

**Принципы переработки
минерального сырья.
Обогащение полезных
ископаемых. Грохочение**

Лекция 2

МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЁ — товарная продукция горного производства. К минеральному сырью относятся полезные ископаемые, извлечённые из недр в процессе освоения минеральных ресурсов и подвергнутые обработке, необходимой для их хозяйственного использования.

Переработка минерального сырья характеризуется преобразованием свойств и потребительского качества минерального сырья согласно требованиям потребителей.

Преобразования затрагивают как натуральный состав сырья, так и его физико-химические свойства. В простейшем случае - это дробление, измельчение и сортировка сырья (этими средствами достигают однородности сырья для последующего передела по одному из признаков, например, крупности). Более сложные процессы переработки направлены на улучшение качества добытого сырья (повышение содержания полезного компонента и удаление вредных либо посторонних примесей). Этот тип переработки называют обогащением минерального сырья. Важной задачей процессов обогащения является также разделение полезных компонентов, содержащихся в комплексных рудах.

**Обогащение полезных
ископаемых — совокупность
процессов первичной обработки
минерального сырья, имеющая
своей целью отделение всех ценных
минералов от пустой породы, а
также взаимное разделение ценных
минералов.**

При обогащении возможно получение как конечных товарных продуктов (асбест, графит и др.), так и концентратов, пригодных для дальнейшей химической или металлургической переработки.

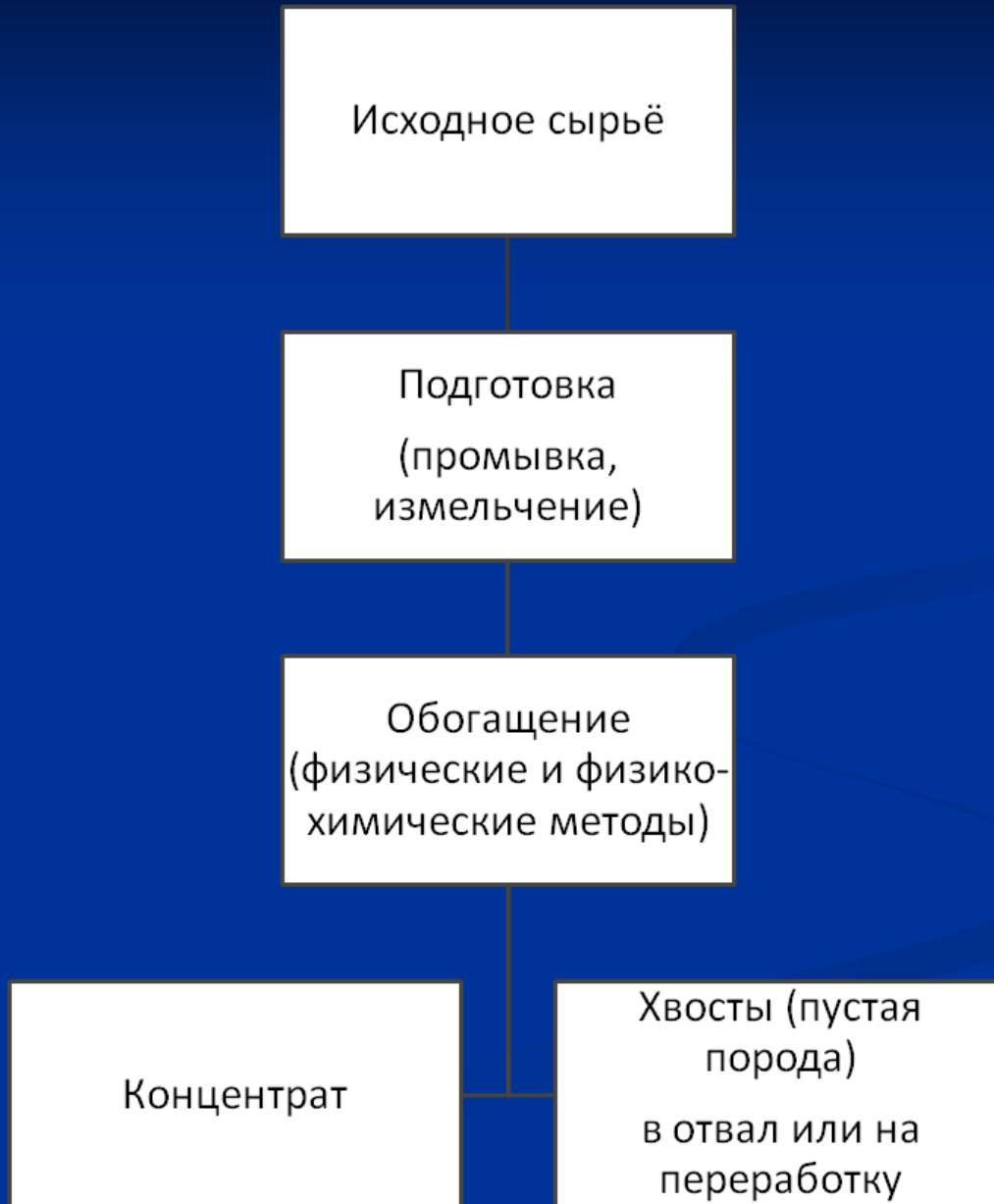
Обогащение — наиважнейшее промежуточное звено между добычей полезных ископаемых и использованием извлекаемых веществ.

