

ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ԱՐՇԱԿ ԿԱՐԼԵՆԻ ՍԱԹԵՎՈՍՅԱՆ

ՀԱՐՈՒՑՎԱԾ ԲԵՎԵՈԱՑՄԱՆ ՍԵԹՈՂՈՎ ԱՆԻՋՈՏՐՈՂ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՍԵԹՈՂԻԿԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ղ.00.08 - Երկրաֆիզիկա, օգտակար հանածոների որոնման
երկրաֆիզիկական մեթոդներ մասնագիտությամբ

Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի
գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության սեղմագիր

ԵՐԵՎԱՆ - 1997

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

МАТЕВОСЯН АРШАК КАРЛЕНОВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ
МЕТОДОМ ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ
В АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ

Специальность: Ղ.00.08 - Геофизика, геофизические методы
поисков полезных ископаемых

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

ЕРЕВАН - 1997

Աշխատանքը պատրաստվել է ՀՀ ԳԱԱ Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմոլոգիայի ինստիտուտում և ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում

Գիտական խորհրդատու.

Երկրաբանահանձաքանական գիտ. դոկտոր,
պրոֆեսոր Ս.Վ.ԲԱՂԱՆՅԱՆ

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ.

Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտ. դոկտոր,
պրոֆեսոր Ս.Ս.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ
Երկրաբանահանձաքանական գիտ. թեկնածու,
դոցենտ Ս.Ա.ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Առաջատար կազմակերպություն.

ՀՀ Բնապահպանության նախարարության
"Տարածաշրջանային Երկրաբանություն և
Երկրաֆիզիկա" պետ. ձեռնարկություն

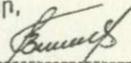
Պաշտպանությունը կայանալու է 18 դեկտեմբերի 1997թ., ժամը 13⁰⁰
Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի թ. 054 մասնագիտական
խորհրդում.

Հասցեն՝ 375019, Երևան, Սարշալ Բաղրամյան պող. 24ա:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Երկրաբանական գիտությունների
ինստիտուտի գրադարանում:

Սեղմագիրը առաքված է 17 նոյեմբերի 1997թ.

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
Երկրաբանահանձաքանական գիտ. թեկնածու



Յ.Վ. ԸԱԴԻՆՅԱՆ

Работа выполнена в Институте геофизики и инженерной сейсмологии
(ИГИС) НАН РА и Институте геологических наук (ИГН) НАН РА.

Научный консультант:

доктор геол.-мин. наук,
профессор С.В.БАДАЛЯН,

Официальные оппоненты:

доктор физ.-мат. наук,
профессор С.М.ОГАНЕСЯН,
кандидат геол.-мин. наук,
доцент М.А.ГРИГОРЯН,

Ведущая организация:

госпредприятие "Региональная Геология и
Геофизика" Министерства охраны природы РА.

Защита диссертации состоится 18 декабря 1997г. в 13⁰⁰ ч., на заседании
Специализированного Совета 054 Института геологических наук.

Адрес: 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГН НАН РА.

Автореферат разослан 17 ноября 1997г.

Ученый секретарь Специализированного Совета

канд. геол.-мин. наук



Г.В.ШАГИНЯН

сфероидальные включения, при произвольном направлении прилагаемого электрического поля;

- теоретический анализ и обоснование эффективности исследования проводящих поляризующихся анизотропных сред с использованием многоэлектродных установок измерений, позволяющих изменять (а при необходимости и вращать) направление возбуждаемого электрического поля в требуемой точке исследуемой среды;

- теоретическое и экспериментальное подтверждение эффективности использования предлагаемых (различных) параметров кажущегося сопротивления (КС) и кажущейся поляризуемости (КП) на этапе обработки и интерпретации результатов измерений;

- разработка соответствующей методики электроразведочных исследований и ее полевое опробование на рудных объектах Армении.

