

УДК 622.723

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Самойлик В. Г., доцент, к.т.н., ГОУ ВПО «ДонНТУ»,
Кондратенко И. О., студент группы ОПИ-15 ГОУ ВПО «ДонНТУ».

эл. адрес samoylik@donntu.org

Аннотация. Рассмотрены физические основы радиометрических методов обогащения. Показана связь между характером прохождения излучений через вещество и возможными способами сортировки. Дана классификация радиометрических методов обогащения полезных ископаемых и область их применения

Ключевые слова: радиометрическое обогащение, разделительный признак, первичное излучение, авторадиметрический метод

Annotation. The physical principles of radiometric methods of enrichment are considered. The relationship between the nature of the passage of radiation through matter and possible sorting methods is shown. Classification of radio-metric methods of mineral processing and their application are given.

Key words: radiometric enrichment, separation feature, primary radiation, auto radiometric method

Радиометрические методы обогащения основаны на различиях в способности минералов испускать, отражать или поглощать излучения.

Различают два вида радиометрического обогащения: обогащение радиоактивных руд, минералы которых сами испускают излучение, и обогащение нерадиоактивных руд, минералы которых не обладают естественной радиоактивностью.

В первом случае разделительным признаком является интенсивность естественного излучения разделяемых минералов. Во втором необходим источник первичного принудительного излучения, и разделительным признаком является интенсивность вторичного сигнала взаимодействия этого излучения с разделяемыми минералами.

Интенсивность и характер вторичного сигнала зависит от свойств полезного ископаемого. Принципиальная схема, отображающая прохождение излучения через частицу горной породы, представлена на рисунке 1.

Для границы раздела воздух-горная порода справедливо следующее равенство:

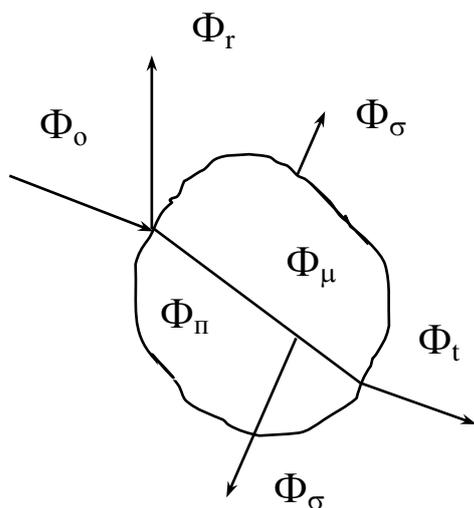
$$\Phi_0 = \Phi_{\Pi} + \Phi_r.$$

В свою очередь:

$$\Phi_{\Pi} = \Phi_{\sigma} + \Phi_{\mu} + \Phi_t.$$

Тогда

$$\Phi_0 = \Phi_r + \Phi_{\sigma} + \Phi_{\mu} + \Phi_t.$$



Φ_0 – исходное излучение;
 Φ_r – часть излучения, отразившегося от поверхности куска;
 Φ_π – часть излучения, проникшая в горную породу;
 Φ_μ – часть излучения, поглотившаяся горной породой;
 Φ_σ – часть излучения, рассеянная горной породой;
 Φ_t – часть излучения, прошедшая через горную породу

Рисунок 1 – Схема прохождения излучения через горную породу

Если разделить обе части уравнения на Φ_0 получим:

$$1 = r + \sigma + \mu + t,$$

где, σ , μ , t – коэффициенты отражения, рассеяния, поглощения, пропускания.

В зависимости от характера прохождения излучений через вещество различают следующие способы сортировки (рис. 2):

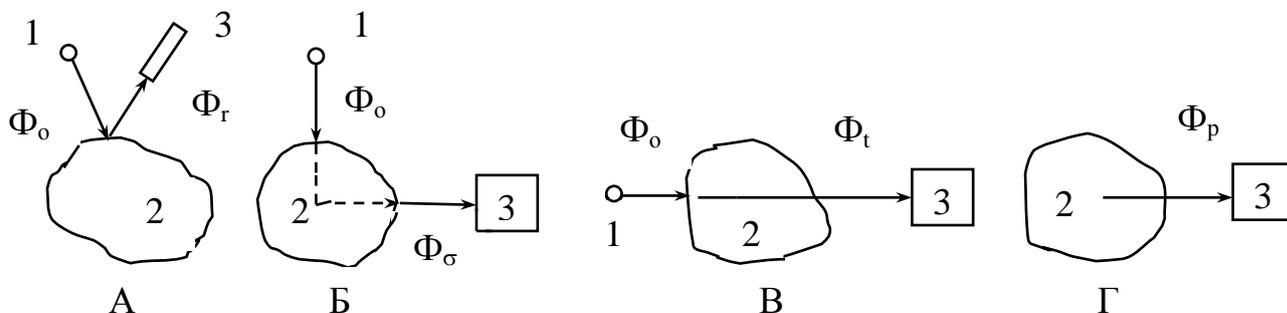


Рисунок 2 – Способы сортировки:

1 – источник излучения; 2 – частица минерала; 3 – приёмник излучения

А – радиометрическая сортировка с использованием отражённого излучения;

Б – радиометрическая сортировка с использованием рассеянного излучения;

В – радиометрическая сортировка с использованием прошедшего излучения (абсорбционный способ);

Г – радиометрическая сортировка с использованием генерируемой частицей излучения (авторадиометрический способ).

