нгнимбритов Армянской ССР. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987. т. XL, № 2, с. 24-30.

- 11. Каралетян К. И. Остывшие единицы арагацкого типа. Изв АН АрыССР На уки о Земле, 1988, т. XLI, № 4. с. 43—49.
- 12. Комаров А. И Сковородким И. В., Кирилисям С. Г. Определение возраста пра родных стекол по трекам осколков деления урана. — Геохимия, 1972, № 6. с 693—698.
- 13. Лебедев П. И Вулкан Алагез и его лавы. Тр. СОПС, серия Закавказ., Л.: Изд. АН СССР и Упр. водн. хоз ва ССР Армении, 1931, вып. 3, 379 с.
- 14 Милимовский Е. Е. Горное поднятие восточней части Армянского пагорья В кн.: Геология Армянской ССР. т. І. Геоморфология Ереван: Изд АН Арм-ССР, 1962, с. 435—466.
- 15. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа, М.: Недра, 1968, 483 с.
- 16. Мкртчян К. А. К характеристике послевюрмских тектонических движений бассейна р Памбак. — В кн.: Вопросы геологии в гидрогеологии АрыССР. Ереван: Изд. АН АрыССР, 1956, с. 65—73.
- 17. Философов В П. Основы морфологического метеда поисков тектонических струтур. Саратов: Изд. Саратовского ун-та, 1975.
- 18. Ширинян К. Г., Асланян А. Т. Совершенная столбчатая отдельность в покровах вулканических туфов Армении в связи с их происхождением. — Сб. научи. тр. Ер[11]. Геология, № 13. вып. 3, 1956, 112д. ЕрГУ, с 19—32
- 19. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР. 1961, 160 с.

Известия АН Армении, Науки о Земле, XLV, № 1, 1992, 33—47. УДК: 550.837

А. К. МАТЕВОСЯН

ОЦЕНКА АМПЛИТУДНЫХ И ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕД. СОДЕРЖАЩИХ СФЕРОИДАЛЬНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ

Приведены выражения среднего удельного электрического сопротивления и средней поляризуемости двухкомпонентных гетерогенных сред, содержащих удлиненные и сжатые сфероидальные включения, при произвольном направления приложенного электрического поля. Задаваясь переходными характеристиками вызванной поляризации вмещающей среды и включений, получены временные параметры вторичного поля для макроизотропных и макроанизотропных сред. Рассмотрены зависимости амплитудных и временных параметров поляризуемости гетерогенной среды от поляризуемости, формы, ориентировки включений; соотношения удельных электрических сопротивлений вмещающей среды и включений; ваправления приложенного электрического поля. Установлена необходимость учета формы включений при определении их объемной концентрации в макроизотропной гетерогенной срезе по результатам наблюдений первичного и вто, ичного электрических полей.

Вопросам изучения электрических свойств (удельного электрического сопротивления и поляризуемости) гетерогенной среды посвящен большой ряд теоретических и экспериментальных исследований [1—5, 8—10]. В данной статье рассмотрен простой и достаточно точный способ расчета амплитудных и временных параметров двухкомпонентной гетерогенной среды. содержашей однотипные (одинаковые по форме, размерам, амплитудным и временным электрическим параметрам) сфероидальные включения. Известно, что среднее удельное электрическое сопротивление макроизотропной среды, содержащей равномерно размещенные сфераческие включения, определяется по формуле [1]:

$$p = \frac{1+2p-(1-p)\xi}{1+2p+|2(1-p)\xi} p_1.$$
(1)

г с р=узр; у и у – удельное энектрическое сопротивление вмещаю щей среды и включений, соответственно; §—объемная концентрация включений. Это выражение для сферических включений может быть получено как частный случай при решении более общей задачи о сфероидальных включениях Выбор включений в форме сферондов представляет особый интерес, поскольку дает возможность путем измечения отношения полуосей включений перейти к изучению электрических параметров гетерогенных сред, содержащих включения различной формы (пластинчатые, игольчатые и др.). Наряду с этим, решение задачи со сфероидальными включения приводит к интеросным выводам, необходимым при истолковании экспериментального материала.

