

ISSN 2071-2227

E-ISSN 2223-2362



НАУКОВИЙ ВІСНИК

Національного
гірничого
університету

2
2012

Головний редактор –

Г.Г. Півняк

Заступники

головного редактора –

Відповідальний секретар –

*РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:
(Україна)*

О.С. Бешта, П.І. Пілов, О.М. Шашенко

Т.В. Барна

А.Д. Алексеєв, І.В. Багрова, С.Є. Блохін, В.І. Бондаренко, А.Ф. Булат,
Б.С. Бусигін, Б.В. Виноградов, О.С. Галушко, В.І. Голінько, А.І. Горова,
С.С. Гребіонкін, Б.А. Грядущий, І.Л. Гуменик, Р.П. Дідик, А.О. Задоя,
Є.П. Захаров, М.О. Ільяшов, Г.О. Козлакова, Є.В. Kochura, О.М. Кузьменко,
В.В. Лукінов, Л.В. Новикова, Ю.Є. Петруня, В.Ф. Приходченко, В.В. Приходько,
В.Ю. Пушкін, В.В. Радченко, Т.Б. Решетілова, А.М. Розенко, І.О. Садовенко,
В.О. Салов, В.І. Самуся, В.В. Слесарев, В.В. Ткачов, К.Ф. Тяпкін, В.П. Франчук,
Ю.М. Халімендик, Ю.Т. Хоменко, Л.Н. Ширін, Ф.П. Шкрабець

*ЗАКОРДОННІ ЧЛЕНИ
РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:*

М.Д. Венедиктов (*Московський технічний університет зв'язку та інформатики, РФ*);
Р. Вюрзлін (*Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН*); Г. Грулер
(*Ройтлінгенський університет, ФРН*); К. Дребенштедт (*Технічний університет
„Фрайберзька гірнича академія“, ФРН*); Ю. Дубінські (*Головний інститут
гірничої справи, Республіка Польща*); А. Земба (*Краківська гірнико-металургійна
академія, Республіка Польща*); В.В. Кармазин (*Московський державний
гірничий університет, РФ*); Б.А. Картозія (*Московський державний гірничий
університет, РФ*); Є. Кіцкі (*Науково-технічний університет „Краківська гірнико-
металургійна академія“, Республіка Польща*); А.В. Корчак (*Московський
державний гірничий університет, РФ*); Т. Майхерчик (*Науково-технічний
університет „Краківська гірнико-металургійна академія“, Республіка Польща*);
Н. Нойбергер (*Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН*); С. Прусек
(*Головний інститут гірничої справи, Республіка Польща*); Л.О. Пучков
(*Московський державний гірничий університет, РФ*); Б. Ракішев (*Казахський
національний технічний університет, Республіка Казахстан*); Р. Сінгхал
(*Університет Калгарі, Канада*); О. Стлас (*Норвезький університет природничих
наук та технології, Королівство Норвегія*); С.Г. Странданченко (*Південно-
Російський державний технічний університет, РФ*); Д. Стургул (*Університет
Аделайди, Австралійський Союз*); А. Тайдусь (*Науково-технічний університет
„Краківська гірнико-металургійна академія“, Республіка Польща*); Я. Таландер
(*Університет Заходу, Королівство Швеція*); С. Форліч (*Вроцлавська вища
банківська школа, Республіка Польща*); В. Чарнецькі (*Есслінгенський університет
прикладних наук, ФРН*); М. Шмідт (*Бранденбурзький технічний університет, ФРН*)

Журнал зареєстровано в міжнародних каталогах періодичних видань Ulrichsweb™
Global Serials Directory, Index Copernicus International, реферується у рефератив-
ному журналі ВІНІТІ РАН, Россія.

Передплата здійснюється в поштових відділеннях України за „Каталогом
періодичних видань“ (передплатний індекс: 89166) і в передплатних агентствах
„Укрінформнаука“ (індекс: 10107) та „Ідея“ (індекс: 17736).

Комп'ютерна верстка К.О. Кислова. Коректор М.Т. Сисун.

Журнал підписано до друку за рекомендацією вченого ради Державного вищого
навчального закладу „Національний гірничий університет“ (протокол №3
від 27.03.2012 року)

Журнал зареєстровано

у Міністерстві юстиції України. Реєстраційний номер КВ № 17742-6592ПР
від 27.04.2011. Наклад 400 прим. Зам. №3.

Підписано до друку 12.04.2012. Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 20. Папір офсетний.

Засновник та видавець

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дні-
пропетровськ. „Свідоцтво суб'єкта видавничої справи“ ДК №1842 від 11.06.2004

Адреса видавця та редакції:

49000, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, корпус 4, к. 34
Тел.: (056) 373 08 47, e-mail: nv.ngu@ukr.net, www.nvngu.in.ua

Виготовлення:

ПП КФ „Герда“. 49000, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 60.
„Свідоцтво суб'єкта видавничої справи“ ДК №397 від 03.04.2001



**State Higher Educational Institution
"National Mining University"**

SCIENTIFIC BULLETIN

of National Mining University

Scientific and technical journal

No 2 (128) · 2012

Bi-Monthly statement · Founded in September 1998

**Geology
Mining**

Solid-state physics, mineral processing

**Geotechnical and mining mechanical engineering,
machine building**

Electrical complexes and systems

Power supply technologies

Environmental safety, labour protection

**Information technologies,
systems analysis and administration**

Economy and management

Dnipropetrovsk

2012

ГЕОЛОГІЯ

УДК 550.83

А.И. Ингеров¹, канд. геол.-мин. наук,
И.А. Ингеров²,
А.Л. Лозовой³, канд. геол.-мин. наук, доцент,
Я.В. Мендрий³