Основные защищаемые положения:

- установлена возможность дифференциации многокомпонентной гетерогенной среды, состоящей из различных групп сфероидальных включений, отличающихся друг от друга по амплитудным и временным параметрам удельного электрического сопротивления и поляризуемости по результатам измерений при различных направлениях прилагаемого электрического поля;

- на проявления амплитудно-временных характеристик вызванной поляризации определяющее влияние оказывает дифференциация гетерогенной среды по удельному электрическому сопротивлению;

- существует принципиальная возможность изменения (вращения) направления возбуждаемого электрического поля неподвижной многоэлектродной системой питающих электродов в требуемой области (точке) геоэлектрической среды путем пропускания тока заданной величины и заданного направления, позволяющая составить более полное представление об исследуемых параметрах КС и КП;

- параметрами, удобными для описания (исследования) распределения (проявления) свойств сложной геоэлектрической среды, являются остаточное кажущееся удельное сопротивление (ОКС) и остаточная кажущаяся поляризуемость (ОКП), определяемые по результатам измерений двух взаимно перпендикулярных составляющих первичного и вторичного электрических полей при двух различных направлениях возбуждаемого электрического поля в каждом пункте наблюдений планшета съемки и характеризующие аномальное (локальное) поле относительно фоновых значений.

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

- предложен способ расчета амплитудных и временных электрических параметров (среднего удельного электрического сопротивления и поляризуемости) многокомпонентной гетерогенной среды, содержащей сфероидальные включения, при требуемых направлениях приложенного поля;

- теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность вращения направления возбуждаемого электрического поля в требуемой точке (области) геоэлектрической среды с использованием неподвижной системы (состоящей из не менее трех) питающих электродов;

- теоретически разработан и экспериментально реализован способ интерпретации результатов измерений, основанный на определении параметров остаточного кажущегося удельного сопротивления (ОКС) и остаточной кажущейся поляризуемости (ОКП), позволяющий разделять аномалии КС и КП, создаваемые локальными объектами в сложной геоэлектрической обстановке.

Практическая ценность. Применение предлагаемой (разработанной) методики исследований позволяет повысить эффективность методов сопротивлений и вызванной поляризации при площадных исследованиях в сложной геоэлектрической обстановке.

Реализация работы. Методика исследований внедрена в ИГИС НАН и Канакерской ГТЭ Управления геологии (ныне госпредприятие "Региональная геология и геофизика" Министерства охраны природы РА). Результаты работы использовались при проведении детальных поисково-разведочных изысканий на объектах "АрмЗолото".

Апробация. Основные положения диссертационной работы докладывались на Всесоюзном совещании по разработке и комплексированию геофизических методов при детальной и эксплуатационной разведке рудных месторождений (Ленинакан, 1982), Всесоюзном совещании по поляризационным электроразведочным методам (Ленинакан, 1985), Юбилейной научной конференции, посвященной 35-летию основания ИГИС НАН РА (Гюмри, 1996), неоднократно обсуждались на семинарах ИГИС НАН РА, на кафедре Геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых Ленинградского государственного университета, в отделе электроразведки НПО "РудГеофизика" (Санкт-Петербург).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 статей, получено 2 авторских свидетельства на изобретение.

Объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Содержит 113 страниц текста, 53 рисунка, 16 таблиц и список литературы из 88 наименований.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность профессору, доктору геолого-минералогических наук В.А.Комарову и профессору, доктору геолого-минералогических наук С.В.Бадалян, оказавшим решающее влияние на формирование научных интересов и взглядов автора. Искреннюю благодарность автор выражает сотрудникам ИГИС и ИГН НАН РА, отдела электроразведки НПО "РудГеофизика" (Санкт-Петербург), коллективу Южной партии Канакерской ГТЭ Управления геологии Армении, а также всем друзьям и коллегам за помощь, поддержку и полезные советы на различных стадиях подготовки диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Изучению анизотропии физических свойств (электропроводности и поляризуемости) горных пород и геологических образований посвящены работы Г.М.Авчяна, Л.М.Альпина, С.Ю.Баласаняна, И.Х.Блоха, В.Р.Бурсиана, Б.И.Геннадина, В.Н.Дахнова, Н.Б.Дортман, А.И.Заборовского, А.К.Козырина, В.А.Комарова, А.Н.Мезенцева, Р.С.Минасяна, И.К.Овчинникова, Э.И.Пархоменко, А.А.Редозубова, А.С.Семенова, С.С.Сыскова, А.Г.Тархова, Л.С.Чантуришвили, В.К.Хмелевского, С.М.Шейнманна, Ю.В.Якубовского, В.В.Bhattacharya, D.Doicin, G.M.Haberjam, M.N.Nabighian, A.A.R.Zohdy и других. Краткий обзор теоретических и экспериментальных исследований в этой области приводится в начале глав 1, 2, 3.

