

# Основы обогащения полезных ископаемых

Лекция №7

# Измельчение

Измельчением также как и дроблением называются процессы разрушения кусков (зерен) руды полезных ископаемых на более мелкие зерна путем действия внешних сил, преодолевающих внутренние силы сцепления между частицами. Условно считают, что если при дроблении получают зерна более 5 мм, то при измельчении – меньше 5 мм.

Все мельницы разделены на две основные разновидности:



# КЛАССИФИКАЦИЯ МЕЛЬНИЦ

По  
измельчающей  
среде

- Шаровые
- Стержневые
- Галечные
- Самоизмельчение

По форме  
барабана

- Цилиндрические
- Конические

# Шаровые мельницы

- Шаровые мельницы по типу разгрузки делятся на:
  - С центральной разгрузкой (МШЦ);
  - С разгрузкой через решетку (МШР).

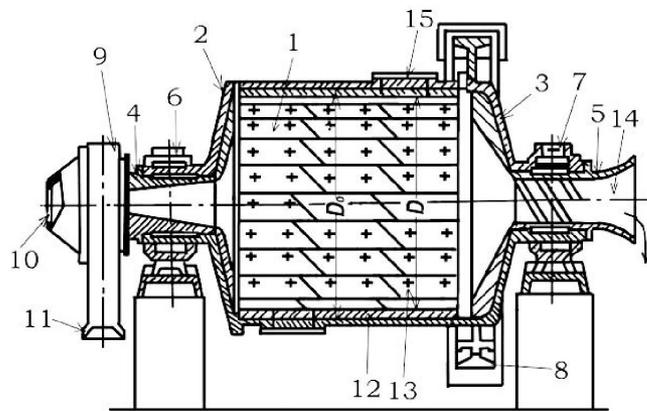


Рис. 7.1 Шаровая мельница с центральной разгрузкой

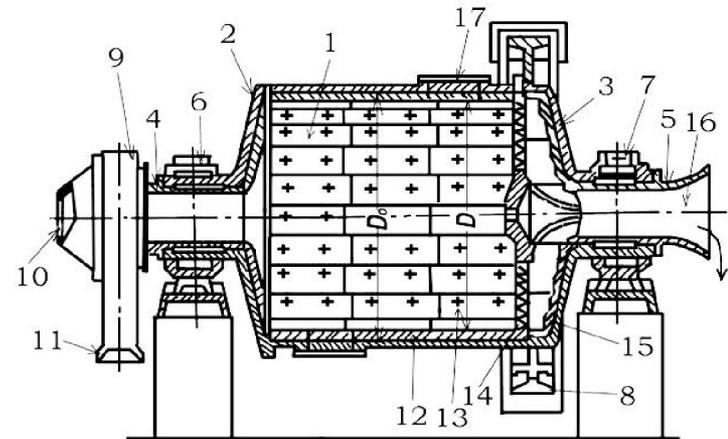


Рис. 7.2 Шаровая мельница с разгрузкой через решетку

# Мельница с центральной разгрузкой (МШЦ).

## Особенности мельницы:

- разгрузка пульпы осуществляется непосредственно через разгрузочную цапфу горловина, которой большего диаметра, чем разгрузочное отверстие;
- высокий уровень пульпы в барабане;
- малая разница уровня пульпы  $h$  в загрузочном и разгрузочном концах барабана, вследствие чего перемещение материала идет медленно, и мельница выдает тонкий продукт (рис. 7.3);
- разгрузочная горловина имеет спираль для возврата в мельницу случайно попавших шаров.

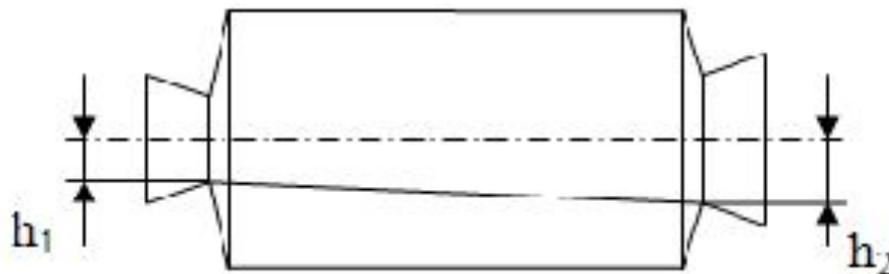


Рис. 7.3 Мельница МШЦ

# Мельница с разгрузкой через решетку (МШР).

## Особенности мельницы:

- диаметр больше длины;
- измельченный продукт разгружается принудительно (рис.7.4);
- со стороны разгрузочного конца мельница имеет решетку с отверстиями для разгрузки измельченного продукта;
- Крупные куски руды и шары задерживаются в мельнице.

