

В интегральной энергетической интенсивности вклад от γ -излучения, приходящего из заднего полупространства, составляет около 26% для H , равных 0,5 и 1, и падает до 21% при $H=2$. В интегральной интенсив-

данные об альбедо при разных углах падения γ -квантов [2].

Интегральный спектр γ -излучения плоского изотропного источника ($\alpha=180^\circ$) можно сравнить с аналогичным спектром, полученным интегрированием γ -излучения точечных источников в однородной среде [3], для которых опубликованы подробные спектры, вычисленные методом моментов [4]. Результаты согласуются в пределах 10–15%.

При решении многих практических задач регистрируется γ -излучение лишь с энергией выше некоторого минимального значения. Для исследования влияния нижней энергетической границы обрезания на интегральную интенсивность γ -излучения, падающего в вертикальном конусе с углом раствора α , вычислялась функция

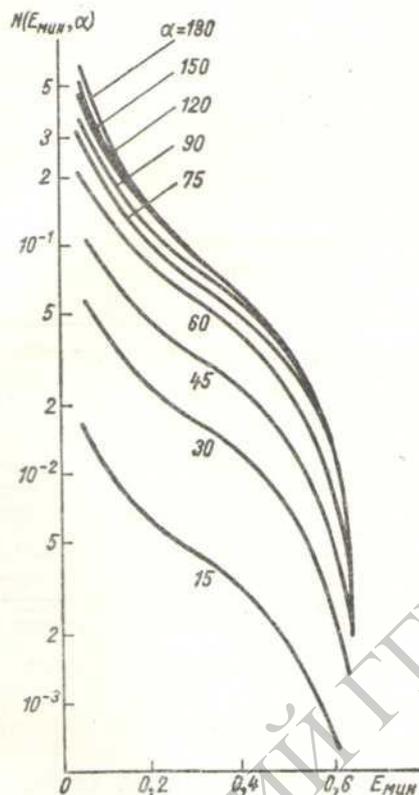


Рис. 3. Интегральная интенсивность γ -излучения с энергией выше $E_{\text{мин}}$ и $\theta < \alpha$ (расстояние от источника $H=2$).

ности по числу γ -квантов доля излучения из заднего полупространства составляет около 36% для H , равных 0,5 и 1, и 29% для $H=2$. Указанные значения хорошо подтверждаются расчетами вклада от излучения из заднего полупространства, если использовать

$$N(E_{\text{мин}}, \alpha) = \int_{E_{\text{мин}}}^{0,66} dE \int_0^\alpha \frac{dN}{d\Omega} 2\pi \sin \theta d\theta.$$

Результаты расчетов приведены на рис. 3. Как видно из графиков, зависимость функции $N(E_{\text{мин}})$ от $E_{\text{мин}}$ для энергий $0,1 < E_{\text{мин}} < 0,4$ Мэв хорошо аппроксимируется экспонентой

$$N(E_{\text{мин}}) \sim e^{-E_{\text{мин}}/0,25}$$

Были рассчитаны факторы накопления по числу частиц и по энергии. В интервале рассматриваемых расстояний они с хорошей точностью описываются функциями $B_N = 1 + 9,6 H$ и $B_E = 1 + 2,7 \cdot H$, что хорошо согласуется с расчетами B_E методом моментов [5].

В заключение автор благодарит Р. М. Когана и И. М. Назарова за ценные замечания, а также Г. Н. Касьянову за помощь в расчетах.

Поступило в Редакцию 3/V 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Berger, J. Appl. Phys., 26, 1504 (1955).
2. M. Berger, D. Raso. Radiation Res., 12, 20 (1960)
3. Р. М. К о г а н, Ш. Д. Ф р и д м а н: «Изв. АН СССР. Сер. геофиз.», № 4, 530 (1960).
4. H. Goldstein, J. Wilkins. Report NYO-3075, 1954.
5. Г. Г о л ь д ш т е й н. Основы защиты реакторов. М., Госатомиздат, 1961.

УДК 621.039.84 : 622.7 + 669.1

Методика выбора γ -излучателей для контроля плотности пульпы с атомными номерами ≤ 30

М. Л. Гольдин

Методы контроля плотности пульпы с помощью радиоактивных изотопов находят все более широкое применение в горнообогатительной промышленности, черной и цветной металлургии [1, 2], химической, угольной и других отраслях промышленности. Выбор источников γ -излучения для этих целей в основном определяется значениями периода полураспада изотопа и энергии испускаемых γ -квантов.

Для того чтобы исключить влияние изменений химического состава пульпы рудных и нерудных полезных ископаемых, содержащих элементы с атомными номерами ≤ 30 , следует применять изотопы, испускающие γ -кванты такой энергии, что их поглощение в веществе происходит только за счет комптон-эффекта.