С этой целью путем проведения аналогичных рассуждений и математических расчетов, проводимых при решении задачи со сферическими включениями [1, 9, 10], вычислим среднее удельное электрическое сопротивление макроанизогропной среды, содержащей одинаково ориентированные сфероидальные включения, с использованием электрического коэффициента формы для сфероидов [4]. Тогда, среднее удельное электрическое сопротивление такой среды вдоль и поперек оси вращения сфероидов имеет вид

$$G + p - G(1 - p)$$

$$G = \frac{1}{G + p + (1 - p)};$$
(2)

где G-электрический коэффициент формы вдоль (G₂) или поперек (G_x) оси врашения сфероидов. В частности, для сферы G - 0,5, что подставляя в выражение (2), получим (1).

Определение среднего удельного электрического сопротивления среды со сфероидальными включениями при произвольном направлении приложенного поля выполняют различными способами [2, 8— 10], которые сложны, связаны с определенными техническими трудпостями, а в ряде случаев значительно приближенны (ввиду упрощающих расчеты допущений). Для решения гоставлениой задачи в данной статье предлагается ввести понятие фиктивного параметра—эффективного электрического коэффициента формы (), который соответствует электрическому коэффициента формы () заполняющих среду таких включений, которые при ориентировке по направлению возбуждаемого поля создают такое же аномальное поле, что и исходная (рассматриваемая) среда. Тогда величину (), можно определить из квадратного уравнения

$$G_{2}^{2}(1-Q) + C_{2}(1-2Qp) - p^{2}Q = 0,$$
 (3)

при котором величина G. принимает промежуточное значение между Gz и Gz.

9Д7

34

$$Q = \frac{G_z(G_z+1)}{(G_z+p)^2} \cos^2 \gamma + \frac{G_x(G_x+1)}{(G_x+p)^2} \sin^2 \gamma;$$

ү-угол между направлением приложенного поля и осью вращения сферондов.

Как следует из уравнения (3), эффективный электрический коэффициент формы зависит не только от формы сфероидов и направления приложенного поля, но и от соотношения удельных электрических сопротивлений включений и вмещающей среды. При $\gamma = 0^{\circ}$, независимо от величины $p, G, -G_z$, а при $\gamma = 90^\circ - G = G_1$, что удовлетворяет исходному требованию.

Подставляя вычисленное по уравнению (3) значение G в выражение (2) вместо G, получим формулу среднего удельного электрического сопротивления для рассматриваемой среды при произвольном направлении приложенного электрического поля

$$=\frac{G_{1}+p-G(1-p)\xi}{G_{2}+p+(1-p)\xi}$$
 (4)

Среднее удельное электрическое сопротивление макроизотропной гетерогенной среды с достаточно равномерным распределением сфероидальных включений всевозможной ориентировки вычисляется путем последовательного наложения анизотропных агрегатов с различной ориентировкой включений [9, 10]

$$p = \frac{3p_z p_x}{p_x + 2p_z},$$
 (5)

где и — среднее удельное электрическое сопротивление среды, содержащей одинаково ориентированные сферондальные включения, при направлении приложенного электрического поля вдоль и поперек оси вращения сферондов- определяемые по формуле (2).

В случае поляризующихся включений и вмещающей среды, выражения среднего удельного электрического сопротивления в момент

времени 7 после включения импульса постоянного тока можно определить известным способом, используемым при объемной поляризации среды [4]: $\rho^*(T) = \rho/[1 - \gamma_i(T)]$, что в приведенных формулах применяется для следующих параметров — $\rho_1^*(T) = \rho_1/[1 - \gamma_i(T)]$,

$$[T] = \rho_2 [1 - \gamma_2(T)], \qquad [T] = \rho_2 [1 - \gamma_1(T)],$$

 $r_{x}(T) = \rho_{x}/|1 - r_{x}(T)|$, rac $r_{1}(T) = r_{1}F_{1}(T)$, $r_{2}(T) = r_{2}F_{2}(T)$.