1 – Компания “Phoenix Geophysics” Ltd., г. Торонто, Канада
2 – Компания “Advanced Geophysical Operations and Services” Inc., г. Торонто, Канада
3 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: lozovoy_dp_ua@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АМПЛИТУДНЫХ И ФАЗОВЫХ КРИВЫХ ИНДУКЦИОННЫХ ЗОНДИРОВАНИЙ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАРТИРОВАНИЯ

A.I. Ingerov¹, Cand. Sci. (Geol.-Min.),
I.A. Ingerov²,
A.L. Lozovoy³, Cand. Sci. (Geol.-Min.), Assoc. Prof.,
Ya.V. Mendriy³

1 – “Phoenix Geophysics” Ltd., Toronto, Canada
2 – “Advanced Geophysical Operations and Services” Inc.,
Toronto, Canada
3 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: lozovoy_dp_ua@mail.ru

APPLICATION OF AMPLITUDE AND PHASE CURVES RECEIVED BY INDUCTION SOUNDING WITH NATURAL SOURCES FOR THE PURPOSE OF MAPPING

Цель. Использование интерференционных экстремумов стандартных (амплитудных и фазовых) кривых электромагнитных зондирований с естественными источниками в целях картирования опорных высокоомных геоэлектрических горизонтов.

Методика. На основании результатов одномерного и двухмерного физико-математического моделирования изучалось поведение координат интерференционных экстремумов амплитудных и фазовых кривых в зависимости от изменения параметров геоэлектрического разреза. Для устранения статического смещения уровня кривых, обусловленного влиянием приповерхностных неоднородностей разреза, привлекались данные электрического каротажа и сейсморазведки.

Результаты. Установлены эмпирические зависимости для определения параметров геоэлектрического разреза по наблюдаемым периодам интерференционных экстремумов амплитудных и фазовых кривых магнитотеллурического зондирования.

Научная новизна. Абсциссы интерференционных экстремумов стандартных кривых индукционных зондирований с естественными источниками тесно связаны с параметрами геоэлектрического разреза.

Практическая значимость. Методика может быть использована при экспресс-интерпретации практических данных электромагнитных зондирований для изучения морфологии целевых горизонтов на месторождениях нефти и газа.

Ключевые слова: электромагнитное поле, индукционное зондирование, амплитудные и фазовые кривые, кажущееся сопротивление, гидограф электромагнитной волны

С широкомасштабным внедрением в практику магнитотеллурического зондирования (МТЗ) аппаратуры пятого поколения [1], резко возросла производительность полевых работ и точность получаемых материалов. В комплексе с развитием компьютерной техники и созданием новых программ обработки и инверсии данных, это создает новые возможности в решении самых различных геологических задач. Существенным сдерживающим фактором при этом является статическое смещение уровня амплитудных кривых. Ниже, на основании анализа двухслойных

кривых МИЗЕИ с высокоомным основанием, предлагается методика использования особых точек амплитудных и фазовых кривых МТЗ для контроля поведения кровли высокоомного горизонта.

Для двухслойных кривых с высокоомным опорным горизонтом на амплитудной кривой, построенной в билогарифмической системе координат (\sqrt{T} , ρ_T), распространенной в странах бывшего СССР, наблюдаются: левая горизонтальная асимптота, значение ρ_T для которой равно ρ_1 . Эта асимптота продолжается небольшим пологим максимумом, переходящим в более яркий минимум. Далее следует восходящая ветвь, которая плавно переходит в правую горизонтальную

асимптоту. Значення кожущогося сопротивлення на якій рівно ρ_2 . Крутізна восходящої ветви залежить від відношення сопротивлення двох шарів ρ_2/ρ_1 . При більших значеннях відношення ρ_2/ρ_1 (більше 1000) восходяща ветвь складається з осі абсцис під кутом $63^\circ 26'$ (S -асимптою). Уравнення даної асимптої в координатах (\sqrt{T}, ρ_T) має вигляд [2]

$$\rho_T = (356 \cdot \frac{\sqrt{T}}{S})^2. \quad (1)$$

Данна асимптоя отсекає на лінії $\rho_T = 1$ одну точку на періоді T_s , пов'язану з суммарною продольною провідністю надопорного шару S відношенням

$$S = 356 \cdot \sqrt{T_s}. \quad (2)$$

Пологий малоамплітудний максимум і більше чотирьох виражених мінімумів перед восходящою ветвлю амплітудної кривої, розглянуті вище, являються інтерференційними екстремумами. Вони пов'язані з взаємодействієм прямої плоскої хвилі, падаючої на земну поверхні, і хвиль, відбитих від контрастних границь в геоелектричному розрізі. Цим властивістю індукційні зондовання відрізняються від геометрических, де подібні ефекти відсутні. Перший з індукційних екстремумів (a_1 на рис. 1, a) – відносно слабкий. Це свідчить про те, що на періоді T_1 пряма і відбиті хвилі знаходяться в фазі і їх взаємодіяння призводить до збільшення сумарного сигналу. Другий екстремум – більш яскравий мінімум (a_2 на рис. 1, a), передхідний восходящої ветви, відображає той факт, що на цьому періоді дві хвилі знаходяться в протифазі. Координати цього мінімуму використовуються для обчислення глибини залигання кровлі високоомного горизонту [2, 3]. На більш довгих періодах замітних інтерференційних явищ не спостерігається, так як длина хвиль перевищує мощність першого шару.