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕД

Изучение эффективных электрических характеристик среды с включениями, дифференцируемыми от вмещающей среды по электрическим свойствам, имеет большое практическое значение. Вопросу влияния формы включений на величину средней электропроводности и средней поляризуемости двухкомпонентной гетерогенной среды, за которую при решении разнообразных геофизических задач принимают исследуемую геологическую среду, посвящено множество теоретических и экспериментальных работ, однако строгого решения этой задачи для какой-либо формы включений до сих пор не получено, и в зависимости от исследуемой

проблемы, в каждом случае проводятся определенные приближения и допущения.

С целью исследования амплитудно-временных электрических характеристик гетерогенной среды при произвольном направлении прилаемого электрического поля, получено выражение среднего удельного электрического сопротивления макроанизотропной среды, содержащей одинаково ориентированные сфероидальные включения, с использованием электрического коэффициента формы для сфероидов [В.А.Комаров]. Для определения среднего удельного электрического сопротивления при произвольном направлении приложенного электрического поля введено понятие фиктивного параметра - эффективного коэффициента формы G_e , который соответствует электрическому коэффициенту формы G , заполняющих среду таких включений, которые при ориентировке по направлению возбуждаемого поля создают такое же anomальное поле, что и исходная (рассматриваемая) среда. Величина G_e определяется из квадратного уравнения, характеризующего распределение электрического поля в однородной среде в присутствии сфероида:

$$\frac{G_e(G_e + 1)}{(G_e + p)^2} = \frac{G_z(G_z + 1)}{(G_z + p)^2} \cos^2 \gamma + \frac{G_x(G_x + 1)}{(G_x + p)^2} \sin^2 \gamma, \quad (1)$$

где G_z и G_x - электрический коэффициент формы вдоль или поперек оси вращения сфероидов; $p = \rho_1 / \rho_0$; ρ_0 и ρ_1 - удельное электрическое сопротивление вмещающей среды и включений, соответственно; γ - угол между направлением приложенного поля и осью вращения сфероидов, с учетом условия, что величина G_e принимает промежуточное значение между G_z и G_x .

Среднее удельное электрическое сопротивление для среды с одинаково ориентированными сфероидальными включениями при произвольном направлении приложенного электрического поля определялось по формуле

$$\rho = \frac{G_e + p - G_e(1-p)\xi}{G_e + p + (1-p)\xi} \rho_0, \quad (2)$$

где ξ - объемная концентрация включений. В частности, для сферы $G_e = 0.5$, что подставляя в это выражение, получим известную формулу для сферических включений [В.Р.Бурсиан, И.К.Овчинников].

Расчет среднего удельного электрического сопротивления макроизотропной гетерогенной среды с достаточно равномерным распределением сфероидальных включений всевозможной ориентировки выполнялся по известному выражению, полученному путем последовательного наложения анизотропных агрегатов с различной ориентировкой включений [И.К.Овчинников]:

$$\rho = \frac{3 \rho_z \rho_x}{\rho_x + 2\rho_z}, \quad (3)$$

где ρ_z и ρ_x - среднее удельное электрическое сопротивление среды, содержащей одинаково ориентированные сфероидальные включения, вдоль и поперек оси вращения сфероидов, определяемые по формуле (2).

В случае объемно поляризующихся включений и вмещающей среды, выражения среднего удельного электрического сопротивления в момент времени T после включения импульса постоянного тока определялось способом, предложенным В.А.Комаровым: $\rho^*(T) = \rho / [1 - \eta(T)]$, применяемым для параметров вмещающей среды $\rho_0^*(T) = \rho_0 / [1 - \eta_0(T)]$ и включений $\rho_1^*(T) = \rho_1 / [1 - \eta_1(T)]$. Здесь $\eta_0(T) = \eta_0 F_0(T)$, $\eta_1(T) = \eta_1 F_1(T)$ - через η_0 , η_1 и $F_0(T)$, $F_1(T)$ обозначены значения предельной поляризуемости (при $T \rightarrow \infty$) и переходной характеристики вызванной поляризации для соответствующих сред. При этом средняя поляризуемость гетерогенной среды в момент T характеризуется выражением

$$\eta(T) = [\rho^*(T) - \rho] / \rho^*(T),$$

а ее переходная характеристика ВП определяется из соотношения

$$F(T) = \eta(T) / \eta_\infty,$$

где η_∞ - предельная средняя поляризуемость исследуемой среды.