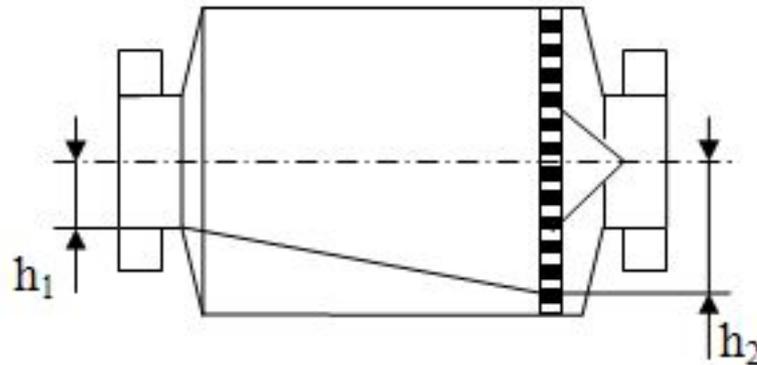


Рис. 7.4 Мельница МШР

# Мельница с разгрузкой через решетку (МШР).

## Особенности мельницы:

### Достоинства:

- более производительные по сравнению с мельницами с центральной разгрузкой;
- выдают более равномерный по крупности продукт с небольшим количеством шламов, зерна не подвергаются переизмельчению, что наблюдается в МШЦ;
- в мельницу можно загружать руду крупностью до 30-35 мм и регулировать степень измельчения;
- решеткой можно регулировать уровень пульпы, а значит и ее производительность.

### Недостатки:

- наличие диафрагмы (решетки) усложняет конструкцию и обслуживание мельницы;
- удорожает ее стоимость;
- отверстия решетки забиваются щепой.

# Стержневые мельницы (МСЦ)

## Конструктивные отличия стержневых мельниц:

- большая длина  $L = (15-2) \cdot D$ ;
- большой диаметр разгрузочной горловины (1200 мм);
- достигается большая скорость прохождения материала, а значит, увеличивается производительность;
- нет необходимости устройства люка в корпусе;
- торцевые крышки имеют меньшую конусность.

## Другие особенности:

- скорость вращения 60-80% от критической;
- большая масса стержней на единицу объема материала (6-7 т/ м<sup>3</sup>) делает производительность выше, чем у шаровой;
- меньший износ футеровки и стержней и более низкая стоимость.

# Мельницы самоизмельчения «Аэрофол»

## Преимущества мельниц самоизмельчения:

- при самоизмельчении отпадает необходимость в среднем, мелком дроблении. Иногда даже в крупном и в грубом измельчении в стержневых мельницах;
- резко снижаются капитальные затраты и эксплуатационные расходы на операции дробления и измельчения;
- улучшаются условия измельчения, скрывание идет по слабым плоскостям спайности. Руда не переизмельчается, меньше образуется шламов;
- благодаря более благоприятным условиям измельчения (снижение шламов) улучшаются технологические результаты.

## Недостатки:

- в мельнице накапливается избыточное количество кусков «критической» крупности, когда они малы по весу и размеру чтобы служить измельчающими телами и слишком крупные чтобы быть измельченными другими кусками;
- повышенный расход электроэнергии и футеровки;
- меньшая удельная производительность;
- пригодны не для всех руд. При изменении физических свойств руды наблюдается значительное колебание в производительности.