Амплітудна і фазова криві пов'язані між собою відношенням Гільберта [3]. Тобто фазова крива є логарифмічною похідною амплітудної кривої. Вона більш виразлива і з некотирим опереженням відображає характерні особливості форм амплітудної кривої. Для двошарового розрізу фазова крива має леву горизонтальну асимптою -45° і два інтерференційні екстремуми – пологий мінімум (f_1 на рис. 1, b) і більш чотирьох мінімумів (f_2 на рис. 1, b), довгу і круту нисходящу ветвь, пологий мінімум (f_3 на рис. 1, b). Цей мінімум відповідає максимальному градієнту амплітудної кривої, за яким слідує дуже плавна восходяща ветвь, стремляючись до горизонтальної асимптої -45° . Крутізна нисходящої ветви і координати послідовного мінімуму, як буде показано нижче, залежать від відношення сопротивлень другого і першого шарів (ρ_2/ρ_1), а також від сумарної продольної провідності першого шару (S_1).

Трехшарова амплітудна крива, крім перечислених екстремумів, має в правій частині максимум (a_3 на рис. 1, c), пов'язаний з початком суттєвого

впливу на ход кривої положенням границі і величини уделного сопротивлення третього (низкоомного) шару. За максимумом слідує нисходяща ветвь, крутізна і довжина якої визначаються, в основному, відношенням сопротивлень третього і другого шарів. При більших значеннях ρ_2/ρ_3 кут падіння нисходящої ветви стремиться до $-63^\circ 26'$. Ця нисходяща ветвь отримала назву H -асимптою, уравнення якої має вигляд

$$\rho_T = (\frac{H}{356 \cdot \sqrt{T}})^2. \quad (3)$$

Соответственно, асимптоя H отсекает на горизонтальній лінії $\rho_T = 1$ одну точку, абсцисса якої (T_H) пов'язана з потужністю надопорної товщини ($h_1 + h_2$) виразом

$$h_1 + h_2 = 356 \cdot \sqrt{T_H}. \quad (4)$$

За нисходящою ветвлю слідує права горизонтальна асимптоя, значення сопротивлення якої рівно ρ_3 . Слід зазначити, що, в відміну від перших двох екстремумів амплітудної кривої, максимум, пов'язаний з наявністю третього низкоомного шару, не є інтерференційним. Його координати тесно пов'язані з положенням границі $h_1 + h_2$ і відношенням сопротивлень другого і третього шарів (4).

На рис. 1, описані вище криві, приведені як функції періоду T , т.е. в системах координат (T, ρ_T) і (T, ϕ_T) відповідно. Подібна система зображення кривих використовується в західних країнах і при вищій точності визначення кривих, а також детальності їх опису, має явне переваги. Тут криві більш виділені по горизонтальній осі, асимптої S і H отримують кут 45° , а формули (1)–(4) отримують вигляд

$$\begin{aligned} \rho_T &= (356 \cdot \frac{T}{S})^2; \\ S &= 356 \cdot T_s; \\ \rho_T &= (\frac{H}{356 \cdot T})^2; \\ h_1 + h_2 &= 356 \cdot T_H. \end{aligned} \quad (5)$$

Використання асимптої S і H є зручним інструментом для оцінки сумарних параметрів розрізу. Однак проведение даних асимптої для конкретних кривих несе неоднозначний характер. Поэтому більш привабливим виглядом для більш точної оцінки параметрів геоелектричного розрізу є використання координат особых точок, тобто точок, які легко відрізняються на практиці кривих МІЗЕІ. Ісследуємо, як змінюється положення цих точок при зміні параметрів геоелектричного розрізу.

На рис. 2 a, b показано зміну амплітудних і фазових кривих МІЗЕІ, відповідно, при послідовному збільшенні h_1 . В цьому випадку змінюються як величина H , так і величина $S = H/\rho$. Як амплітудні, так і фазові криві, не змінюючи форми, сдвигаються вправо по осі T пропорціо-

нально изменению $H \times S$. То есть ординаты экстремумов a_1, a_2, f_1, f_2, f_3 не изменяются, в то время как