В этой главе рассмотрены макроскопические особенности различных двух- и многокомпонентных поляризующихся сред, содержащих равномерно размещенные хорошо проводящие и поляризующиеся включения.

Вычисления амплитудно-временных характеристик многокомпонентной гетерогенной среды, содержащей различные включения, осуществлялось с применением способа последовательного заполнения среды для расчета среднего удельного электрического сопротивления сложных агрегатов [А.С.Семенов].

Проведенная оценка погрешности, возникающей при использовании аналогичного алгоритма расчетов амплитудных и временных параметров (среднего удельного электрического сопротивления и средней поляризуемости) двух- и многокомпонентных гетерогенных сред, содержащих сфероидальные включения, при произвольном направлении приложенного электрического поля, позволяет рекомендовать его в процессе интерпретации результатов экспериментальных исследований.

Сопоставление конфигураций диаграмм ρ и η рассматриваемых трехкомпонентных гетерогенных сред с соответствующими диаграммами двухкомпонентных гетерогенных сред, установлено, что

они принимают промежуточные значения, зависящие от соотношений объемных концентраций каждой группы включений. Однако характерной особенностью диаграмм трехкомпонентной среды является их асимметричность относительно принимаемых максимальных значений параметров ρ и η , что может служить критерием, подтверждающим наличие не менее двух групп включений во вмещающей среде исследуемого агрегата. Особый интерес представляет рассмотрение временных характеристик вызванной поляризации многокомпонентных гетерогенных сред. Приведены временные круговые диаграммы $\eta(T)$, характеризующие идентичные по геометрическим и электрическим свойствам трехкомпонентные среды, отличающиеся только по временному параметру (абсциссе максимума производной переходной характеристики вызванной поляризации - T_0) сфероидальных включений. Путем сопоставления диаграмм $\eta(T)$ этих гетерогенных сред выявлено, что при малых T эти диаграммы ориентированы большими значениями параметра средней поляризуемости вдоль направления большой оси той группы включений, у которой значение временного параметра T_0 меньше. С увеличением T происходит постепенное изменение ориентировки диаграмм $\eta(T)$ в сторону направления большой оси другой группы включений. Показана эффективность использования временных параметров вызванной поляризации при исследовании многокомпонентной среды.

На примере различных двухкомпонентных гетерогенных сред оценена погрешность определения объемной концентрации включений, возникающая при отсутствии учета формы последних, что имеет особое практическое значение.

Анализ распределения электрических параметров различных двухкомпонентных гетерогенных сред показывает на определяющее влияние величины соотношения удельных электрических сопротивлений вмещающей среды и включений на величину средней поляризуемости. Особый интерес представляют рассмотренные временные зависимости и круговые диаграммы, отражающие роль поляризуемости, формы, ориентировки включений, а также направления приложенного электрического поля на проявление электрических свойств двух- и многокомпонентной гетерогенной среды, показана принципиальная возможность дифференциации различных групп сфероидальных включений, слагающих многокомпонентную среду.

Рекомендуется, с целью исследования обобщенных электрических характеристик толщи пород, построение диаграмм средних удельных электрических сопротивлений ρ_1, ρ_0 и средних

поляризуемостей η_{11} - η_{33} . Показано, что в зависимости от характера анизотропии удельного электрического сопротивления и поляризуемости каждого пласта, слагающего толщу, происходит не только количественное, но и качественное изменение проявления обобщенных электрических характеристик толщи пород, отсутствие учета которого может привести к существенным ошибкам при истолковании результатов электроразведочных измерений.

ГЛАВА 2. ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПУТЕМ ВОЗБУЖДЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ ПИТАЮЩИХ И ПРИЕМНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

В этой главе проведен анализ структуры распределения электрического поля, возбуждаемого двумя точечными источниками тока с различными величинами токов, пропускаемых через них. Показана принципиальная возможность создания электрического поля требуемого направления в пункте наблюдений (вращения поля) посредством варьирования величинами и направлениями токов, одновременно пропускаемых через питающие электроды многоэлектродной установки (в частности с использованием трех питающих электродов, подсоединенных к одному источнику тока), и предложен способ такого подбора токов.

