Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
1967, т.111

УДК 550.835

ОПТИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ПОИСКОВОГО ГАММА-СПЕКТРАЛЬНОГО КАРОТАЖА

А.Я.СИНИЦЫН

Гамма-спектральный каротаж становится ведущим методом изучения скважин при поисках и разведке месторождений радиоактивных руд и широкого ряда других полезных ископаемых, а также при документации скважин с целью составления и уточнения геологического разреза. Скорость подъема скважинного прибора v при гамма-спектральном каротаже (скорость гамма-спектрального каротажа) должна удовлетворять двум противоречивым требованиям: с одной стороны, для обеспечения высокой производительности работ скорость должна быть как можно большей, с другой стороны, для повышения точности измерений скорость следует выбирать как можно меньшей. Поэтому для конкретных условий каротажа существует некоторая оптимальная скорость $v_{опт}$, при которой достигается необходимая точность получаемой информации при сравнительно высокой производительности труда.

Для аналогичных регистрирующих устройств основная причина снижения точности измерений, связанная с повышением скорости каротажа, заключается в инерционных искажениях каротажных диаграмм $N(H, z)$, где H – видимая мощность геологического тела; z – глубина скважины. В результате записи диаграммы инерционным регистратором с постоянной времени τ образуется несколько видоизмененная каротажная диаграмма $N_{зап}(H, z)$, в которой величина инерционных искажений определяется произведением τv.

Инерционные искажения диаграмм подробно изучены для рудной модификации гамма-спектрального каротажа применительно к геологическим телам с малой видимой мощностью H для низких значений τv [4]. В статье сообщаются результаты теоретических исследований инерционных искажений для поисковой модификации гамма-спектрального каротажа и приведены выводы об оптимальной скорости изучения скважин. В ней использованы расчеты, выполненные студентами геофизического факультета ЛГИ А.А.Никишиным, А.О.Островским, Н.П.Андреевым в порядке курсового проектирования.

Исследование инерционных искажений начато нами с построения по известным формулам [5] серии каротажных диаграмм $N(H, z)$ при $v = 0$ для геологических тел мощностью H от 0,1 до 5,0 м и плотностью ρ от 1,5 до 3,0 г/см^3 применительно к скважинам диаметром d, равным 49, 76 и 110 мм. Входящий в расчетные формулы эффективный массовый коэффициент ослабления гамма-излучения μ/ρ (здесь μ – эффективный линейный коэффициент ослабления гамма-излучения) различен для энергетических окон, применяемых

при гамма-спектральном каротаже, и изменяется от 0,032 до 0,050 $см^2/г$ [6]. Однако, как показали наши работы [3], форма каротажной диаграммы слабо зависит от μ/ρ в указанных пределах, поэтому при расчетах принято средневзвешенное значение $\mu/\rho = 0{,}035$ $см^2/г$. Это значение близко к μ/ρ для интегрального гамма-каротажа [2], и выводы об инерционных искажениях справедливы также для интегральных каротажных диаграмм, записанных аналоговыми регистрирующими устройствами.

На основе составленных каротажных диаграмм $N(H,z)$ в соответствии с известным равенством [I]

$$N_{зап}(H,z) = N(H,z) - \tau v \frac{dN_{зап}(H,z)}{dz}$$

графическим путем построены диаграммы $N_{зап}(H,z)$ в интервале значений τv от 0,05 до I,5 м.

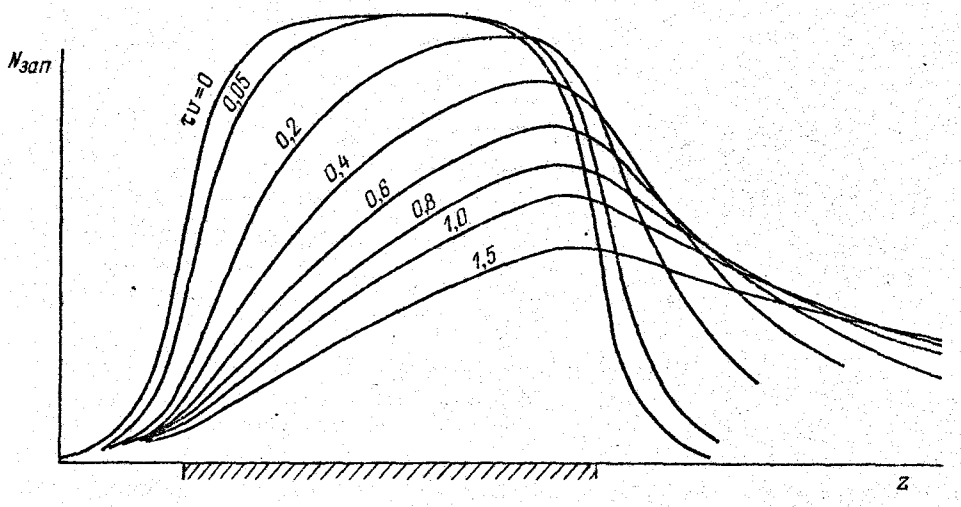


Рис.1. Каротажные диаграммы над рудным пластом (заштрихован) мощностью $H = 1$ м

Как видно на примере (рис.I) для пласта мощностью $H = I$ м, величина максимума записанной кривой $N_{зап}$ существенно понижается, а ширина аномалии $T_{зап}$ на половине ее высоты повышается по мере увеличения τv. Аналогично видоизменяются диаграммы над пластами другой мощности, причем с увеличением H форма диаграмм становится более устойчивой.