Обогащение позволяет существенно увеличить концентрацию ценных компонентов. Содержание важных цветных металлов —

меди, свинца, цинка — в рудах составляет 0,3—2 %, а в их концентратах — 20—70 %.

Концентрация молибдена увеличивается от 0,1—0,05 % до 47—50 %, вольфрама — от 0,1—0,2 % до 45—65 %, зольность угля снижается от 25—35 % до 2—15 %. В задачу обогащения входит также удаление вредных примесей минералов (мышьяк, сера, кремний и т. д.). Извлечение ценных компонентов в концентрат в процессах обогащения составляет от 60 до 95 %.

Схема обогащения сырья



Предварительное обогащение полезных ископаемых позволяет:

- увеличить промышленные запасы минерального сырья за счёт использования месторождений бедных полезных ископаемых с низким содержанием полезных компонентов;
- повысить продуктивность труда на горных предприятиях и снизить стоимость добываемой руды за счёт механизации горных работ и сплошной выемки полезного ископаемого вместо выборочной;
- повысить технико-экономические показатели металлургических и химических предприятий при переработке обогащённого сырья за счёт снижения затрат топлива, электроэнергии, флюсов, химических реактивов, улучшения качества готовых продуктов и снижения потерь полезных компонентов с отходами;

- **осуществить комплексное использование полезных ископаемых, потому что предварительное обогащение позволяет извлечь из них не только основные полезные компоненты, но и сопутствующие, которые содержатся в малых количествах;**
- **снизить затраты на транспортировку к потребителям продукции горного производства за счёт транспортирования более богатых продуктов, а не всего объёма добытой горной массы, содержащей полезное ископаемое;**
- **выделить из минерального сырья вредные примеси, которые при дальнейшей их переработке могут ухудшать качество конечной продукции, загрязнять окружающую среду и угрожать здоровью людей.**

В зависимости от минерального состава и содержания полезных минералов, размеров вкраплений определяется обогатимость полезных ископаемых и выбирается схема обогащения полезных ископаемых, которая состоит из ряда последовательных процессов. Самая общая схема обогащения полезных ископаемых включает "разъединение" минералов, т.е. высвобождение их из сростков, что достигается дроблением и измельчением полезных ископаемых и "разделения" минералов собственно процессами обогащения.

Обычно вначале проводится рудоподготовка, которая состоит из дробления, грохочения, а также усреднения материала. Дробление проводится в несколько стадий, между которыми можно выделять готовый продукт. Дроблённый продукт может подвергаться предварительному обогащению в тяжёлых средах или методами радиометрии, сортировки для удаления разубоживающих пород. Измельчение проводится для раскрытия руды, после которого минералы концентрируются гравитацией, магнитным обогащением или флотацией. Мельницы работают в цикле с классификатором для выделения продуктов нужной крупности.

МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ

- **Гравитационное обогащение** *Отсадочные машины Концентрационные столы Шлюзы*
- **Флотация**
- **Магнитная сепарация**
- **Электрическая сепарация**
- **Сухое обогащение**
- **Мокрое обогащение**
- **Использование центробежных сил**

Продукты
обогащения

```
graph TD; A[Продукты обогащения] --- B[Концентраты]; A --- C[Отходы]; A --- D[Промежуточные продукты];
```

Концентраты

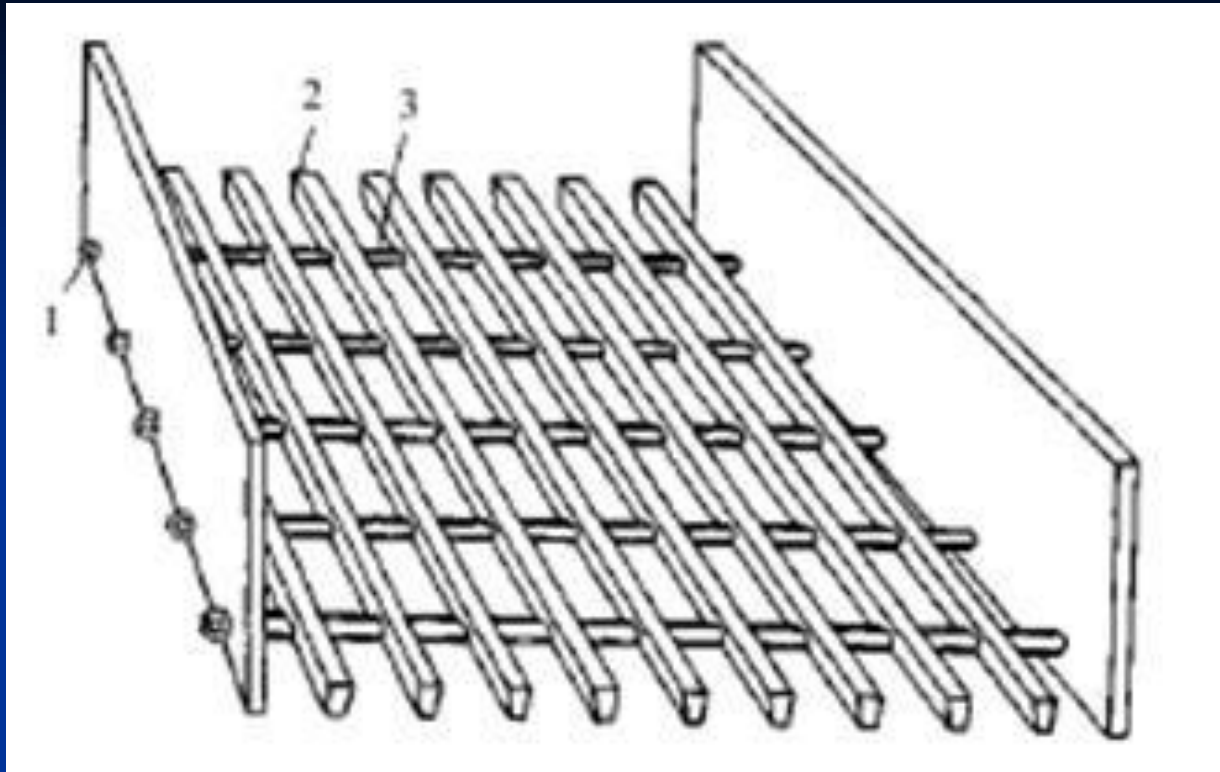
Отходы

Промежуточные
продукты

- Грохочение – процесс разделения зернистых материалов по крупности на просеивающих поверхностях с калиброванными отверстиями. Зерна (куски) материала, размер которых больше размера отверстий сита, остаются при просеивании на сите, а зерна меньших размеров проваливаются через отверстия.
- Материал, поступающий на грохочение, называется исходным, остающийся на сите – надрешетным (верхним) продуктом, проваливающийся через отверстия сита – подрешетным (нижним) продуктом.

