Записки Санкт-Петербургского горного института имени Г.В.Плеханова.
Т.130. СПб, 1992

УДК 550.837.2

К.В.ТИТОВ

# К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КРИВЫХ АУДИОМАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В РУДНЫХ РАЙОНАХ

Развивающийся в последние десятилетия в СССР аудиомагнитотеллурический (АМТ) метод, появившийся ранее за рубежом [1], находит в настоящее время применение, в частности при геологическом картировании рудных районов в среднем и крупном масштабах.

Аналогия теорий АМТ и МТЗ предопределила подход к интерпретации материалов зондирований в звуковом диапазоне частот. В качестве фундаментальной принимается модель разреза, характеризующегося зависимостью сопротивления от одной вертикальной координаты. При этом отличия реальных кривых АМТ от кривых, отвечающих одномерному распределению сопротивления, считаются связанными с искажениями, т.е. отличием разреза от горизонтально-слоистого [2]. Такой подход применим для интерпретации МТЗ при региональных исследованиях и поисках месторождений нефти и газа, истолковании АМТЗ при работах в платформенных условиях, но мало пригоден для исследования рудных районов кристаллического щита. Это связано с резким отличием разреза от одномерного, в связи с чем искажение кривых зондирования становится весьма существенным и затрудняет интерпретацию материалов. Кроме того, степень «неодномерности" разреза характеризуется различием продольных и поперечных кривых, и особенности их взаимного расположения могут дать информацию о геологическом строении района работ.

Типичной для Печенгского рудного района Кольского полуострова является сложно построенная проводящая толща, залегающая среди высокоомных пород. Необходимость истолкования и моделирования кривых АМТЗ над разрезом, содержащим продуктивную Ждановскую свиту, предопределила постановку рассматриваемой задачи.

Результаты исследования МТ-поля над моделями, содержащими элементы разломной тектоники, представлены в работах [3-5]. Однако применение полученных там результатов для анализа материалов АМТЗ в рудных районах затруднительно из-за некоторой их упрощенности: рассмотренные модели представлены вертикальными проводящими включениями в сравнительно высокоомной среде. Реальные среды существенно более сложны и должны моделироваться, по крайней мере, несколькими наклонными пластами.

Исследуем характер кривых АМТЗ на примере проводящей наклонно залегающей толщи, выполаживающейся на глубине и осложненной сбросом (модель I)

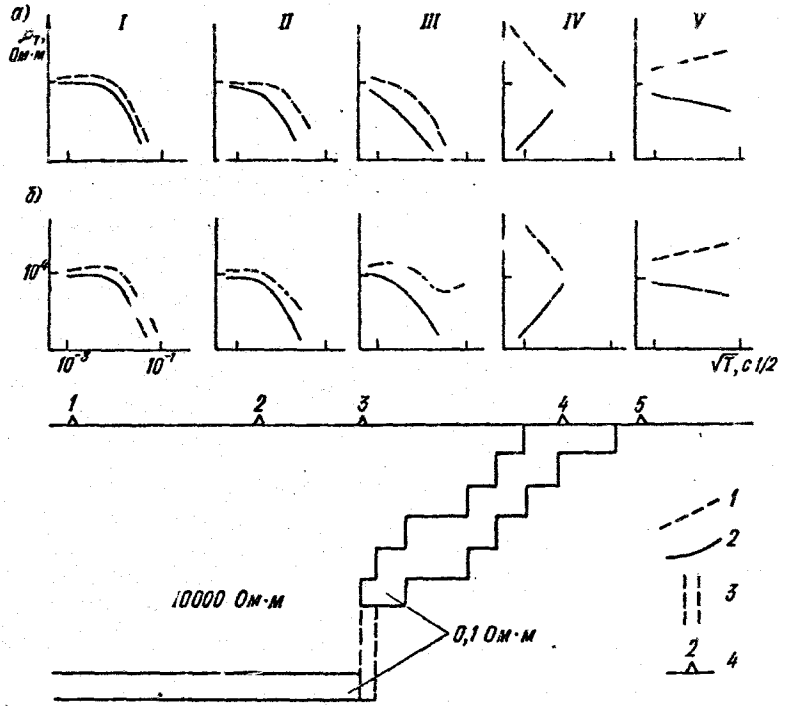



Рис.1. Кривые АМТЗ над моделью 1: а и б – соответственно при наличии и отсутствии гальванической связи между частями разреза
1 – поперечные кривые; 2 – продольные кривые; 3 – контур участка, по которому осуществляется гальваническая связь между частями разреза; 4 – точки зондирования и их номера

