

ЭИ

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ЭКСПРЕСС - ИНФОРМАЦИЯ

Серия :

**РЕГИОНАЛЬНАЯ , РАЗВЕДОЧНАЯ
И ПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОФИЗИКА**

№ 13-14



Москва 1973

55. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УЧЕТ ИСКАЖЕНИЙ КРИВЫХ ЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ПОЛЯ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ГЛУБИННЫМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ

В работе рассматриваются способы определения и учета искажений кривых частотного электромагнитного зондирования (ЧЭМЗ) и становления магнитного поля (ЗСМ), вызываемых глубинными неоднородностями среды (негоризонтальными границами). Искажения проявляются в виде смещения кривой или изменения ее формы по отношению к теоретической кривой, соответствующей аналогичному разрезу без неоднородностей.

Непосредственное применение к искаженным негоризонтальными границами кривым обычных способов интерпретации, разработанных для горизонтально-слоистых сред, приводит к ложным, недостоверным результатам и снижает эффективность электроразведки.

Наиболее распространенным приемом уменьшения влияния глубинных неоднородностей является использование средних кривых взаимно-обратных установок. Однако эта методика требует удвоенного количества полевых наблюдений и не позволяет полностью устранить влияние искажений. Кроме того, искаженные кривые несут в себе сведения как о горизонтальных, так и о негоризонтальных границах и устранение искажений приводит к потере части информации.

Предлагается способ количественной оценки искажений кривых по координатам максимума для зондирований дипольными экваториальными установками с питающим электрическим и приемным магнитным диполями. Способ позволяет в простых условиях свести искажения к минимуму путем исправления положения максимума кривой и приведения его к виду, соответствующему эффективной горизонтально-слоистой среде. Исправленная таким образом кривая интерпретируется способом характерных точек. Оценка степени искажения кривой может быть также использована для получения информации о неоднородностях.

Способ основан на эмпирических закономерностях, выявленных при анализе теоретических кривых для горизонтально-слоистой среды (А.Н.Тихонов и др., 1963; А.Н.Тихонов и др., 1967) и результатах моделирования в неоднородных средах (А.Н.Кузнецов, В.И.Фомина, 1969).

При изучении двухслойных теоретических кривых ЧЭМЗ для компоненты B_z установлено, что максимумы кривых при условии $M_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1} > 1$ и $\frac{r}{h} > 2$ располагаются примерно на одинаковом расстоянии от асимптоты ближней зоны B_z на линии, уравнение которой имеет вид

$$\frac{\rho_{max}}{\rho_1} = \frac{5,49}{(\lambda_1/r)_{max}^2} = 5,49 \frac{(r/h)^2}{(\lambda_1/h)^2} \quad (1)$$

Преобразуя формулу к практическим координатам (ρ_ω, \sqrt{T}) , получим

$$\frac{1350 \sqrt{\rho_{max}} \cdot \sqrt{T_{max}}}{r} = q \quad (2)$$

Величину q в формуле (2) можно назвать параметром горизонтальной однородности среды, так как в этом случае она равна 1 для M_2 от 2 до ∞ и $\frac{r}{h}$ от 3 до 10 с погрешностью не более 10%, причем величина погрешности быстро уменьшается с ростом M_2 и $\frac{r}{h}$. Проверка выявленной закономерности в положении максимумов кривых B_z показала, что формулы (1,2) справедливы для любых многослойных кривых ЧЭМЗ с $M_N > 1$ и хорошо выраженным максимумом, а также для кривых ЗСМ с $M_N = \infty$. В случае ЗСМ формула (2) принимает вид

$$q = \frac{0,427 (\lambda_1/h)_{max} \sqrt{\frac{\rho_{max}}{\rho_1}}}{r/h}, \text{ или в практических координатах } (\rho_\omega, \sqrt{2\pi t})$$

$$q = \frac{1350 \sqrt{2\pi t_{max}} \cdot \sqrt{\rho_{max}}}{r} \quad (3)$$

Глубинные неоднородности искажают в основном низкочастотную часть кривой, тогда как на высокочастотную часть их влияние практически не сказывается. При этом положение максимума изменяется и величина q становится отличной от единицы. Отклонения q от единицы достигают 60-70 и более процентов в ту или другую сторону, пропорционально степени неоднородности среды.