Авторадиометрический способ не требует применения источника излучения, т.к. использует различие в естественной радиоактивности руд (Φ_p).

Кроме того, под воздействием внешнего источника излучения в некоторых минералах вызывается искусственная (наведенная) радиоактивность или возбуждается люминесцентное свечение. В этом случае применяются способы радиометрической сортировки, основанные на определении интенсивности генерируемого минералами излучения.

При разделении минеральных частиц могут быть использованы любые из этих способов.

При радиометрической сортировке во внешних источниках используют излучения в широком диапазоне длин волн (λ):

- γ - излучение ($\lambda < 10^{-3}$ нм);
- β - излучение ($\lambda = 10^{-3} - 10^{-2}$ нм);
- нейтронное ($\lambda = 10^{-2} - 10^{-1}$ нм);
- рентгеновское ($\lambda = 5 \cdot 10^{-2} - 10$ нм);
- ультрафиолетовое ($\lambda = 10^2 - 3,8 \cdot 10^2$ нм);
- видимый свет ($\lambda = 3,8 \cdot 10^2 - 7,6 \cdot 10^2$ нм);
- инфракрасное ($\lambda = 7,6 \cdot 10^2 - 10^4$ нм);
- радиоволновое ($\lambda = 10^5 - 10^{14}$ нм).

Перечисленные способы сортировки и широкий диапазон используемых видов излучения дают возможность разработать режим радиометрического обогащения практически для любого вида полезных ископаемых: руд чёрных и цветных металлов, благородных и редкоземельных металлов, бокситов, кварцитов, нерудных полезных ископаемых.

В таблице 1 представлены некоторые методы радиометрического обогащения и область их применения.

Таблица 1. Классификация радиометрических методов обогащения полезных ископаемых

Метод	Явления, лежащие в основе метода	Область применения
1	2	3
Авторадиометрический	Естественная радиоактивность, обуславливающая возникновение проникающих излучений	Урановые, ториевые руды и руды, содержащие другие радиоактивные минералы
Фотонейтронный	Ядерная реакция, происходящая при воздействии на минералы гамма-излучения, в результате чего появляется поток нейтронов	Бериллиевые руды

Окончание таблицы 1

1	2	3
Люминесцентный	Возбуждение люминесценции минералов ультрафиолетовым, рентгеновским или гамма-излучением	Алмазосодержащие, шелитовые, флюоритовые и другие руды
Фотометрический	Различия в свойствах минералов отражать, пропускать или преломлять видимый свет	Неметаллические, золотосодержащие, сульфидные и другие руды
Нейтронно-активационный	Ядерные реакции, происходящие при воздействии на минералы потоков нейтронов, в результате чего образуются радиоактивные минералы, которые, распадаясь, испускают бета- и гамма-излучения	Алюминиевые, медные, железные, марганцевые, флюоритовые и другие руды
Гамма-абсорбционный	Фотоэлектрическое поглощение рентгеновского или гамма-излучения	Руды, содержащие тяжелые химические элементы
Нейтронно-абсорбционный	Захват, рассеяние и замедление нейтронов ядрами химических элементов	Борные, редкоземельные, литиевые и другие руды
Рентгенорадиометрический (рентгенофлуоресцентный)	Возбуждение рентгеновскими трубками либо источниками гамма-излучения характеристического рентгеновского излучения атомов определяемых элементов	Руды чёрных, цветных и благородных металлов, бокситы, кварциты и другие руды

Литература.

1. Самойлик, В.Г. Специальные и комбинированные методы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие/ Донецк: ООО «Східний видавничий дім», 2015. – 164 с.
2. Физические основы рентгенорадиометрической сепарации / В. Г. Самойлик, В. Г. Науменко. - НАУЧНЫЙ АЛЬМАНАХ. ООО "Консалтинговая компания Юком" (Тамбов). -2016. - № 12-2 (26). – С. 386-393.
3. Использование рентгенолюминесцентной сепарации при обогащении алмазосодержащих руд / В. Г. Самойлик, И. О. Кондратенко. - Материалы конф. «Комплексные процессы обогащения, переработки и использования минерально-сырьевых ресурсов» - Донецк, ДонНТУ, 26.10.2017. – С. 65-69.