Приведены выражения для расчета различных параметров КС и КП в пункте наблюдений при каждом направлении возбуждаемого электрического поля; установлена возможность вращения направления поля путем вычислительных процедур. Рассмотрены параметры КС и КП, полученные через компоненты соответствующих тензоров и несколько инвариантов тензоров, наиболее эффективных при обработке и интерпретации результатов измерений. При истолковании результатов измерений рекомендуется построение круговых диаграмм параметров КС и КП в зависимости от направления возбуждаемого электрического поля в исследуемом пункте наблюдений, а также карт распределения этих параметров по всему планшету съемки. В процессе теоретических исследований выведены математические выражения преобразования компонентов несимметричного двумерного тензора второго ранга (каковыми являются тензоры КС и КП, полученные на дневной поверхности) при повороте координатной плоскости.

При интерпретации результатов измерений, полученных при двух различных направлениях возбуждаемого первичного (вторичного) электрического поля, определяются компоненты тензора

остаточного (аномального, локального) кажущегося сопротивления P (кажущейся поляризуемости H) - P_{xx} , P_{xy} , P_{yx} , P_{yy} в каждом пункте наблюдений из выражения

$$\begin{bmatrix} A_x \\ A_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{xx} & P_{xy} \\ P_{yx} & P_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_x^0 \\ A_y^0 \end{bmatrix},$$

где A_x и A_y - x - и y -составляющие параметров первичного (вторичного) поля в исследуемом пункте наблюдений;

A_x^0 и A_y^0 - усредненные (нормированные) значения x - и y -составляющих тех же параметров, определенные по смежным пунктам наблюдений, равноудаленным относительно исследуемого пункта.

По приведенным формулам вычисляются главные (максимальные - P_{\max} и минимальные - P_{\min}) значения тензора P :

$$P_{\text{ex}} = \left| [(P_{xx} - P_{yy})^2 + (P_{xy} + P_{yx})^2]^{1/2} \pm [(P_{xx} + P_{yy})^2 + (P_{xy} - P_{yx})^2]^{1/2} \right| / 2$$

и направления главных значений

$$\Phi_{\text{ex}} = \{ \arctg[(P_{xy} + P_{yx}) / (P_{xx} - P_{yy})] + \arctg[(P_{xy} - P_{yx}) / (P_{xx} + P_{yy})] + \pi k \} / 2,$$

где $k = 0, 1$.

В качестве интерпретируемых параметров используются P_{\max} , P_{\min} , Φ_{ex} , P_{\max}/P_{\min} , $[P_{\max}P_{\min}]^{1/2}$, характеризующие распределение (проявление) удельного электрического сопротивления (поляризуемости) в данном пункте.

Рассмотрен конкретный пример выполнения исследований предлагаемой методикой при изучении анизотропной среды.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ И КАЖУЩЕЙСЯ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ МНОГОЭЛЕКТРОДНЫХ УСТАНОВОК

В этой главе приведены выражения параметров первичного и вторичного электрических полей, наблюдаемых на поверхности однородного анизотропного полупространства при возбуждении поля произвольной многоэлектродной системой питающих электродов и регистрации двумя взаимно перпендикулярными приемными линиями составляющих соответствующих полей. Проанализированы возможности двух модификаций многоэлектродных установок при исследованиях анизотропии удельного электрического сопротивления и поляризуемости геологических образований. Представлены необходимые зависимости параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости от электрических и пространственных

характеристик анизотропной среды, используемые при интерпретации результатов таких измерений. Здесь же предложен способ оценки влияния размеров и ориентировки двух взаимно перпендикулярных приемных линий на величины кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости в зависимости от направления возбуждаемого электрического поля в пункте наблюдений, и представлены результаты расчетов на примере анизотропной среды.

С целью подтверждения справедливости теоретических исследований особенностей проявления различных параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости при возбуждении электрического поля многоэлектродной системой питающих электродов, основных положений и выводов, представленных в предыдущей главе, приводятся результаты экспериментальной проверки. Моделирование выполнено на электропроводной бумаге над двухмерной моделью анизотропной по удельному электрическому сопротивлению среды, вмещающей низкоомный неполяризующийся пласт и поляризующийся цилиндр, не отличающийся по электропроводности от вмещающей среды. Выбранная модель соответствует наиболее обобщенному случаю геоэлектрической среды, которая не поддается математическим расчетам. Подтверждена зависимость параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости от выбранной системы возбуждения электрического поля (расстановки питающих электродов и способа их подключения к источнику (источникам) тока. На этой модели путем сопоставления результатов измерений в двух различных по характеру пунктах наблюдений (над низкоомным пластом и во вмещающей анизотропной среде), установлено, что составление представления о поляризуемости исследуемой среды по параметрам КП, без учета характера первичного электрического поля, приводит к существенным ошибкам при интерпретации.