Все величины, входящие в формулы (2 и 3), легко определяются по практическим кривым зондирования с точностью не хуже 5%. Возможность достаточно простого обнаружения и количественной оценки величины искажения имеет большое значение для практики.

Изучение данных моделирования над глубинными неоднородностями показало, что искажения влияют прежде всего на ординаты низкочастотной части кривых зондирования (в том числе ρ_{max} , ρ_{min}), тогда как абсцисса максимума ($\sqrt{T_{max}}$) практически не изменяется.

Этот факт подтверждается результатами теоретических расчетов (Г.А.Исаев, А.А.Кауфман и др., 1970).

В случае двухслойного разреза с негоризонтальной нижней границей можно предложить приближенный способ интерпретации искаженных кривых. Способ основан на исправлении ординаты максимума кривых B_z в соответствии с условием $q = 1$, при этом абсцисса максимума остается без изменения.

По левой асимптоте кривой определяется сопротивление верхнего слоя ρ_1 , а по максимуму — ρ_{max} , $\sqrt{T_{max}}$ и величина q . После этого вычисляется исправленное значение $\bar{\rho}_{max}$ по формуле $\bar{\rho}_{max} = \frac{\rho_{max}}{q^2}$. Легко убедиться, что подстановка $\bar{\rho}_{max}$ в формулу (2) дает $q = 1$. Для нахождения $\bar{\rho}_{max}$ кривой, построенной на билогарифмическом бланке, можно применить и графический способ: $\bar{\rho}_{max}$ определяется по точке пересечения вертикальной прямой, проходящей через максимум и линии, отвечающей условию $q = 1$, уравнение которой

$$\rho_{\omega} = 5,49 \cdot 10^7 \cdot r^2 \cdot f \quad (4)$$

Используя ρ_1 , $\bar{\rho}_{max}$ и $\sqrt{T_{max}}$ определим вспомогательные величины A и Π по формулам:

$$A = \frac{\bar{\rho}_{max}}{\rho_1}, \quad \Pi = \frac{\sqrt{\rho_1}}{r} \sqrt{T_{max}} \cdot 10^5 \quad (5)$$

На рис. I показана номограмма, применяемая для интерпретации исправленных или неискаженных кривых B_z , близких к двухслойным. Номограмма представляет собой геометрическое место точек максимумов кривых B_z для значений M_2 от 2 до ∞ и $\frac{r}{h}$ от 3 до 10. Здесь использован принцип совмещения двух координатных систем: системы параметров A, Π , значения которых вычисляются по экспериментальной кривой, и системы $M_2, \frac{r}{h}$, определяемых в результате интерпретации. Для проведения интерпретации находим на номограмме точку, соответствующую значениям A и Π , вычисленным по формулам (5), положение этой точки в системе координат M_2 и $\frac{r}{h}$ определит значение искоемых параметров разреза.

Следует отметить, что в тех случаях, когда M_2 известно (например, равно ∞), достаточно определить лишь один вспомогательный параметр, например, Π и по нему значение $\frac{r}{h}$. В этом случае отпадает необходимость в исправлении ординаты максимума кривой.