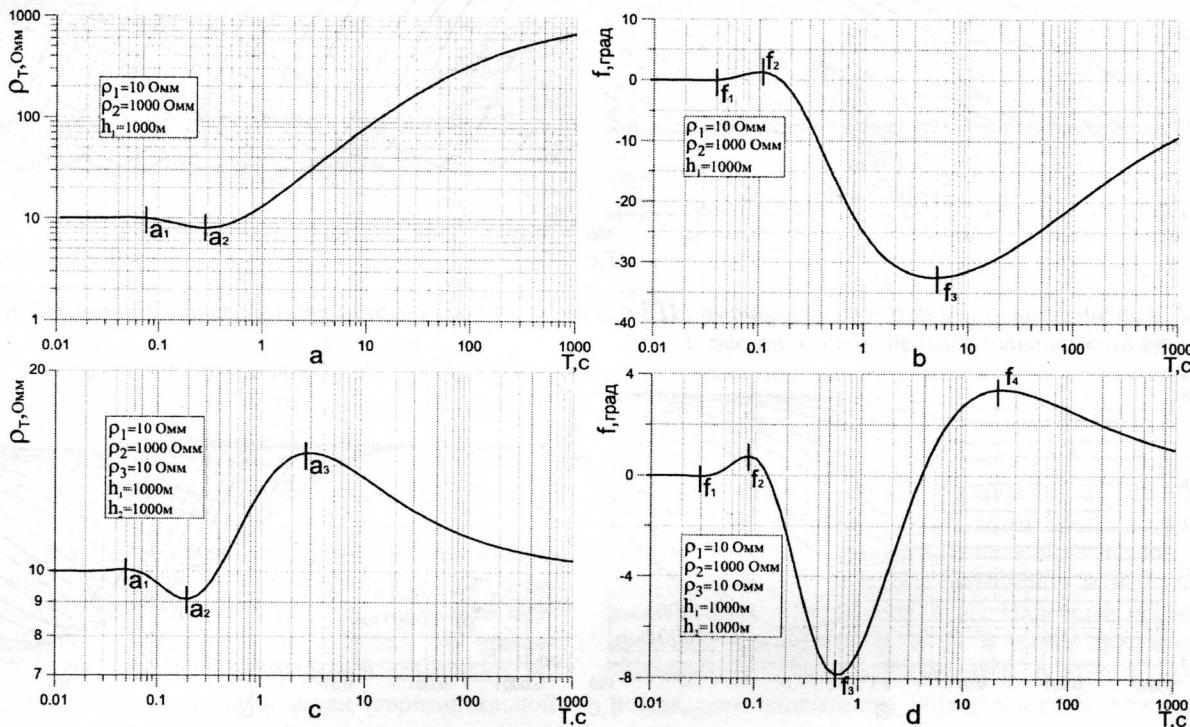


Рис. 1. Амплитудные (а, с) и фазовые (б, д) кривые МТЗ для двухслойного (а, б) и трехслойного (с, д) разрезов как функции периода: ρ_T, f и T – соответственно, амплитуда, фаза и период регистрации электромагнитной волны

При уменьшении величины ρ_1 , амплитудные кривые сдвигаются вправо по оси T , пропорционально $H \times S$, и вниз по оси ρ_T , пропорционально значениюю ρ_1 . При этом форма кривых существенно изменяется в области интерференционных экстремумов, а фазовые кривые существенно изменяют форму в несколько более широкой области периодов. Здесь существенно меняется положение и экстремума f_3 (рис. 3). Причем очевидным фактом является то, что чем больше отношение ρ_2 к ρ_1 , тем более ярко проявляются интерференционные экстремумы, а также крутизна нисходящей ветви и координаты минимума на фазовой кривой (рис. 3, б).

Авторами установлена следующая связь абсциссы интерференционного минимума (a_2) амплитудных кривых с параметрами двухслойного разреза

$$h_1 = \sqrt{0,035 \cdot 10^7 T_{a2} \cdot \rho_1}. \quad (6)$$

Выражение (6) может быть преобразовано к виду

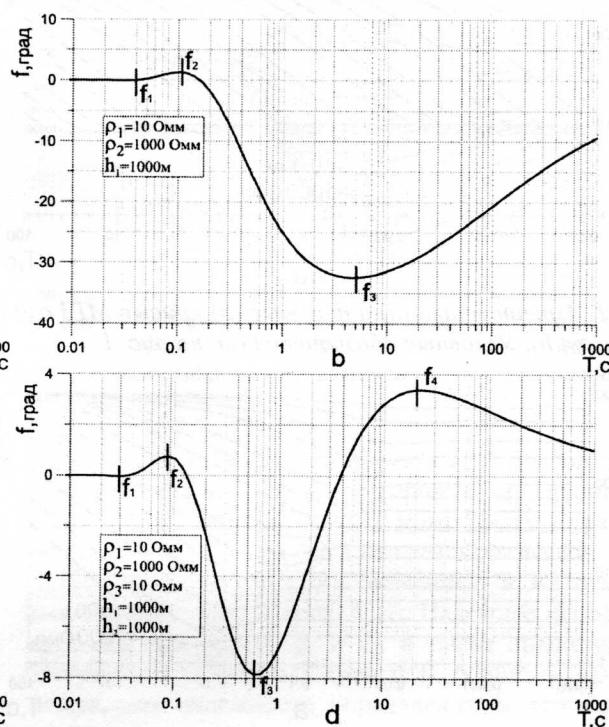
$$h_1 \cdot S_1 = 0,035 \cdot 10^7 \cdot T_{a2}. \quad (7)$$

Формула (7) по своей структуре подобна формуле для определения эхо-глубины по сейсмическим данным [4]

$$h/V = \frac{t_0}{2},$$

где V – скорость распространения упругой волны; h – глубина до отражающей границы; t_0 – удвоенное время пробега по нормали к отражающей границе.

их абсциссы изменяются пропорционально величине $H \times S$.



Таким образом h_1 в (7) – глубина залегания границы, а S_1 – величина, обратная скорости распространения электромагнитной волны. Период T_{a2} играет роль времени прихода волны, то есть, чем больше ρ_1 и S_1 , тем большим будет период T , на котором наблюдается экстремум.