 $r_1(T) = r_{it} r_{it}(T),$ $(T) = r_{it}(T) - 3 dech через <math>\eta_1$, $it = r_1(T),$ $F_2(T),$ $(T), r_x(T)$ обозначены значения предельн и поляризуемости (т. е. при $7 \to \infty$) и переходной характеристики вызванной поляризации для соответствующих сред. В приведенных выражениях переходные характеристики можно задавать как теоретическими зависимостями (в частности, аппроксимируя их логарифмической функцией или интегралом вероятности), так и эксперименталь ными кривыми [3-5, 8, 11].

Среднюю поляризуемость гетерогенной среды в момент Т можно охарактеризовать выражением

$$\eta(T) = \frac{\rho^{*}(T) - \rho}{\rho^{*}(T)}, \qquad (6)$$

а ее переходную характеристику ВП определить из соотношения

$$F_{n}T_{n} = \tau_{n}(T)/\tau_{n-1}$$
(7)

35

где η. — предельная средняя полярнзуемость исследуемой среды. С другой стороны, средняя поляризуемость среды с электронопроводящими включениями с учетом поляризуемости вмещающей среды можно представить через коэффициент пропюрциональности β [4] следующим образом:

Значения параметров, характеризувших гетерогенные поляризующиеся среды

Гетеро- генная среда	Форма включении	Огноше- ние осей вклкие- иий, м	Польрн- зуемость включе- ний, 12	Макросколиче проявление ср	ское Ское	- P	4z P.r	7	12	
1 1' 2a	сфера сфера улянненный сфероид	1 1 5	0.50 0.99 0.50	н котрояное изотропное анизотропное		0.7562 0.7562	0.3763	0.0176 0.2506	0,0985	0.0869 3.1865 0.983
26	сжатый сфероид	5	0.50	анизогропное			0.8131 0.8727		0.0142	0.0523
2'a	уд імненный сфероид	5	0,99	анизотропное			0.5503		0,0439	0.35 (
2'6	сжатын сфероид	5	0,99	анизотропное			0.8131		0.1942	2.2736
3a 36 3'a 3'6	удянненный сферонд сжатый сфероид удлиненный сфероид сжатый сфероид	5 5 5 5	0.50 0.50 0,99 0,99	изотропное изотропное изотропное изогропное		0,5863 0,6276 0,5863 0,6276	0.0303	0,0580 0,0362 0,41%0 0.3780	0,4546	8.0.384 0.51'1 0. 800 6.9493 5.8490

Тадлица 1



$$\beta(T) = \frac{\gamma_i(T) - \gamma_{i1}(T)(1-z)}{|\gamma_{i1}(T)(1-z) - \gamma_i(T) + 1|z}$$
(5)

гле (Т) определяется по выражению (6).

Таким образом, по выражениям (2), (4—8) можно определить параметры среднего удельного электрического сопротивления и среднен поляризуемости (включая как амплитудные, так и временные параметры) гетерогенной среды с одинаковыми сфероидальными включениями.

Рассмотрим макроскопические особенности нескольких голяризующихся сред, содержащих равномерно размещенные хорошо проводящие и поляризующиеся включения с нараметрами p = 0.01, $\xi = 0.10$, $\eta_1 = 0.01$ (табл. 1).

Среды 1, 1' содержат сферические включения; 2a, 26, 2'a, 2'болннаково орнентированные сфероилальные включения; 3a, 36, 3'э, 3'б-сфероидальные включения всевозможной равномерной орнентировки.