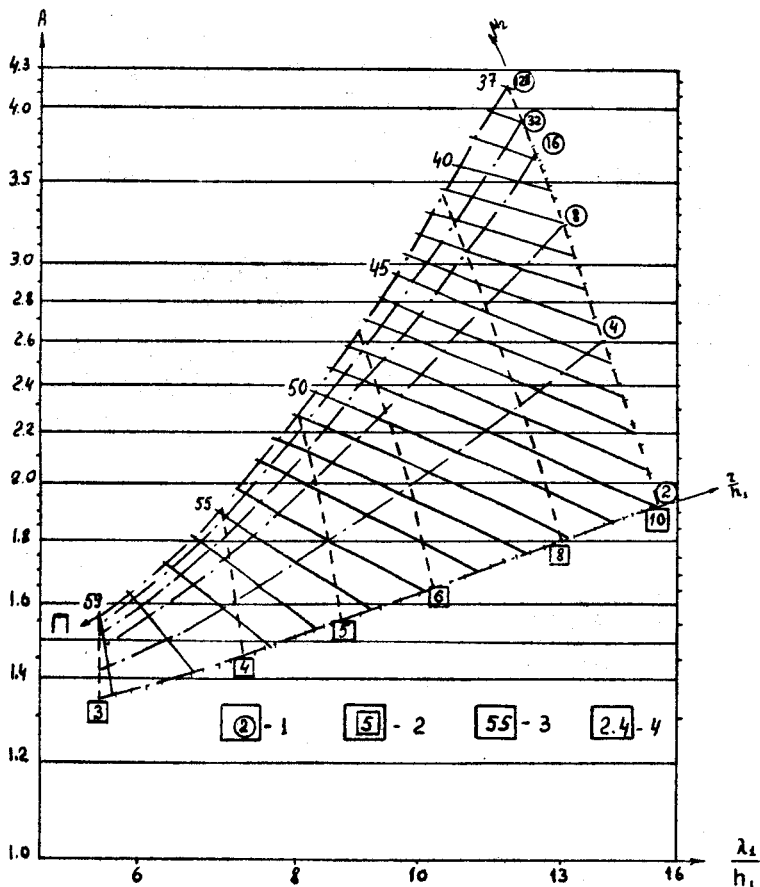


Рис.1. Номограмма для интерпретации кривых частотного электромагнитного зондирования с использованием координат максимума

I - значения M_2 ; 2 - значения $\frac{f}{h}$; 3 - значения параметра Π ; 4 - значения параметра A

Если имеется система наблюдений по профилю, то взяв за основу некоторое фиксированное значение ρ_0 , можно с помощью номограммы определить глубины под точками зондирования. В тех случаях, когда значение ρ_0 не соответствует истинному, будет опре-

делено лишь относительное поведение поверхности опорного горизонта. Абсолютные значения глубин можно получить, если хотя бы в одной точке профиля знать точное значение ρ , или h .

До сих пор почти не использовалась часть информации, связанная с горизонтальными неоднородностями, а следовательно, и с величиной q .