Основываясь на устойчивости предлагаемых остаточных параметров кажущегося сопротивления электрических полей к изменению выбранной системы возбуждения и регистрации, доказана их надежность (эффективность) при исследованиях геологической среды со сложной дифференциацией электрических свойств. В частности, экспериментально подтверждена эффективность использования многоэлектродных установок при изучении анизотропии среды с локальными электрическими неоднородностями путем регистрации параметров первичного и вторичного полей различными парами взаимно перпендикулярных приемных линий в исследуемом пункте наблюдений.

ГЛАВА 4. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ МНОГОЭЛЕКТРОДНЫМИ УСТАНОВКАМИ НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРМЕНИИ

В этой главе приводятся результаты опытно-методических полевых исследований на двух хорошо изученных (разведанных) участках. Первый участок расположен в пределах Меградзорского кварц-сульфидного (золоторудного) месторождения и сложен сиенитами, покрытыми поверхностными отложениями мощностью до 0.5-2м. Рудные тела представлены двумя кварц-сульфидными жилами мощностью 0.5-1.5м, залегают в гидротермально измененной зоне и содержат богатую сульфидную вкрапленность, представленную в основном пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом. Второй участок расположен вблизи Каджаранского медно-молибденового месторождения и представлен гранодиоритами, покрытыми поверхностными отложениями мощностью 0.3-1.5м. Оруденение связано с раздробленной, гидротермально измененной, низкоомной кварц-сульфидной жилой мощностью до 1-1.5м. Электроразведочные исследования методами сопротивлений и вызванной поляризации на первом участке выполнялись с использованием многоэлектродной установки, четыре питающих электрода которой располагались в виде правильной фигуры (квадрата), а пятый питающий электрод относился на бесконечность. Электрическое поле в среде создавалось как путем пропускания тока через попарно взятые питающие электроды А, В, С, D с использованием одного источника тока, так и при одновременном пропускании тока через три или четыре электрода с использованием двух автономных источников тока. Электрическое поле при изучении второго участка возбуждалось путем пропускания стабилизированного постоянного тока через четыре произвольно расположенных питающих заземления многоэлектродной установки ABCD, при попарном их подсоединении к источнику тока.

В результате измерений первичного и вторичного электрических полей различными системами возбуждения и регистрации, получены карты различных параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости. Круговые диаграммы кажущегося сопротивления, построены в зависимости от направления вектора плотности тока, а кажущейся поляризуемости - от вектора напряженности первичного поля. Сопоставляя диаграммы над рудной зоной, установлено, что характер проявления параметра ρ_s на первом участке существенным образом зависит от выбранной системы возбуждения электрического поля, что нельзя сказать о параметре η_s .

который при измерениях различными многоэлектродными установками принимает свои максимальные значения по направлению простираения рудной зоны.

Приведенные временные диаграммы дифференциальной кажущейся поляризуемости $\Delta\eta_s$ этого же пункта наблюдений, полученные четырьмя системами возбуждения для пяти различных моментов времени T , приводит к выводу, что независимо от выбранной системы, величина производной переходной характеристики вызванной поляризации с увеличением T уменьшается, тем самым указывая на то, что величина абсциссы максимума переходной характеристики меньше временного интервала, проведенных измерений. На этих диаграммах проявляется отмеченная в первой главе особенность проявления вторичного электрического поля в пункте наблюдений, заключающаяся в том, что с изменением T меняется не только соотношение экстремальных значений $\Delta\eta_s$, но и их ориентация, что дает дополнительную информацию о текстурных особенностях электропроводящих минералов, которую можно использовать при разбраковке аномалий ВП.

По результатам измерений на втором участке определялись величины двух взаимно перпендикулярных составляющих поля для каждого пункта наблюдений, по которым вычислены и построены карты изоом кажущегося сопротивления для четырех установок: ABC, ABD, ACD, BCD, на которых рудная зона проявляется минимумом. С использованием усредненных значений соответствующих составляющих электрического поля для каждого пункта наблюдений, получены параметры остаточного кажущегося сопротивления (согласно способу обработки и интерпретации результатов измерений, представленной во второй главе) для всего планшета съемки при исследованиях теми же трехэлектродными системами возбуждения. На карте усредненных значений остаточного кажущегося сопротивления, полученных рассматриваемыми установками, исследуемая гидротермально измененная зона проявляется пониженными (0.65-0.90) значениями.