При расчетах временных параметров вторичного поля переходные характеристики вмещающей среды *F*₁(*T*) и включений *F*₁(*T*) задавались в виде логарифмической зависимости [4]:

$$F(T) = \frac{1}{2\ln B} \ln \frac{1 + \frac{T}{T_0}B}{1 + \frac{T}{T_R}},$$

гле $B=\sqrt{g}h$; $T_0=\sqrt{k}h$ — абсцисса максимума производной переходной характеристики ВП; и h — временные постоянные вторичного поля. Расчеты временных параметров приведенных сред проведения при $T_{01}=1$, $T_{02}=64$, $B_1=B_2=\sqrt{1000}$. Такой подбор параметров сред продиктован необходимостью получения наиболее упрощенных зависимостей с целью оценки возможностей применяемых интерпретационных параметров при охарактеризовании реальных геологических сред методом ВП. Исходные переходные характеристики ВП вмещающей среды и включений и их первые и вторые производные по десятичному логарифму времени, используемые при расчетах времсиных параметров гетерогенных сред, представлены на рис. 1. Здесь



Рис. 1. Временные параметры вмещающей среды или включении при В 1 1000 (Т_в единицах Т₀). а-переходная характеристика ВП, б-производная переходной характеристики ВП. в-вторая производная переходной характеристики ВП.

37

-920

и ниже первые и вторые производные ПХ ВП вычислены путем численвого дифференцирования при постоянном коэффициенте времени, равном 2, что при необходимости позволит сопоставить их с результатами непосредственных экспериментальных исследований этих зависимостей при соответствующих временных режимах наблюдений [4, 6, 12].

На рис. 2 приведены зависимости отношения величин среднего удельного электрического сопротивления гетерогенной среды, состоящей из равномерно распределенных и одинаково ориентированных хорошо проводящих включений, вдоль и поперек оси вращения уд-



Рис 2 Зависимость отношения средних удельных электрических сопротивлений вдоль и поперек оси вращения сфероидов от формы включений при *р*=0.01. *а уд* инстиний сферочд. *о* сжатый сфероид. Штфр кривых—с.

линенных и сжатых сферондов 2-22 от величины соотношения осей сферондов п Стметим, что параметр для гетерогенной среды. содержащей сжатые сфероидальные включения, является коэффициентом анизотропии по удельному электрическому сопротивлению λ [1, 9], характеризующим макроскопические особенности одноосно анизотролной геологической среды, представленной чередованием слоев с различными значениями удельного электрического сопротивления (поскольку и — величины удельного электрического сопротивления вдоль и поперек простирания плоскости анизотропии (причем 91 < 92) при аппроксимировании макроанизотролной гетерогенной среды с одинаково ориентированными сжатыми сфероидальными включениями, которые соответствуют значениям (» и »»). В случае же акроанизотропной гетерогенной среды, представленной удлиненными сфероидальными включениями, имеет место соотношение рі> и при использовании вышеупомянутых исследований анизотропных сред необходимо внести соответствующие корректировки (в частности, в этом случае λ<1).

Несомненно, большой интерес представляет рассмотрение электрически, свойств среды при различно горнентировке приложенного электрического поля, что возможно с применением вышепредставленных математических выражений. Для наглядного отображения таких зависимостей предлагается использовать круговые диаграммы соответствующих параметров гетерогенной среды от направления приложенного электрического поля. Некоторые результаты расчетов электрических параметров выполнены по соответствующим формулам и представлены в табл. 1.