и взбросом (модель 2). Обе модели рассмотрим в двух модификациях: при наличии или отсутствии гальванической связи между участками проводящей толщи, разделенными разрывными нарушениями. Наличие такой гальванической связи соответствует проводящей плоскости смесителя (будем считать проводящим участок разреза, соединяющий приподнятый и опущенный блоки, что может быть связано с наличием сульфидной минерализации, повышенной трещиноватостью и другими факторами), а отсутствие ее – непроводящему разрывному нарушению. Расчеты АМТ-поля проводились по программе, составленной И.Л.Варданянц (Санкт-Петербургский университет). Расчет велся применительно к периодам поля, регистрируемым использующейся в наших полевых исследованиях АМТ-станцией ЕСА-542 французского производства.

Особенности кривых АМТЗ над моделью I (рис.I) следующие. Если рассматривать фактивный слоистый разрез в каждой точке, то очевидно, что неискаженные кривые должны иметь нисходящую правую ветвь либо неизменное кажущееся удельное электрическое сопротивление $\rho_T$. Однако на поперечных кривых наблюдается восходящая правая ветвь со стороны лежачего бока выходящего на поверхность проводника. Очевидно, эта особенность кривых может

быть объяснена по аналогии с $S$-эффектом искажением правых ветвей поперечных кривых зондирования, связанным с неоднородностью верхней части разреза.

Со стороны висячего бока, ограниченного в направлении падения пласта, в модели I в случае отсутствия гальванической связи между частями проводника существует участок, на котором правые ветви кривых АМТЗ имеют неизменное сопротивление. Этот эффект объясняется влиянием нижней кромки наклонного проводника и полностью исчезает при рассмотрении первой модификации модели I (рис.I,а).

Внутри проводника наблюдается восходящая продольная кривая при нисходящей поперечной. Следует отметить, что в рассматриваемой модели в обеих ее модификациях наибольшее различие по уровню и форме продольных и поперечных кривых наблюдается со стороны лежачего бока проводника в районе его выхода на дневную поверхность.

Говоря о характере кривых АМТЗ, рассчитанных над моделью 2 (рис.2), можно отметить, что продольные кривые мало искажены. Однако при формальной их интерпретации исходная модель не будет восстановлена. Это связано с тем, что аномалия продольной компоненты электрического поля над наклонным проводником шире горизонтальной мощности проводника. Поэтому формальная интерпретация продольных кривых даст вместо рассматриваемого разреза антиклинальную и смежную с ней синклинальную складки.

Качественное восстановление характера разреза возможно, если привлечь к интерпретации анализ особенностей поперечных кривых. На кривой I фиксируется восходящая ветвь, связанная с влиянием нижней кромки левого