Выполненные расчеты обобщены в виде графиков зависимостей $N_{зап}/N$ и $T_{зап}/T$ от τv (N и T – соответственно значения максимума и ширины аномалии каротажной диаграммы при $v = 0$). Поскольку для горных пород и руд с различной плотностью ρ и скважин с разным диаметром d получены близкие результаты, изображены графики только для $\rho = 2{,}5$ $г/см^3$ и $d = 76$ мм (рис.2).

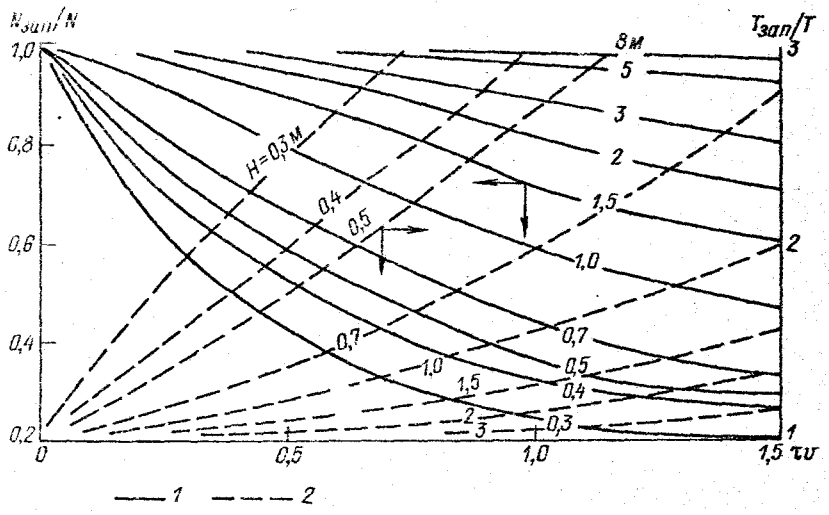


Рис.2. Графики зависимостей $N_{зап}/N$ (1) и $T_{зап}/T$ (2) от τv для пластов различной мощности

Все кривые $N_{зап}/N$ имеют ниспадающий характер, причем для пластов мощностью H = 0,1 м кривая понижается наиболее круто. С ростом H кривые постепенно выполаживаются, и при H = 8,0 м линия графика почти параллельна оси абсцисс.

Задавшись допустимым уменьшением амплитуды аномалии, по графикам $N_{зап}/N$ можно определить оптимальное значение произведения $\tau v_{опт}$ для пластов конкретной мощности H, а зная τ, найти оптимальную скорость гамма-спектрального каротажа $v_{опт}$. В рудной модификации каротажа обычно допускают инерционное уменьшение аномалии на 10 %, т.е. считают $N_{зап}/N$ = 0,9 [4], поэтому для пласта мощностью H = 0,3 м $\tau v_{опт}$ = 0,06 м и при τ = 10 с оптимальная скорость каротажа $v_{опт}$ = 0,006 м/с $\approx$ 20 м/ч. В поисковой модификации каротажа нет необходимости в столь жестких требованиях к амплитуде аномалии. Кроме того, при поисках можно ориентироваться на рудные тела с видимой мощностью $H \geqslant$ 1 м. Допуская возможным уменьшение амплитуды аномалии в два раза ($N_{зап}/N$ = 0,5), для тел с H = 1 м согласно рис.2 получаем $\tau v_{опт}$ = 1,3 м.

В поисковой каротажной аппаратуре для снижения статистической погрешности измерений приходится существенно увеличивать постоянную времени τ регистратора по сравнению с аппаратурой для рудного каротажа. Величина τ в поисковом варианте может составлять 50 с. В этом случае при H = 1 м $v_{опт}$ = 0,026 м/с $\approx$ 100 м/ч. Если τ = 20 с, то $v_{опт} \approx$ 250 м/ч, однако флуктуации записи вырастут при этом примерно в 1,5 раза. Очевидно, что для тел мощностью $H >$ 1 м скорость гамма-спектрального каротажа может быть значительно увеличена.

Приведенные графики $T_{зап}/T$ (рис.2) позволяют корректировать ширину $T_{зап}$ записанных на диаграмме аномалий и приводить ее к истинному значению T. Необходимость такой корректировки возникает только для геологических тел сравнительно малой мощности. При $H > 2{,}0$ м значения $T_{зап}$ и T практически совпадают.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евдокимов Ю.Д. Об определении предельно допустимых скоростей движения при автомобильной гамма-съемке. – Вопросы разведочной геофизики. Л., Гостоптехиздат, 1962. Вып.2, с. 52-56.

2. Золотницкий В.А., Колесов Б.М., Любавин Ю.П., Овчинников А.К. Массовый коэффициент поглощения гамма-излучения радиоактивных руд. – Там же, с. 24-28.

3. Козында Ю.О., Новиков Г.Ф., Синицын А.Я., Габитов Р.М. О графической интерпретации диаграмм гамма-спектрального каротажа и опробования. – Зап. ЛГИ, 1978, т. 76, с. 68-70.

4. Козында Ю.О., Новиков Г.Ф., Синицын А.Я. Скорость гамма-спектрального рудного каротажа. – Изв. вузов. Геология и разведка, 1977, № 4, с. 137-141.

5. Новиков Г.Ф., Капков Ю.Н. Радиоактивные методы разведки. Л., Недра, 1965. 760 с.

6. Новиков Г.Ф., Синицын А.Я., Козында Ю.О. Эффективные коэффициенты ослабления гамма-излучения радиоактивных руд. – Атомная энергия, 1976, т. 40, вып. 2,