На рис. З изображены диаграммы р (в единицах р₁) для сред солержащих равномерно распределенные и одинаково ориентированные хорошо проводящие (рис. 3.1) и плохо проводящие (рис. 3.2)



Рис. 3 Диаграммы изменения среднего удельного электри кого сопротивления ρ (в единицах ρ_i) гетерогенных сред. содержашах одинаково ориентировальне однотипные сфероидальные вылочения (m = 5, $\xi = 0.10$), в эзвисимости от направления приложен ного электрического поля: 1 - crps $\mu = 0.01$, 2 - n; $\mu = 100$ Пунктыром показава облентировка рылозения. $\omega - \gamma_2$ линен или сферо $\overline{\omega} - c.жатый сферо$

сферондальные включения, по которым можно проследить изменение среднего удельного электрического сопротивления гетерогенной среды с изменением направления приложенного электрического поля. Приведенные диаграммы р наглядно свидетельствуют о том, что среднее удельное электрическое сопротивление среды влоль больно оси сфероидов меньше, чем поперек ей независимо от формы сферондов и величины соотношения удельных электрических сопротивлений вмещающей срелы и включений. Наря у с этим, нетрудно замениь. что наличие в сведе хорошо проводящих включении (вис. 34) вынутой формы (удлиненные, игольчатые) больше сказывается на величине среднего удельного электрического сопротивления, чем сжатой формы (пластинчатые, дискообразные), независимо от ориентировки включений относительно приложенного поля. В случае же плохо проводящих включении (рис. 3.2) прослеживается обратная закономорность а именно гри наличии в гетерогенной среде включения, имеющих дискообразную форму, среднее удельное электрическое сопротивление среды выше, чем для аналогичной (с одинаковыми

удельным электрическим сопротивлением и объемной концентрацией включений) среды, содержащей включения вытянутой формы. На основании приведенных выражении можно получить, по гетерогенная среда, содержащая одинаково ориентированные сжатые сфероидальные включения, с параметрами p = 0.01, = 5; 0.39, $\eta_1 = 0.005$ и $\eta_2 = 0.80$, обуславливает макроанизотропню среды по удельному электрическому сопротивлению ($\frac{2}{2}n/\frac{2}{2}t - 3$) и поляризуе-

мости ($\eta_{il} \approx 0.28 \eta_n \approx 0.04$), изучение особенностей проявления параметров кажущегося сопротивления и кажушенся поляризуемости, для которой, с использованием различных систем возбуждения электрического поля, представлено в [7].

На рис. 4 по оси отложены значения ρ_2 , от которой вверх и вниз заштрихованы интервалы, отличающиеся по характеру соотношения средней поляризуемости гетерогенной среды вдоль и поперек оси вращения сфероидов. Поясним рис. 4 на примере макроанизотроп-



Рис, 4. Схематическое определение соотношегия 7, и 7, при исследованиях гетерогенных сред, содержащих одинаково ориентированные однотипные сфероидальные включения (Q0-величина удельного электрического сопротивления включений,

прч которой $\eta_z = \eta_x$). Цифрами обозначены интервалы ρ_2 , в которых: $1 - \eta_z > \eta_x$ (для удлиненных сфероидов) или (для сжатых сфероидов), $2 - \eta_z < \eta_x$ (для удлиненных сфероидов), $2 - \eta_z < \eta_x$ (для сжатых сфероидов).

ных гетерогенных сред, содержащих одинаково ориентированные сжатые сфероидальные включения. Так, для среды 2'б (где $\rho_2 =$ 0,0101). средняя поляризуемость среды вдоль оси вращения одинаково ориентированных сжатых сфероидов меньше, чем поперек ей (1/2/1/2 = 0.298). Для другой среды, полученной в результате только изменения p2, величина рассматриваемого соотношения подвергается значительному изменению: при $\rho_2 = \rho_1$ (т. е. отсутствует дифференциация вмещающей среды и включений по удельному электрическому сопротивлению) — 1/2/1/2 = 2,541, и тем самым характер распределения средней поляризуемости среды меняется на противоположный. В случае же, когда ρ2=0,154ρ1, что соответствует величине ρο для рассматриваемой гетерогенной среды, несмотря на макроанизотропность среды по удельному электрическому сопротивлению (пара = 1,200) и существенную вытянутость включений (па = 5) при хорошей дифференциации вмещающей среды и включений по поляризуемости, рассматриваемая гетерогенная среда макроизотропна по поляризуемости и характеризуется величиной средней поляризуемо-

сти η=0,338.

