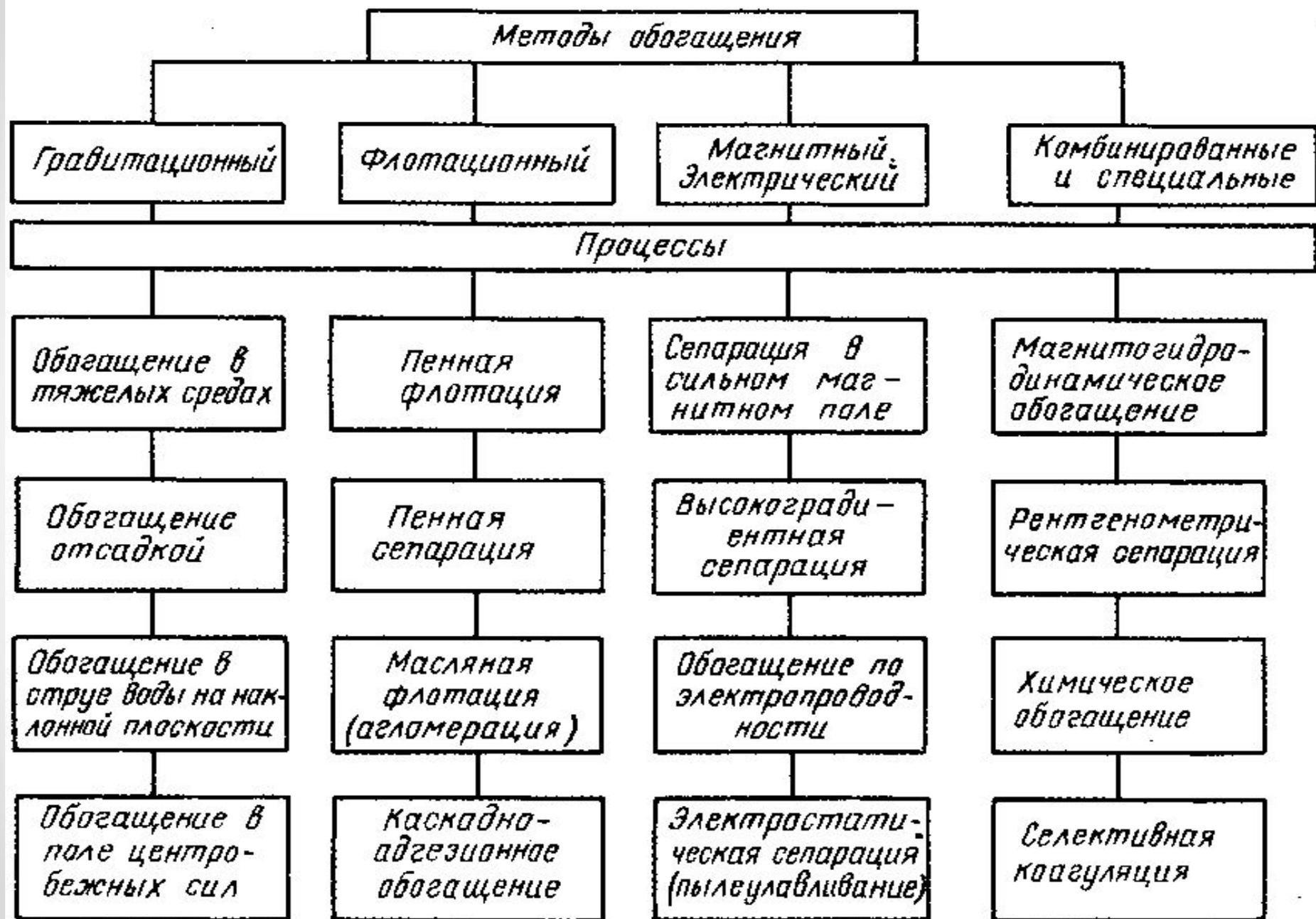


- **Технологическая схема** включает сведения о последовательности технологических операций по переработке полезного ископаемого на обогатительной фабрике.
- **Качественная схема** содержит сведения о качественных изменениях полезного ископаемого в процессе его переработки (изменение крупности продуктов и содержания отдельных компонентов), а также данные о режиме отдельных технологических операций.
- **Количественная схема** включает количественные данные о распределении полезного ископаемого по отдельным технологическим операциям и выход получаемых продуктов. Количественные показатели выражаются в единицах массы (т/сут, т/ч) и в процентах от исходной руды, количество которой принимается за 100%.
- **Водно-шламовая схема** содержит данные о соотношении воды и твердого в продуктах обогащения. В водно-шламовых схемах указывается количество твердого (т/сут, т/ч) и количество жидкого ( $\text{м}^3/\text{сут}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ), поступающих в каждую технологическую операцию и уходящих с получаемыми продуктами.
- **Схема цепи аппаратов** — графическое изображение пути движения полезного ископаемого и продуктов обогащения через аппараты. На таких схемах аппараты, машины и транспортные средства изображаются условно и указывается их число, тип и размер. Движение продуктов от агрегата к агрегату обозначается стрелками.



## **Дробление и измельчение**

**Дробление** — процесс разрушения кускового минерального сырья под действием внешних механических сил путем раздавливания, раскалывания, удара или их сочетания, его осуществляют в специальных машинах, называемых дробилками.

**Измельчение** — процесс уменьшения размеров кусков минерального сырья в результате ударного и истирающего воздействия внешних механических сил для раскрытия сростков минералов, его осуществляют в специальных машинах, называемых мельницами.

Оценку результатов дробления и измельчения выполняют по степени дробления, измельчения и эффективности работы дробилок и мельниц.

### **Виды дробления и измельчения:**

- Самодробление (само измельчение) за счёт трения кусков и зёрен разной твёрдости и прочности;
- Электрогидравлическое – под действием волн электрического заряда, пропускаемого через жидкость;