# Мельницы самоизмельчения «Аэрофол»

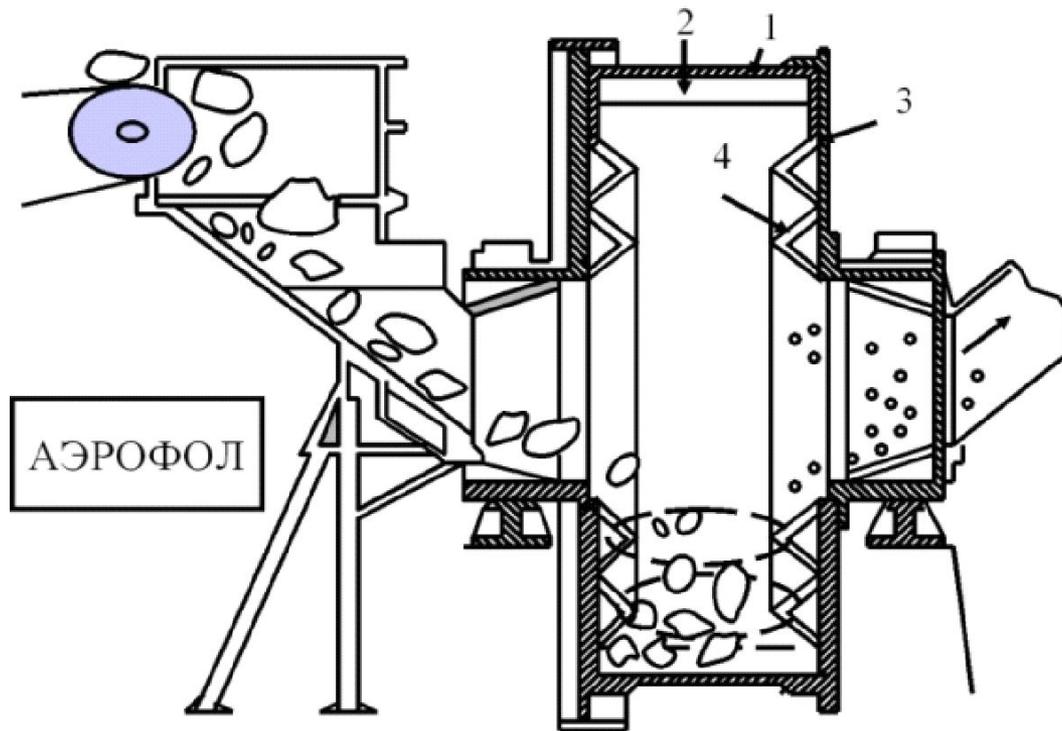


Рис. 7.5 Мельница «Аэрофол»  
1 – барабан; 2 – лифтеры;  
3 – торцевые крышки; 4 – балки.

# Скоростные режимы мельниц

- Критическая скорость:  $n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$
- Оптимальная скорость 88-75% критической скорости.

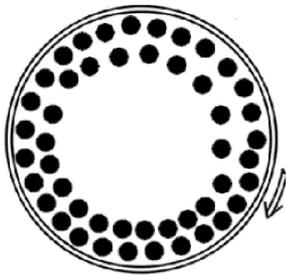


Рис. 7.6 Критический режим вращения

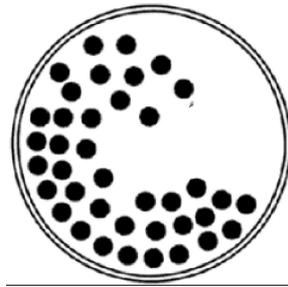


Рис. 7.7 Водопадный режим вращения

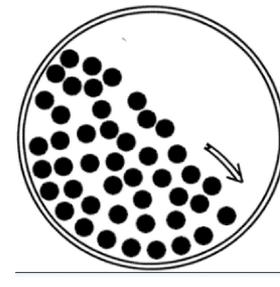


Рис. 7.8 Каскадный режим вращения

# Технология измельчения



Рис. 7.9 Открытый цикл

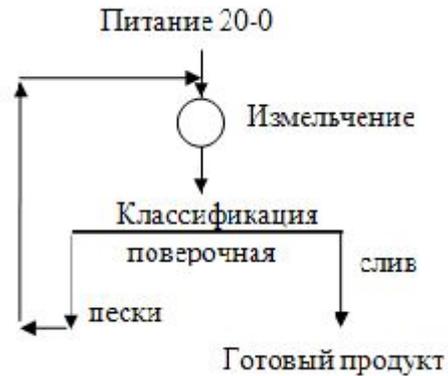


Рис. 7.10 Замкнутый цикл

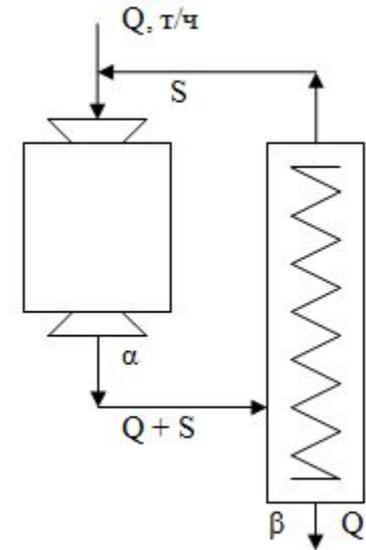


Рис. 7.11  
Циркулирующая нагрузка

- Циркулирующая нагрузка:

$$C = \frac{S}{Q} \cdot 100, \%$$

$$C = \frac{\beta - \alpha}{\alpha - \vartheta} \cdot 100, \%$$

$$C = \frac{R_2 - R}{R - R_1} \cdot 100, \%$$