Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXIV, вып. 2, 1974 г.

УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАССЕЯННОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА Cs^{137} ПРИ ПЛОТНОСТНОМ ГАММА-ГАММА-МЕТОДЕ

Э. П. Попов, Э. Х. Вишняков

Распределение гамма-квантов по направлениям движения является одной из основных характеристик гамма-полей. Данные об угловом распределении гамма-излучения используют при конструировании зондовых устройств, выборе оптимальных геометрических условий и методических приемов измерений в ядерно-геофизических методах исследования горных пород. Несмотря на наличие ряда работ, посвященных исследованию углового распределения гамма-излучения [2—4, 6 и др.], этот вопрос изучен недостаточно. К тому же в большинстве работ рассматривают геометрические условия, существенно отличные от условий измерений при ядерно-геофизических исследованиях.

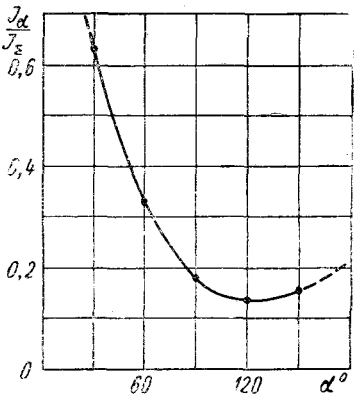
Нами изучалось угловое распределение рассеянного гамма-излучения в условия 2π-геометрии применительно к плотностному гамма-гамма-методу. В качестве источника первичного излучения использован изотоп Cs^{137}, детектора — кристалл NaJ(Tl) размером 18×30 *мм*. Основная задача исследований — определение углового распределения гамма-квантов в плоскости, проходящей через источник первичного гамма-излучения перпендикулярно исследуемой поверхности. Источник излучения располагался непосредственно на исследуемой поверхности. Изучалась зависимость углового распределения от длины зонда и плотности породы.

Гамма-кванты определенных направлений выделяли с помощью щелевого экрана. Щель представляла собой прямоугольный коллимационный канал сечением 6×30 *мм* и протяженностью 70 *мм*. При измерениях экран располагали на исследуемой поверхности. Центральную часть щели совмещали с точкой, для которой изучалось угловое распределение. При каждом замере двухкратно измеряли интенсивность рассеянного гамма-излучения: при открытой щели J_1 и закрытой с помощью специального свинцового вкладыша J_2. Разность $\Delta J=J_1-J_2$ определяла интенсивность гамма-излучения, рассеянного в направлении щели. На каждой точке измеряли интенсивность гамма-излучения по направлениям, образующим с исследуемой поверхностью углы α, равные 30, 60, 90, 120 и 150°.

Угловое распределение изучали в средах различной плотности, но с практически одинаковыми эффективными атомными номерами: песок

$\rho = 1{,}60$ *г/см*^{3}; пескоцемент $\rho = 1{,}91$ *г/см*^{3}; бетон $\rho = 2{,}42$ *г/см*^{3}; мрамор $\rho = 2{,}72$ *г/см*^{3}. Расстояние между исследуемой точкой поверхности и источником первичного гамма-излучения меняли от 15 до 30 *см*.

Как видно из приведенного графика, в суммарном гамма-излучении преобладают гамма-кванты, рассеянные вперед. С увеличением угла рассеяния интенсивность гамма-излучения сначала резко уменьшается, а затем начинает увеличиваться. Минимум наблюдается при угле около 130°. Полученные результаты хорошо согласуются с общими теоретическими положениями процесса комптоновского рассеяния. На основании этих данных зависимость интенсивности рассеянного гамма-излучения от угла вылета гамма-квантов можно представить эмпирической формулой



Зависимость относительной интенсивности гамма-излучения, рассеянного в единицу телесного угла, от угла вылета гамма-квантов

$$\frac{J_\alpha}{J_\Sigma} = \left(\frac{\alpha}{150} - 0{,}85\right)^2 + 0{,}135,$$

где $\frac{I_\alpha}{I_\Sigma}$ — относительная интенсивность рассеянного гамма-излучения в единицу телесного угла в направлении α; α — угол между направлением движения гамма-квантов и поверхностью породы, *град*.

Эта формула аппроксимирует функцию углового распределения с погрешностью не более ±10% в пределах всего диапазона измерения углов.

Проведенные эксперименты также показали, что при изменении массовой длины зонда от 30 до 75 *г/см*^{2} изменений в угловом распределении рассеянного гамма-излучения не наблюдается. В пределах ошибок измерений доля гамма-излучения, рассеянного на один и тот же угол, оказалась постоянной. Не зафиксировано какой-либо зависимости углового распределения и от плотности исследуемых пород.

Полученные результаты подтверждают высказанные рядом авторов [1, 5] положения о том, что, начиная с некоторого расстояния от источника, устанавливается и остается практически постоянным угловое и спектральное распределение поля рассеянного гамма-излучения. По данным эксперимента, таким расстоянием является начало прямолинейной части заинверсионной области зависимости плотностного гамма-гамма-метода [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Арцыбашев В. А. Гамма-метод измерения плотности. Атомиздат, 1965.
2. Булатов Б. П., Гарусов Б. А. Атомная энергия, 1958, т. 5, № 12.
3. Варварин Г. Б. Исследование по определению плотностей горных пород приставными и зондовыми гамма-гамма-плотномерами. Автореф. канд. диссерт. Новосибирск. ун-т, 1967.
4. Кухтевич В. И., Цыпин С. Г., Шеметенко Б. П. Атомная энергия, 1958, т. 5, № 6.
5. Лейпунский О. И., Новожилов Б. В., Сахаров В. Н. Распространение гамма-квантов в веществе. Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1960.
6. Spencer L. V., Stinson D. Phys. Rev., 1952, N 85.