Основными типами промышленных грохотов являются:

- Колосниковые
- Валковые
- Дуговые
- Барабанные
- Вибрационные

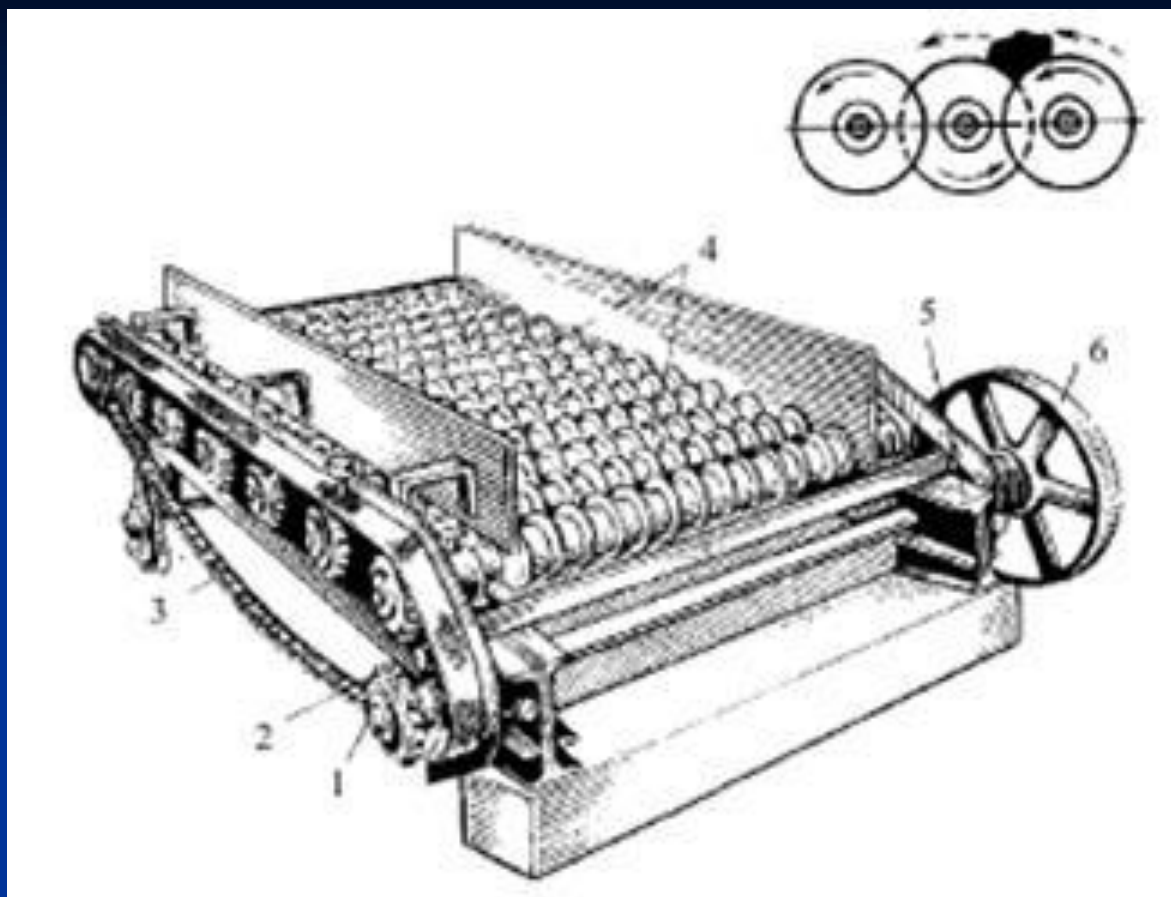


Грохот колосниковый неподвижный
1 – стяжной болт; 2 – колосник; 3 –
распорная трубка

Колосниковые грохоты, устанавливаемые под углом к горизонту, представляют собой решетки, собранные из колосников. Материал, загружаемый на верхний конец решетки, движется по ней под действием силы тяжести. При этом мелочь проваливается через щели решетки, а крупный класс сходит в нижнем конце.

Эти грохоты применяют, в основном, для крупного грохочения руд. Размер щели между колосниками – не меньше 50 мм, в редких случаях 25-30 мм. Угол наклона решетки зависит от физических свойств грохотимого материала. По практическим данным, угол наклона составляет для руд $40-45^\circ$, для углей $30-35^\circ$.

При переработке влажных материалов угол наклона грохота увеличивают на $5-10^\circ$. Эффективность грохочения колосниковых грохотов невысокая, она составляет около 70 %.