Подобным образом с параметрами двухслойного разреза связан и интерференционный максимум

$$h_1 = \sqrt{0,191 \cdot 10^7 T_{a1} \cdot \rho_1}. \quad (8)$$

Следует отметить, что современный уровень развития аппаратуры МИЗЕИ позволяет проследить данный слабо выраженный экстремум на реальных кривых.

Для фазовых кривых связь абсцисс интерференционных экстремумов f_1, f_2 с параметрами разреза имеет вид

$$h_1 = \sqrt{0,317 \cdot 10^7 T_{f1} \cdot \rho_1}; \quad (9)$$

$$h_1 = \sqrt{0,0979 \cdot 10^7 T_{f2} \cdot \rho_1}. \quad (10)$$

Таким образом по абсциссам интерференционных экстремумов может быть установлена величина произведения мощности надпорной толщи на ее суммарную продольную проводимость. Для раздельного их определения нужна дополнительная информация, которая может быть извлечена как из самих кривых МИЗЕИ, так и из других данных (электрокаротаж, сейсморазведка). Хотя формулы (7) и (8) – (10) подобны сейсмическим, следует подчеркнуть и существенное различие.

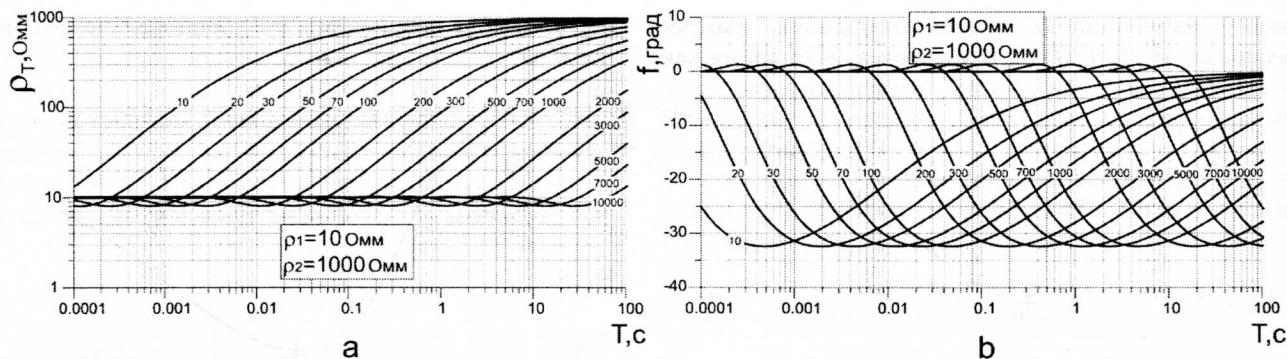


Рис. 2. Амплитудные (а) и фазовые (б) кривые МТЗ для двухслойного разреза при изменении мощности первого слоя h_1 . Условные обозначения см. на рис. 1

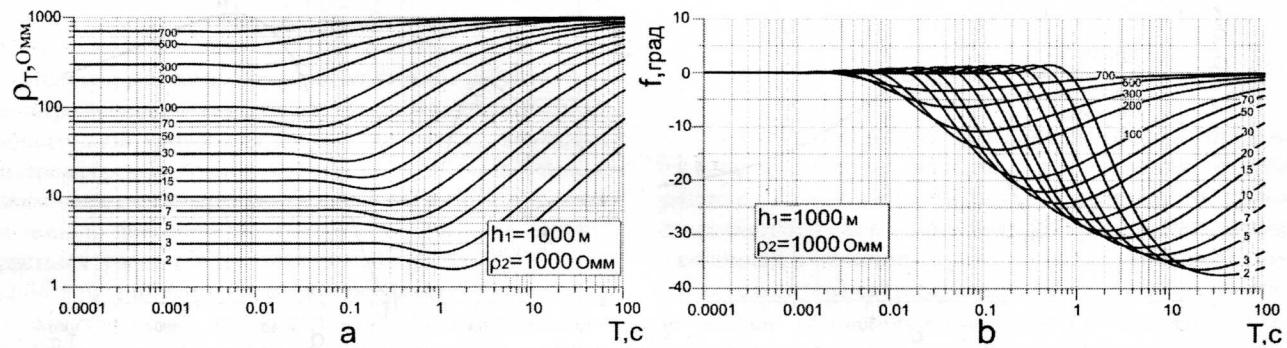


Рис. 3. Амплитудные (а) и фазовые (б) кривые МТЗ для двухслойного разреза при изменении сопротивления первого слоя ρ_1 . Условные обозначения см. на рис. 1

Скорость распространения в земле электромагнитного поля значительно выше скорости распространения упругих волн и пропорциональна частоте колебаний. Наблюдается существенное затухание поля с глубиной, причем затухание пропорционально частоте поля и обратно пропорционально удельному электрическому сопротивлению пород. При работах в частотной области реально измеряется не чистый отклик среды на электромагнитное воздействие, а результат интерференции этого отклика с первичным полем. Таким образом, интерференционные экстремумы несут информацию о запаздывании на период или половину периода отраженной волны по отношению к первичному сигналу.