- Взрывное – под действием сил растяжения после снятия нагрузки давлением;
- Вибрационное – под действием вибрации;
- Центробежное – в центробежном поле;
- Струйное – за счёт кинетической энергии движущихся навстречу друг к другу частиц.

Степень дробления или измельчения  $i$  — отношение диаметра максимального куска исходного материала  $D_{\max}$  к диаметру максимального куска продукта дробления или измельчения  $d_{\max}$

$$i = D_{\max}/d_{\max}.$$

### Предельные значения крупности по стадиям дробления и измельчения

| Стадия              | $D_{\max}$ питания,<br>мм | $D_{\max}$ дробленного<br>продукта, мм | $i = D_{\max}/d_{\max}$ |
|---------------------|---------------------------|--|-------------------------|
| <b>Дробление:</b>   |                           |  |                         |
| крупное             | 1500—500                  | 350—100                                | 4,3—5                   |
| среднее             | 350—100                   | 100—40                                 | 3,5—2,5                 |
| мелкое              | 100—40                    | 30—10                                  | 3,3—4,5                 |
| <b>Измельчение:</b> |                           |  |                         |
| грубое              | 30—10                     | 5—2                                    | 6—5                     |
| тонкое              | 5—2                       | 1—0,5 и менее                          | 5—40 и более            |

Конечная крупность дробленого и измельченного материала, направляемого на обогащение, определяется размером вкрапленности полезных минералов, представляющей собой крупность зерен и агрегатов в массиве.

Эффективность работы  $\mathcal{E}$ , т/(кВт•ч), дробилок и мельниц характеризуется отношением массы дробленого и измельченного продукта  $M$ , т, к израсходованной энергии  $Q$ , кВт•ч:

$$\mathcal{E} = M/Q. \quad (1)$$

Величина обратная  $\mathcal{E}$  называется удельным расходом энергии, кВт•ч/т:  
 **$E_{уд} = Q/M$ . (2)**

Энергия, расходуемая на дробление и измельчение, поглощается упругими и пластическими деформациями, преобразуется в поверхностную энергию вновь образуемых поверхностей измельчённых зёрен и рассеивается в окружающей среде в виде тепловых, звуковых и других потерь.