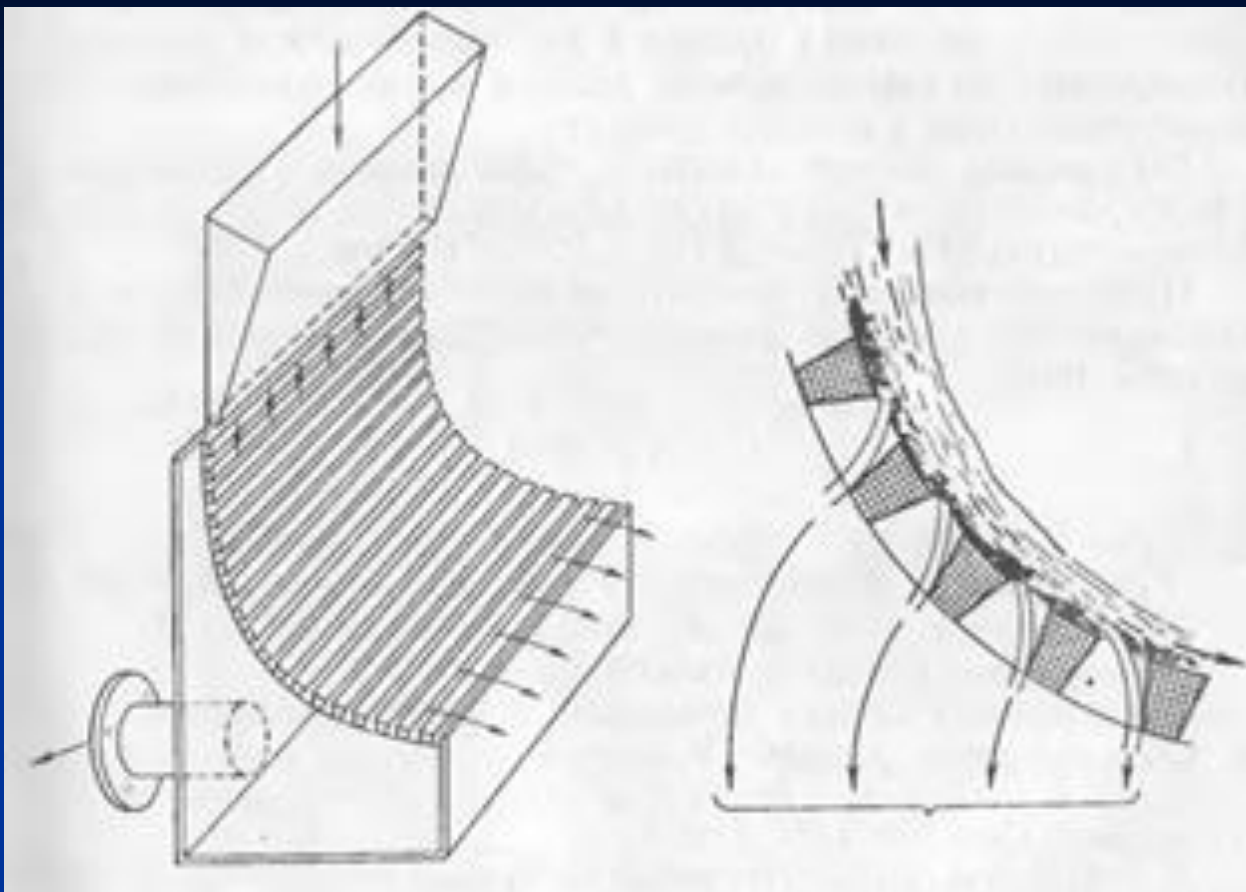


Грохот валковый

1 – главный вал; 2 – звездочка; 3 – цепная передача; 4 – валки; 5 – рама; 6 – привод