На рис. 4 показано изменение формы и уровня двухслойных кривых при изменении величины сопротивления основания (ρ_2). Следует заметить, что при этом параметры первого слоя остаются закрепленными, то есть величины h_1 , ρ_1 и S постоянны. Обращает на себя внимание то, что на амплитудных кривых (рис. 4, а) меняются только ординаты экстремумов и наклон восходящей ветви, в то время как абсциссы первых двух экстремумов остаются постоянными.

Таким образом ординаты экстремумов амплитудной и фазовой кривых зависят только от соотношения сопротивлений ρ_1 и ρ_2 . Отношение ординат первого экстремума амплитудной кривой ко второму прямо пропорционально отношению значений ρ_2/ρ_1 . Эта зависимость может быть выражена уравнением

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \exp\left(16,39 \cdot \left(\frac{A_{a1}}{A_{a2}} - 1\right)\right),$$

где A_{a1} и A_{a2} – ординаты первого и второго экстремумов амплитудной кривой соответственно.

Аналогичную зависимость, только в более яркой форме, демонстрируют и фазовые кривые

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \exp\left(0,126 \cdot (A_{f2} - A_{f1}) + 0,44\right)^2.$$

Более сложная ситуация наблюдается с третьим фазовым экстремумом. С увеличением значений ρ_2 изменяется не только его амплитуда, но, по мере роста этой величины, сдвигается вправо по оси периодов и его абсцисса. Т.е. положение третьего экстремума на оси периодов зависит от всех параметров двухслойного разреза. Эта зависимость может быть представлена соотношением

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \exp\left(9,3197 - 0,000216 \cdot \frac{H_1 \rho_1}{T_{f3}}\right).$$

Таким образом по координатам экстремумов амплитудных и фазовых кривых зондирований для двухслойного разреза и асимптотам амплитудных кривых могут быть определены все параметра двухслойного разреза. Точность таких расчетов определяется точностью определения координат экстремумов.

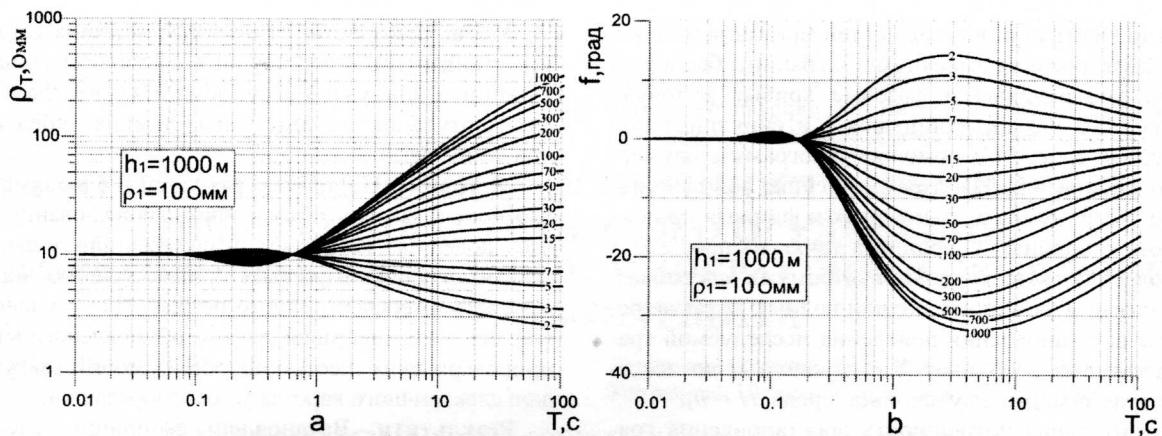


Рис. 4. Амплитудные (а) и фазовые (б) кривые МТЗ для двухслойного разреза при изменении сопротивления основания ρ_2 . Условные обозначения см. на рис. 1

В свете вышесказанного, методику картирования высокомной границы можно представить в следующем виде.

1. Определить суммарную продольную проводимость надопорной толщи S по асимптотической формуле (5). Следует отметить, что далеко не во всех случаях соблюдаются необходимые условия для применения этой формулы. Поэтому лучше определять ρ_1 . Это можно сделать по левой ветви (горизонтальной асимптоте) или ординате минимума амплитудной кривой. Однако, оба этих способа не отличаются точ-

ностью из-за статического эффекта и(или) многослойности разреза над опорным горизонтом. Принципиально эта статическая ошибка может быть устранена по данным электрокаротажа или сейсморазведки.

2. Точно зафиксировать значение T в экстремуме амплитудной кривой (рис. 1, а). Надежнее использовать оба экстремума a_1 и a_2 , а также аналогичные экстремумы на фазовых кривых f_1 , f_2 (рис. 1, б). Для повышения надежности определения h_1 его можно вычислять как среднее из значений, полученных по формулам для всех экстремумов (6) и (8)–(10).