Известно несколько закономерностей дробления, характеризующих зависимость работы, которую затрачивают на дробление и измельчение, от результатов дробления и измельчения, т. е. от крупности конечного продукта:

$$A = KD^m, (3)$$

где  $K$  — коэффициент пропорциональности, Дж/м<sup>2</sup>;  $D$  — характерный размер куска, м;  $m$  — показатель степени по Кирпичеву—Кику равен 3, по Реттингеру — 2, по Бонду — 2,5.

Все предложенные законы дробления практически описывают различные участки графика изменения удельного расхода энергии на дробление и измельчение

$$E = f(S), (4)$$

где  $S$  — площадь вновь образованной поверхности.

# Грохочение

Колосниковые решетки набирают из колосников, параллельно скрепленных между собой со строго определенными зазорами (250 мм). Зазор между соседними колосниками определяет максимальный размер зерен подрешетного продукта.

Решета применяют для грохочения по крупности от 10 до 100 мм. Изготавливают их из стальных листов методом штамповки, они бывают также сварные. Отверстия в решете — круглые, квадратные, а также овальные и прямоугольные располагают в шахматном порядке и «в елочку».

Сита бывают тканые, плетеные, струнные и шпальтовые. Тканые и плетеные сита изготавливают преимущественно с квадратными прямоугольными отверстиями размером от 100 до 0,04 мм из стальной, латунной, бронзовой, медной или никелевой проволоки. В последнее время производят резиновые, капроновые и капроносталевые сита.

**Коэффициент живого сечения** - отношение суммарной площади отверстий к общей площади просеивающей поверхности

**Крупность продуктов** принято выражать в миллиметрах и микронах.

**Размер отверстий** тканых сит в зарубежной и часто в отечественной практике характеризуется числом меш — числом отверстий, приходящихся на один линейный дюйм сетки.

**Эффективность грохочения**  $E$  — показатель, характеризующий точность разделения материала по крупности при грохочении в реальных условиях.

Для вычисления показателя эффективности грохочения имеется несколько формул.

В простейшем случае, когда зерна крупнее заданного размера не попадают в подрешетный продукт при исправной просеивающей поверхности, эффективность грохочения, %, может быть получена из выражения

$$E = \beta_{\text{п}} \gamma_{\text{п}} - 1,$$

где  $\beta_{\text{п}}$  — содержание нижнего класса крупностью менее  $d_{\text{мм}}$  в подрешетном продукте, %;  $\gamma_{\text{п}}$  — выход подрешетного продукта крупностью менее  $d_{\text{мм}}$ , %;  $\alpha$  — содержание класса крупностью менее  $d_{\text{мм}}$  в поступающем на грохочение материале, %.

**Гидравлическая классификация** — разделение смеси минеральных частиц на классы различной крупности по скоростям их падения в жидкой среде. Гидравлическая классификация может быть в горизонтальном или восходящем потоке с разделением частиц в условиях свободного или стесненного падения под воздействием силы тяжести или центробежных сил.

Процесс гидравлической классификации обусловлен закономерностями движения минеральных частиц в водной среде, зависящими от размеров, формы, плотности частиц, динамического и вязкостного сопротивлений среды.

Конечную скорость свободного падения в воде  $v_0$  шарообразных частиц крупнее 1 мм определяют

**Формула Риттингера:**

$$v_0 = R[d/(\delta - 1\ 000)]^{0,5},$$

где  $R$  — числовой коэффициент;  $d$  — диаметр частицы, мм;  $\delta$  — плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>.

Конечную скорость  **$V_{ст}$**  стесненного падения частиц крупностью от 0,1 до 12,5 мм, происходящего в условиях массового падения частиц в ограниченном пространстве.

**Формуле Ханкока:**

$$V_{ст} = v_0 \theta^2,$$

где  $\theta$  — коэффициент разрыхления массы частиц,  $\theta < 1$ .

## **Эффективность классификации**

**формула Ханкока- Луйкена:**

$$\eta = [(\varepsilon - \gamma) / (100a)] 100\%,$$

где  $\varepsilon$  — извлечение;  $\gamma$  — выход продукта;  $a$  — содержание расчётного класса в исходном материале.