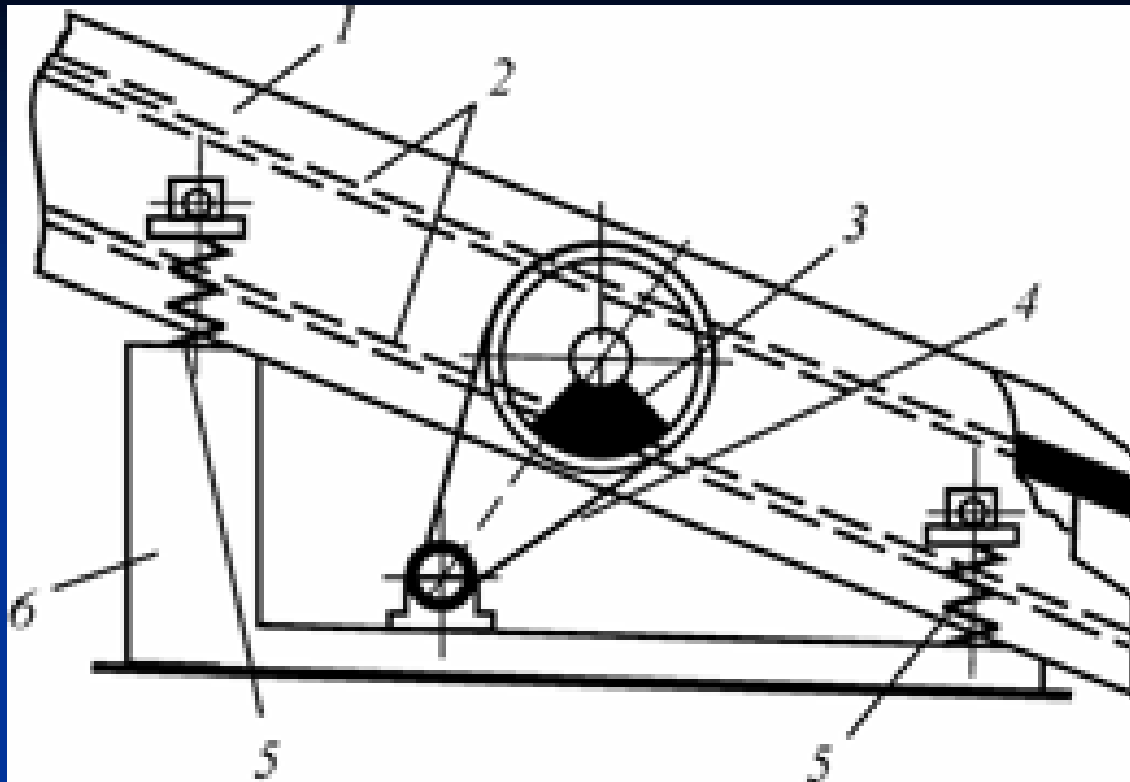
Валковый грохот представляет собой наклонную площадку, набранную из горизонтальных параллельных осей, которые свободно вращаются в подшипниках. На каждую ось надет ряд металлических дисков (валков), которые располагаются в шахматном порядке.

На верхний край грохота подается исходный материал и под действием силы тяжести скатывается по каткам вниз, при этом мелкий материал проваливается сквозь промежутки между валками. Такие грохоты применяют для грохочения сравнительно легких и хрупких материалов, например для крупного грохочения углей. Эффективность их грохочения несколько выше, чем у колосниковых, и составляет около 75 %.



Дуговые сита

Дуговые грохоты (сита) широко используют для мокрого грохочения тонких продуктов. Рабочая поверхность – изогнутая в виде дуги плоскость, которая набрана из поперечной колосниковой решетки. На верхний край дуги подается исходный материал в виде пульпы. Мелкие зерна вместе с водой разгружаются через сито в разгрузочную коробку, а крупные – в конце дугового сита. Поскольку пульпа движется по дуге, возникающая центробежная сила повышает эффективность грохочения, она может достигать 90 %. Дуговые грохоты применяют при ширине щелей от 0,25 до 3 мм



Вибрационный грохот

1 – короб; *2* – просеивающая поверхность; *3* – вибровозбудитель;
4 – приводное устройство; *5* – упругие виброизолирующие элементы; *6* – опорная рама

Вибрационные (инерционные) грохоты

Все вибрационные грохоты характеризуются отсутствием жесткой связи подвижного корпуса с источником колебаний. При этом амплитуда свободных колебаний зависит от величины движущихся масс, жесткости пружин и как вывод возникающей силы инерции.

По характеру движения короба грохота различают:

- грохоты с прямолинейными вибрациями (резонансные, с электромагнитным вибратором и с самобалансным вибратором);
- грохоты с круговыми вибрациями (с простым дебалансным вибратором и самоцентрирующиеся).

Достоинства: высокая эффективность грохочения, за счет хорошего расслоения материала на поверхности грохота (85-90%); высокая производительность; низкое потребление электроэнергии.

Недостатки: сложность конструкции и большая металлоемкость; необходимость тщательного контроля за уравновешенностью масс.