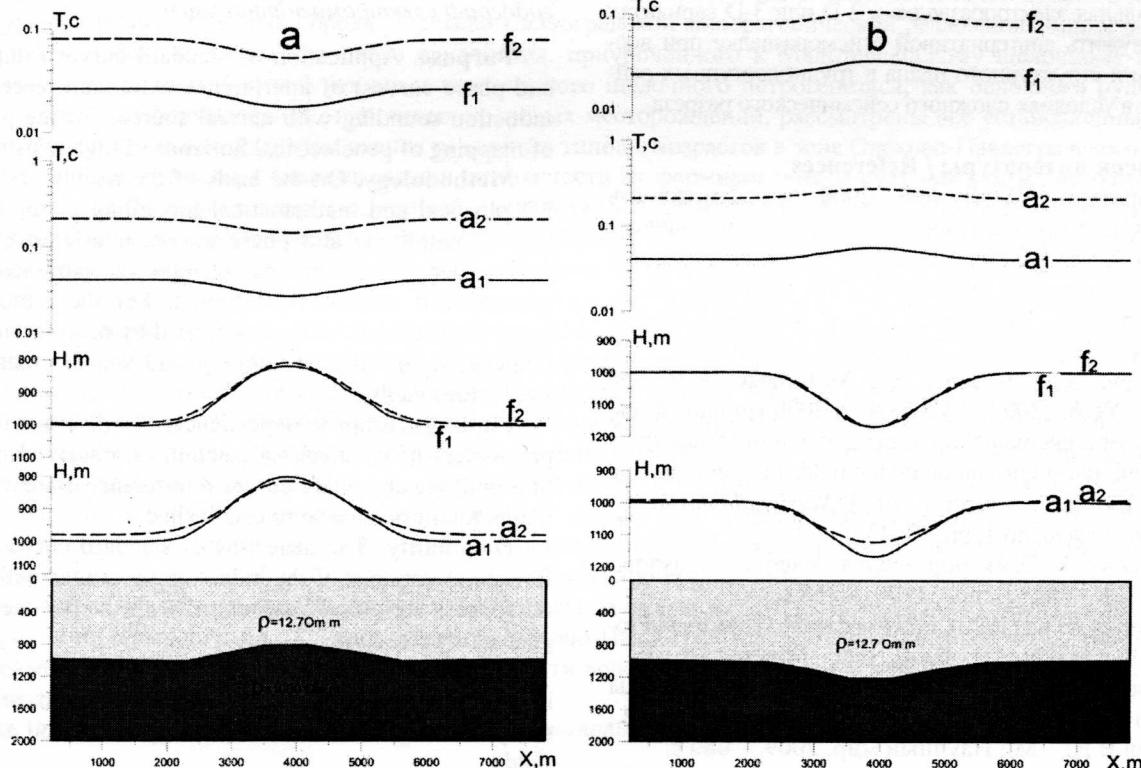


Рис. 5. Годографы характерных точек поперечной компоненты электромагнитного поля и результаты определения мощности надопорной толщи над антиклинальной (а) и синклинальной (б) структурами

Так как точность определения h_1 в конечном счете определяется точностью определения координат особых точек на амплитудных и фазовых кривых зондирований, представляется логичным прибегнуть к

трансформациям, позволяющим подчеркнуть эти особые точки. Аналогичные меры нужны и для повышения точности оценки ординат экстремумов с целью определения отношения сопротивлений слоев.

Для иллюстрации возможностей предлагаемой методики картирования высокомонной границы были рассчитаны амплитудные и фазовые кривые в точках профиля МТЗ над антиклинальной и синклинальной структурами (рис. 5) с помощью программы двумерного моделирования. На этом же рисунке показано поведение экстремумов амплитудных и фазовых кривых в системе координат: координата точки на профиле X и период T соответствующего экстремума (свообразные годографы электромагнитной волны). А также результаты восстановления поведения исследуемой границы в системе координат X и глубины H до исследуемой границы. Для двухслойной среды $H = h_1$.

Относительная погрешность восстановления границы по высокочастотным экстремумам несколько меньше (2 %), чем по низкочастотным (3 %). Однако следует помнить, что на реальных полевых материалах последние выражены ярче, а, следовательно, имеют лучшее соотношение сигнал-помеха.

В заключение отметим следующее.

1. Абсциссы экстремумов амплитудных и фазовых кривых индукционных зондирований с естественными источниками тесно связаны с параметрами геоэлектрического разреза. Вид этой связи подобен связям с параметрами среды упругих отраженных волн.

2. По абсциссам характерных точек амплитудных и фазовых кривых может быть детально восстановлена поверхность высокомонного горизонта.

Детальная электроразведка в 2-D или 3-D вариантах может служить альтернативой сейсморазведке при восстановлении структурного плана в труднодоступных районах или в условиях сложного сейсмического разреза.

Список литературы / References

1. Аппаратура V5 System 2000 и возможность изучения магнитотеллурических полей по методике с одиночной станцией на полях действующих угольных шахт в Украине / Лозовой А.Л., Ингеров А.И., Мазуренко Р.В., Плотников Е.А. // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2007. – №1. – С. 40–43.

Lozovoy, A.L., Ingerov, A.I., Mazurenko, R.V. and Plotnikov, Ye.A. (2007), "V5 System 2000 equipment and possibility of implementation of magnetotelluric fields study method with the single station on the fields of operating coal mines in Ukraine", *Naukovyi yismyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no.1, pp. 40–43.

2. Матвеев Б.К. Электроразведка: Учебн. для вузов./ Матвеев Б.К. – М.: Недра, 1990. – 368 с.

Matveyev, B.K. (1990), *Elektrorazvedka* [Electrical Prospecting] higher school textbook, Nedra, Moscow, Russia

3. Бердичевский М.Н. Модели и методы магнитотеллурики / Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. – М.: Научный мир, 2009. – 680 с.