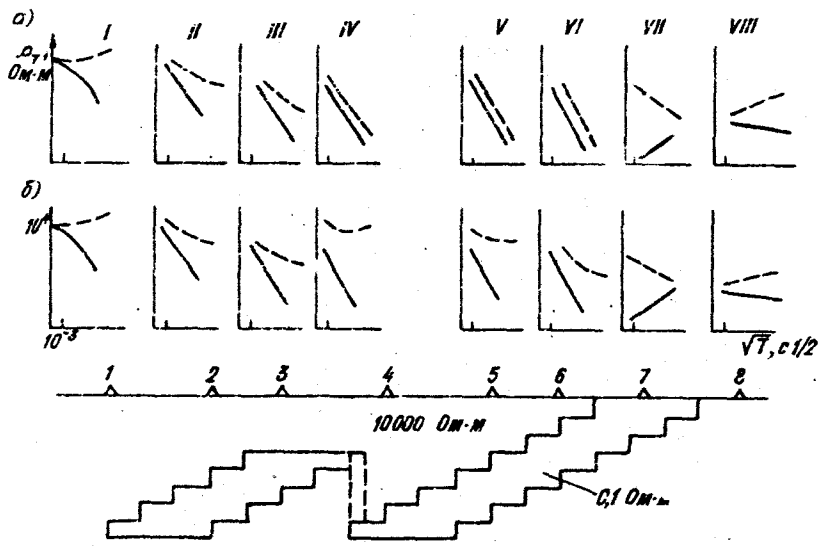



Рис.2. Кривые АМТЗ над моделью 2: а и б - соответственно при наличии и отсутствии гальванической связи между частями разреза (см. условные обозначения на рис.1)

проводника. Отличие поперечных кривых в моделях (рис.2) малосущ[ес]твенно в левой части разреза. Гораздо существеннее эти отличия проявляются на кривых в центральной части разреза. Поперечные кривые здесь искажены аналогично тому, как искажаются кривые МТЗ при наличии $S$-эффекта: правые их ветви являются восходящими. Продольные кривые для модели 2 мало искажены и практически совпадают в рассмотренных ее модификациях. Таким образом, при отсутствии гальванической связи между частями разреза на кривых АМТЗ ф[и]ксируется восходящая правая ветвь.

Очевидно, что рассмотренные модификации моделей являются предельными с точки зрения реальных условий. Как правило, части разреза соединены проводниками с различным удельным сопротивлением, что приводит к промежуточному между рассмотренными положению поперечных кривых АМТЗ.

Автор полагает, что рассмотрение искажений кривых АМТЗ над модельными разрезов будет полезно перед интерпретацией материалов АМТ-зондирований руд[ных] районов. Представляется целесообразной следующая методика интерпретации материалов АМТЗ руд[ных] районов:

I. Априорное моделирование наиболее типичных двумерных структур района работ.

2. Формальная интерпретация наименее искаженных продольных кривых АМТЗ (следует считать наименее искаженными те кривые, где различие между продольными и поперечными кривыми невелико). Использование результатов формальной интерпретации в качестве начального приближения при двумерном моделировании интерпретируемого разреза. Определение по взаимоотношению продольных и поперечных кривых наклонных проводников, выделение частей разреза, характеризующихся гальванической связью между проводящими элементами и отсутствием ее.

3. Двумерное моделирование АМТ-поля над разрезом. Вследствие длительности расчетов, на наш взгляд, при моделировании главная и первоочередная задача – достижение соответствия модельного разреза поперечным кривым. По выполнении этого условия разрез может быть вновь скорректирован с учетом соответствия расчетных продольных кривых экспериментальным.

Автор считает своим долгом выразить признательность Н.Д.Васину за постановку рассмотренной задачи и неоднократные консультации в ходе выполнения работы, обсуждение ее результатов. Автор также признателен И.Л.Зарданянц, передавшей свою программу моделирования МТ-поля, без которой настоящая работа не могла быть выполнена.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васин Н.Д. Применение метода АМТ на Балтийском щите // Геофизические методы поиска и разведки полезных ископаемых Северо-Запада СССР: Межвуз. сборник. Л., Изд-во ЛГУ, 1988. С. 14-29.

2. Дмитриев В.И., Бердичевский М.Н., Кокотушкин Г.А. Альбом палеток для магнитотеллурического зондирования неоднородных сред. М.: Изд-во МГУ, 1975. Ч. 4. 100 с.

3. Дмитриев В.И., Мершикова Н.А. Численные исследования разрешающей способности магнитотеллурического зондирования глубинных разломов // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1981. № 1. С. 45-54.

4. Нечаева Г.П., Лебедева Н.А. Искажение кривых МТЗ в районах с разломной тектоникой // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1980. № 11. С. 102-106.

5. Особенности проявления п. водящих субвертикальных зон земной коры в магнитотеллурическом поле / А.Н.Кузнецов, К.А.Савинская, М.Н.Юдин, Т.Н.Петрова, О.В.Волкова, И.С.Фельдман // Разведочная геофизика. М.: Недра, 1982. В т. 104. 103-114.