В работе [3] было показано, что значение периода полураспада и количество γ -квантов, испускаемых на

один распад ядра q , входят в общую формулу вычисления величины активности излучателя, которая в свою очередь, как это указывалось ранее [4], зависит от параметра $K_{р.в.}$, определяющего выбор изотопов для источников γ -излучения:

$$K_{р.в.} = \frac{2^{t/T_{1/2}} m}{q} \quad (1)$$

Здесь m — γ -эквивалент изотопа (без начального фильтра); t — время между перезарядками источника излучения, в течение которого точность работы прибора соответствует паспортным данным.

Как следует из работы [3], чувствительность этого метода определяется формулой

$$\Delta I_{\Pi} = \Delta Q_{\Pi} I_0 d \frac{\mu_p - \mu_v}{Q_p - Q_v} \exp \left\{ -d \left[\frac{Q_{\Pi} (\mu_p - \mu_v) + \mu_v Q_p - \mu_p Q_v}{Q_p Q_v} \right] \right\}, \quad (2)$$

где ΔI_{Π} — изменение потока излучения, связанное с изменением плотности пульпы Q_{Π} на величину ΔQ_{Π} ; d — диаметр пульпопровода; μ_p, μ_v — линейные коэффициенты ослабления для руды и воды; Q_p, Q_v — плотности руды и воды.

Из формулы (2) следует, что при прочих неизменных факторах чувствительность метода определяется отношением $\frac{\mu_p - \mu_v}{Q_p - Q_v}$, т. е. для пульпы с определенными величинами Q_p и Q_{Π} является однозначной функцией энергии испускаемых γ -квантов. Следовательно, второй параметр K_r , определяющий выбор изотопов в качестве источников γ -излучения для измерения плотности пульпы из элементов с $A \leq 30$, можно представить в виде

$$K_r = (\mu_p - \mu_v) \frac{d Q_v}{Q_p - Q_v} \quad (3)$$

Учитывая, что наиболее приемлемыми в качестве γ -излучателей являются $Co^{60}, Cs^{134}, Cs^{137}, Sb^{125}$, у которых $T_{1/2} \geq 2$ лет, вычислим для них значения параметров $K_{р.в.}$ и K_r (при $d = 1$). При этом на основе имеющихся практических данных, связанных с перезарядкой γ -излучателей, принимаем, что $t = 10$ годам; $Q_v = 1 \cdot 10^3$ кг/м³; $Q_p = 3,4 \cdot 10^3$ кг/м³ (для железной руды). Величины q и μ_v (для воды) были взяты из справочника [5], а величина μ_p для железной руды Криворожского бассейна (состав руды в %: SiO₂ — 29,64; Al₂O₃ — 1,0; Fe₂O₃ — 64,35; CaO — 0,63; MgO — 2,88; 1,5% — прочие примеси) вычислялась согласно методике, изложенной в работе [6]. Результаты расчетов приведены в таблице, из которой видно, что

Характеристика источников γ -излучения и значения параметров, определяющих выбор изотопов

Элемент	E, Мэв	T _{1/2} , годы	q	μ_p , см ⁻¹	μ_v , см ⁻¹	$K_{р.в.}$	K_r
Co ⁶⁰	1,250	5,30	2,00	0,185	0,0632	1,57	2,90
Cs ¹³⁴	0,710	2,07	2,42	2,244	0,0830	1,18	13,72
Cs ¹³⁷	0,662	26,60	0,92	0,250	0,0858	0,38	0,54
Sb ¹²⁵	0,271	2,70	1,70	0,375	0,1236	0,35	2,67

минимальное значение $K_{р.в.}$ у Cs¹³⁷, а максимальное значение K_r у Sb¹²⁵.

Необходимо отметить, что колебание химического состава руды почти не влияет на поток радиоактивного излучения при энергиях γ -излучения около 0,3 Мэв. Проведенные нами расчеты [6] показали, что активность источника излучения необходимо вычислять при значениях μ_p , соответствующих максимальному содержанию обогащаемого элемента.

Таким образом, в настоящее время наиболее подходящим γ -излучателем для контроля плотности пульпы, твердый компонент которой содержит элементы не выше 30 номера таблицы Менделеева, является Cs¹³⁷.

Поступило в Редакцию 15/IV 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Л. Гольдин. «Атомная энергия», 9, 225 (1960).
2. М. Л. Гольдин. «Атомная энергия», 12, 254 (1962).
3. М. Л. Гольдин. «Цемент», 6, 21 (1957).
4. М. Л. Гольдин. «Атомная энергия», 15, 515 (1963).
5. Н. Г. Гусев. Справочник по радиоактивным излучениям и защите. М., Медгиз, 1956.
6. А. К. Вальтер, И. Н. Плаксин, М. Л. Гольдин. Автоматический контроль плотности железорудной пульпы гамма-лучами. Изд-во Харьковского университета, 1962.