Berdichevskiy, M.N. and Dmitriyev, V.I. (2009), *Modeli i metody magnitotelluriki* [Models and Methods of Magnetotellurics], Nauchnyy mir, Moscow, Russia

4. Гурвич И.И. Сейсмическая разведка. Изд. 3-е. / Гурвич И.И. – М.: Недра – 408 с.

Gurvich, I.I. *Seismicheskaya razvedka* [Seismic Prospecting], 3rd Edition, Nedra, Moscow, Russia

Мета. Використання інтерференційних екстремумів стандартних (амплітудних і фазових) кривих індукційних зондувань з природними джерелами у цілях картування опорних високомоних геоелектричних горизонтів.

Методика. На підставі результатів одновимірного і двомірного фізико-математичного моделювання вивчалася поведінка координат інтерференційних екстремумів амплітудних і фазових кривих залежно від зміни параметрів геоелектричного розрізу. Для усунення статичного зміщення рівня кривих, обумовленого впливом приповерхневих неоднорідностей розрізу, застосовувалися дані електричного каротажу і сейсморозвідки.

Результати. Встановлені емпіричні залежності для визначення параметрів геоелектричних розрізів за спостережуваними періодами інтерференційних екстремумів амплітудних і фазових кривих магнітолеллуричного зондування.

Наукова новизна. Абсциси інтерференційних екстремумів стандартних кривих індукційних зондувань з природними джерелами тісно пов'язані з параметрами геоелектричного розрізу.

Практична значущість. Методика може бути використана при експрес-інтерпретації практичних даних електромагнітних зондувань для вивчення морфології цільових горизонтів на родовищах нафти і газу.

Ключові слова: електромагнітне поле, індукційне зондування, амплітудні і фазові криві, уявний опір, годограф електромагнітної хвилі

Purpose. Application of standard curves (amplitude and phase curves) of interference extremum received by induction sounding with natural sources for the purpose of mapping of geoelectrical horizons of high resistivity.

Methodology. On the basis of the results of 1D and 2D physical and mathematical modelling of the behaviour of amplitude and phase curves interference extrems depending on the change of parameters of geoelectrical section was studied. For the removal of static displacement of curves caused by near-surface heterogeneity, the electric logging and seismic data were used additionally.

Findings. Empiric dependences for determination of parameters of geoelectrical section on observed periods of amplitude and phase curves interference extrems of magnetotelluric data were established.

Originality. The abscissas of standard curves interference extrems of the induction soundings with natural sources are closely associated with the parameters of geoelectrical section.

Practical value. The method can be used for express-interpretation of the electromagnetic data in order to study the target horizon morphology within oil and gas fields.

Keywords: *electromagnetic field, induction sounding, amplitude and phase curves, apparent resistivity, hodograph curve of electromagnetic wave*

Рекомендовано до публікації докт. геол. наук М.М. Довбнічем. Дата надходження рукопису 09.09.11.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Геология.....	5
А.И. Ингеров, И.А. Ингеров, А.Л. Лозовой, Я.В. Мендрий. Использование амплитудных и фазовых кривых индукционных зондирований с естественными источниками для целей картирования.....	5
А.А. Калашник. Геолого-структурные особенности проявления эндогенного уранового оруденения в Орехово-Павлоградской минерагенической зоне Украинского щита	11
П.И. Пигулевский. О результатах магнитотеллурических зондирований в центральной части Среднеприднепровского мегаблока	20
В.В. Лукинов, К.А. Безручко, А.В. Приходченко, В.Ю. Шпак. Прогноз перспективности участков для поиска скоплений свободного метана (на примере шахты „Бутовская“)	27
Разработка месторождений полезных ископаемых	36
А.С. Кучин. Анализ величин максимальных вертикальных и горизонтальных сдвигений земной поверхности..	36
В.В. Фомичёв, В.Ю. Медяник, А.И. Скитенко, М.В. Снигур. Перспективы применения и конструктивные особенности резино-воздушной армированной крепи	40
Н.М. Табаченко, Р.Е. Дычковский, В.С. Фальштынский. Об извлечении метана и искусственного генераторного газа из угольных и сланцевых месторождений.....	44
Д.В. Рудаков, Е.С. Иванова. Геомеханическая оценка проницаемости трещиноватых пород вокруг подземных выработок	49
И.А. Бершадский, Е.А. Тукмачева. Усовершенствование метода пересчета воспламеняющихся параметров взрывоопасных смесей в искробезопасных электрических цепях.....	54
Г.Ф. Гаврюк, Е.В. Беличенко. Положение характерных точек динамической полумульды при подработках в условиях водопонижения	59
Геотехническая и горная механика, машиностроение.....	64
П.В. Левченко. Экспериментальное определение зависимости эффективности классификации вертикального вибрационного грохота от комплекса доминирующих факторов.....	64
И.А. Таран. Закономерности передачи мощности по ветвям двухпоточных гидрообъемно-механических трансмиссий.....	69
Б.В. Виноградов. Статика и динамика двухдвигательных приводов барабанных мельниц.....	75
И.А. Садовенко, Н.И. Деревягина. О потенциале активации оползневого лессового массива.....	80
К.С. Ищенко, А.П. Круковский, В.В. Круковская, А.К. Ищенко. Физическое и численное моделирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород в забое выработки.....	85
Электротехнические комплексы и системы	92
В.С. Хилов. Исследование динамико-информационных характеристик внешнего контура привода передвижения бурового става.....	92