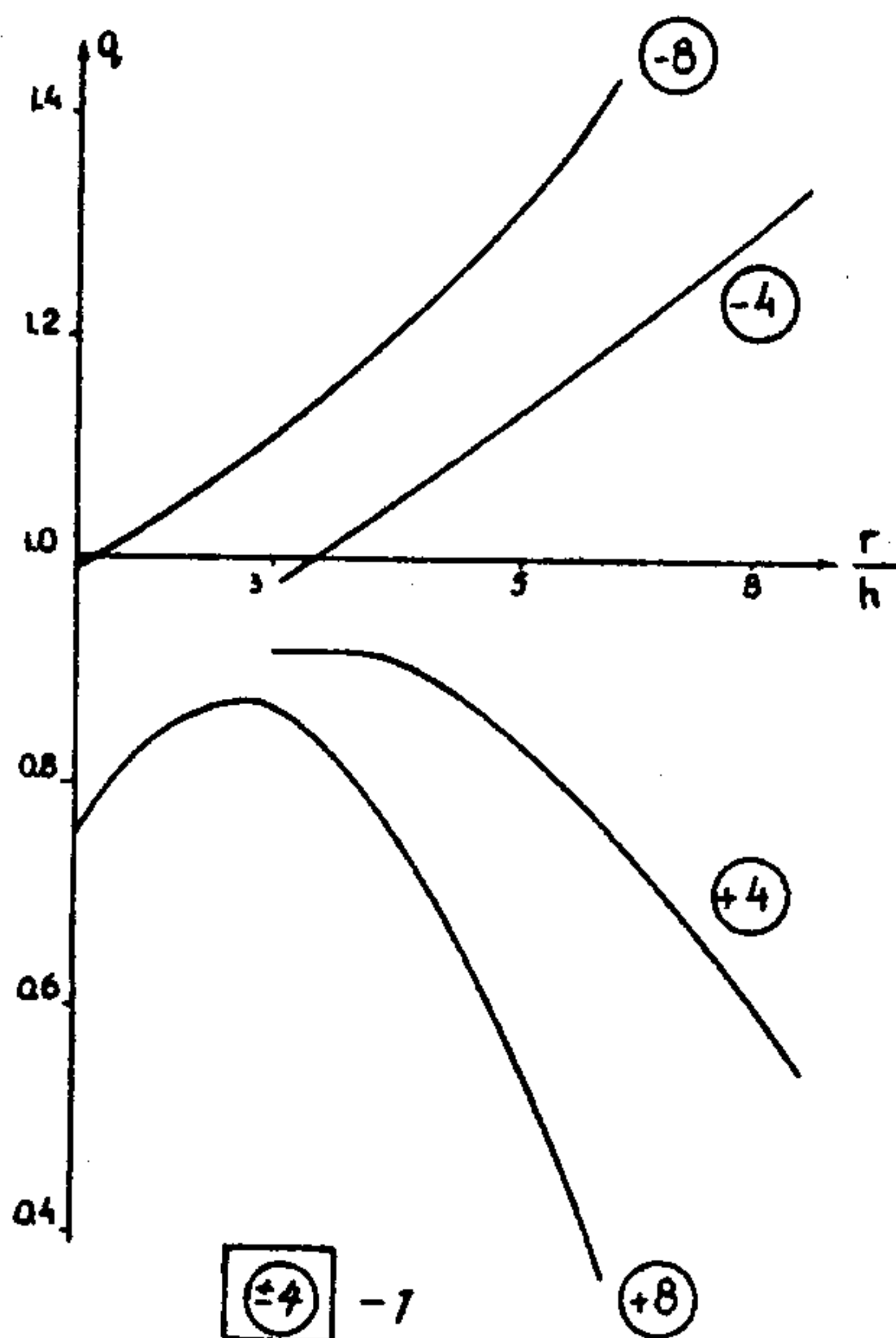


Рис.2. Графики параметра q над моноклиной в зависимости от $\frac{r}{h}$

I — угол падения моноклинали для плюсовых и минусовых кривых зондирования

и завышенными значениями ρ_{max} при расположении петли относительно АВ по падению (минусовые кривые, $q > I$).

Интерпретируя кривые зондирования по описанной методике и определив глубины, соответствующие эффективной горизонтально-

^{х)} А.Н.Кузнецов, В.И.Фомина. Частотные электромагнитные зондирования над моноклиной (по данным моделирования). Прикл. геофиз., вып.54. М., "Наука", 1969.

На рис.2 представлены графики параметра q в зависимости от $\frac{r}{h}$ для кривых ЧЭМЗ над моделью моноклинали с углами падения $\alpha = 4$ и 8° , построенные по результатам работ А.Н.Кузнецова.^{х)} Точка записи в данном случае относится к середине разноса. Установка ориентирована вкрест простирания структуры.

Из рис.2 видно, что степень искажения кривых возрастает с увеличением $\frac{r}{h}$ и угла падения моноклинали α . Графики q подтверждают известный факт, что кривые электромагнитного зондирования характеризуются заниженными значениями ρ_{max} , если измерительная петля расположена относительно питающего диполя по восстанию (плюсовые кривые, $q < I$),

слоистой среде, можно воспроизвести форму структуры. Однако при совместном использовании величин $\frac{r}{h}$ и q с помощью рис.2 можно, в принципе, определить направление и угол падения моноклинали даже по единичной кривой зондирования.

При изучении многослойных разрезов и более сложных структурных форм подобное определение элементов залегания неоднородностей может оказаться затруднительным. В этом случае величина q может использоваться для определения ширины зоны влияния неоднородности и выделения неискаженных кривых, пригодных для палеточной интерпретации. Графики изменения q по профилю могут наряду с графиками особых точек, разрезами кажущихся сопротивлений и графиками S служить для качественной интерпретации результатов ЧЭМЗ и тектонического районирования территории.

В ы в о д ы

1. Предложен простой способ количественной оценки степени искажения кривых электромагнитного зондирования по координатам максимума кривых B_z , одинаково пригодный для методов ЧЭМЗ и ЗСМ.

2. Приведен способ редуцирования искаженных кривых к эффективной горизонтально-однородной среде.

3. Составлена номограмма, позволяющая определять величины M_2 и $\frac{r}{h}$ двухслойного разреза по неискаженным или исправленным кривым ЧЭМЗ.

4. Показано, что в случае моноклинали по результатам интерпретации даже единичной кривой зондирования можно, в принципе, определить глубину, направление и угол падения границы раздела.

Разработанные приемы интерпретации кривых зондирования пригодны и в случае многослойных разрезов с подстилающим основанием повышенного электрического сопротивления.

МГУ. Геологический
факультет