В заключении отмечено, что для ее широкого практического (производственного) внедрения предлагаемой методикой исследований, возникает необходимость разработки многоканального цифрового измерителя с возможностью компьютерной обработки данных непосредственно в полевых условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные методические результаты теоретических и экспериментальных исследований сводятся к следующему:

1. Параметры остаточного кажущегося сопротивления (ОКС) и остаточной кажущейся поляризуемости (ОКП) более устойчивы (менее зависимы) к изменениям как системы возбуждения электрического поля, так и расстановке двух взаимно перпендикулярных приемных линий, чем соответствующие параметры КС и КП, что, в частности, позволяет при интерпретации результатов площадных измерений над локальными объектами, дифференцируемыми по электрическим свойствам от вмещающей пород, рекомендовать построение карт этих параметров.

2. Составление представления о расчлененности геологической среды по поляризуемости в условиях сложной геоэлектрической обстановки (резкой дифференциации среды по удельному электрическому сопротивлению) только на основании проявления параметров КП и ОКП без учета характера первичного поля может привести к существенным ошибкам при интерпретации результатов наблюдений вторичного электрического поля.

3. Проведение регистрации электрических полей на стадии детализационных работ по квадратной сети пунктов наблюдений с шагом, не превышающим размеры интересующих геологических образований, позволяет вычислять (определять) параметры кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости с требуемой детальностью (точностью) измерений, и тем самым, получить необходимую и достаточно полную информацию о характере исследуемой геоэлектрической среды, что существенно повышает эффективность электроразведочных работ.

4. Получение параметров ОКС и ОКП делает доступным использование имеющихся математических методов обработки гравитационных и магнитных аномалий при интерпретации электроразведочных данных, и открывает перспективы для дальнейшей разработки и усовершенствования способов интерпретации результатов электроразведочных наблюдений.

Список опубликованных работ по диссертационной теме:

1. О возможности применения трехэлектродной экранированной установки при исследованиях методами сопротивлений и вызванной поляризации. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XXXVI, 1, 1983, с. 85-89.
2. Некоторые результаты модельных исследований экранированными установками. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XXXVIII, 1, 1985, с. 60-65.
3. Методика исследований экранированными установками. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XXXVIII, 6, 1985, с. 71-76.

4. Способ гезэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР. 1179243, 1985, Б.И. 34.
5. Способ гезэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР. 1249607, 1986, Б.И. 29.
6. Способ измерения высших производных переходной характеристики вызванной поляризации. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XL, 1, 1987, с. 59-63.
7. Вращение направления возбуждаемого электрического поля многоэлектродной установкой. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XLI, 2, 1988, с. 56-63.
8. Способ интерпретации результатов измерений методами сопротивлений и вызванной поляризации. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XLI, 3, 1988, с. 46-55.
9. О системе параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XLI, 4, 1988, с. 58-64.
10. Изучение анизотропии электропроводности и поляризуемости пород с использованием различных систем возбуждения и регистрации электрических полей. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XLII, 2, 1989, с. 53-66.
11. Сопоставление различных параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости на примере двухмерной модели геоэлектрической среды. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, XLII, 5, 1989, с. 44-54.
12. Оценка амплитудных и временных параметров поляризуемости гетерогенных сред, содержащих сфероидальные включения. Известия АН Армении, Науки о Земле, XLV, 1, 1992, с. 33-47.
13. Особенности проявления амплитудных и временных электрических параметров многокомпонентной гетерогенной среды. Известия НАН РА, Науки о Земле, XLVI, 1, 1993, с. 62-66.
14. Исследование обобщенных амплитудных и временных электрических характеристик слоистого разреза. Известия НАН РА, Науки о Земле, XLVI, 3, 1993, с. 54-59.

Տպագրված է ՀՀ ԲՈՀ -ի պատվերով

Հանձնված է տպագրության 12.11.97թ. Պատվեր 140. Տպաքանակ 60.

Տպագրված է «Դավիթ» ֆիրմայի տպարանում:

1937