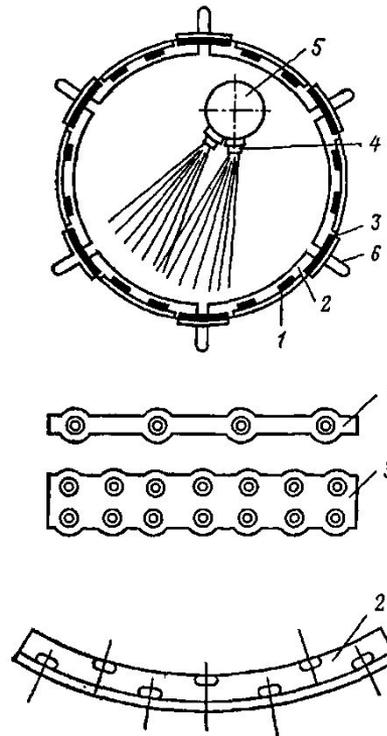
---

При необходимости **совместной переработки** выделенных сортов руд (подтверждается технико-экономическими расчетами) предусматривают **усреднение руд** с достижением необходимого их качества.

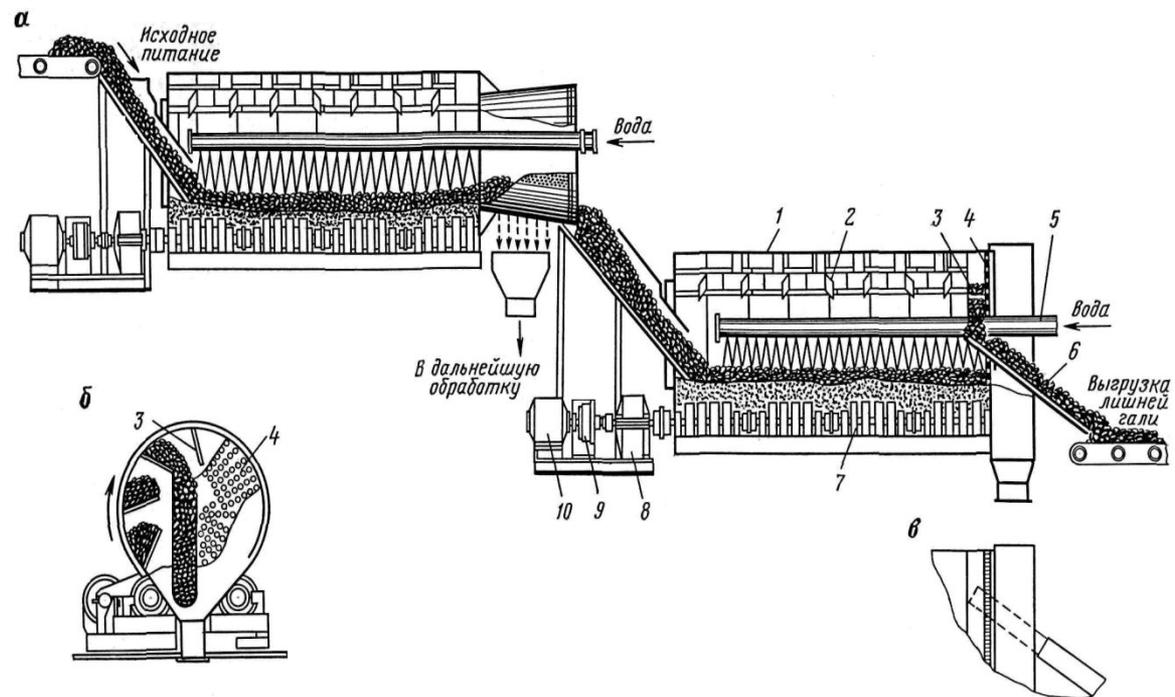
- Для усреднения руды применяют системный **график выемки** руды с разных участков карьера или шахты, **склады** недробленной и дробленной руды,
- **усреднительные** склады, усреднение при челночной конвейерной загрузке вторичных бункеров дробленной руды в главном корпусе фабрики.
- Кроме того, усреднение руды осуществляется за счет организации разгрузки бункеров главного корпуса системой одновременного и попеременно работающих питателей.



## Дезинтеграторы



Дражная бочка: 1 – продольные наборины; 2 – кольцевые пороги; 3 – защитные планки; 4 – насадки; 5 – оросительная труба; 6 – каркас бочки.



Дезинтегратор-скруббер ( $D \times L = 3600 \times 7800$ ): а – продольный разрез; б - поперечный разрез; в - подвижный лоток; 1 – глухой барабан; 2 – лопасти; 3 – отсекатель; 4 – диафрагма; 5 – труба для воды; 6 – подвижный лоток; 7 – резиновые шипы; 8,9,10 – привод.

Проблема селективного разрушения минеральных ассоциаций за счет макро - микродефектов

Не дробить ничего лишнего

Крупное дробление в шахте

Предотвращать ошламование рудных и породных минералов

Максимально снизить крупность кусков руды перед шаровыми мельницами

Крупное дробление и предконцентрация на борту карьера для уменьшения массы пустой породы для транспортировки