Пря $\eta_1 = \eta_2$, независимо от соотношения $\rho_2/\rho_1 - \mu_2$ и равно поляризуемости среды, т. е. при отсутствии дифференциации вмещающей среды и включений по поляризузмости, контрастность включений от вмещающей среды по удельному электрическому сопротивлению не может повлиять на величину поляризуемости среды.

На приведенном примере ярко отражается определяющее влияние соотношения удельных электрических сопротивлений вмещающей среды и включений на величину средней поляризуемости, пречебрежение которым, при истолковании результатов измерений вторичного электрического поля может привести к сушественным погреш-юстям.

Теперь рассмотрим временные характеристики вызванной поля ризации двухкомпонентных гетерогенных сред. На рис. 5 представ лены зависимости (части диаграмм) средней поляризуемости п(7) для сред 2'а и 2'б. отличающихся по форме включений в различные моменты времени от направления приложенного поля. На основании приведенных зависимостей можно заключить, что максимальные зна-



1 / / / _____



Рис. 5. Зависимости средней поляризуемости (7) от направления приложенного поля в различные моменты времени для гетерогенных сред 2'а (а) и 2'б (б). Пунктиром показана ориентировка включений. Шифр кривых—п (при

 $T = 2^{n}$.

чения средней поляризуемости $\eta(T)$ рассматриваемых гетерогенных сред проявляются при ориентировке большой оси сфероидов вдоль приложенного поля, минимальные—поперек ему. Поляризуемость среды, содержащей удлиненные сфероиды, больше поляризуемости среды с теми же параметрами в случае сжатых сфероидов. Кроме этого, по приведенным зависимостям можно проследить изменение формы диаграмм с увеличением T.

Особый интерес представляет рассмотрение переходных хараттеристик вызванной поляризации макроанизотропных гетерогенных сред в зависимости от направления приложенного электрического поля. Переходные характеристики ВП, соответствующие рассматриваемым средам, существенно отличаются от заданных (исходных) F(T) и T и представлены в виде зависимостей I(T) от направления приложенного поля (рис. 6). Эти отличия более наглядно отображают кривые первой и второй производных ПХ ВП по деятичному логарифму времени (рис. 7). Так, при $\gamma = 45$ в среде 26 наблюдаются два максимума производной ПХ ВП сменой знака.



Рис. 6 Зависимости переходной характеристики F(T) от направления приложенного поля в различные моменты времени для следующих гетерогенных сред: a-2a. 6-26. a-2'a. a-2'6. Пучктыром показана орнентировка включений Шифр кривых—*п* (при $T = 2^{-7}$).

Как следует из представленного анализа амплитудных и временных параметров сред, содержащих одинаково ориентированные сфероидальные включения, поляризуемость, форма, ориентировка включений, а также направление приложенного поля могут существенно повлиять на характер интерпретируемых параметров, и отсутствие учета этого фактора может привести с значительным погрешностям лри истолковании результатов наблюдений.

Теперь рассмотрим электрические свойства гетерогенных сред, содержащих равномерно распределенные сфероидальные включения всевозможной ориентировки и обуславливающих макроизотропные свойства среды. Сопоставление результатов расчетов парамстров сред 1. 1' с 3а, 36, 3'а, 3'6 (табл. 1) позволяет заметить, что наибольшему изменению величии среднего удельного электрического сопротивления и средней поляризуемости по сравнению с величинами удельного электрического сопротивления и поляризуемости вмещающей сведы полвертается гетерогенная среда, содержашая хового провогящие и поляризующиеся удлиненные сфероидальные и голяризующиеся удельного всевозможной ориентировки, наименьшему—при сферической форме включений.

В результате расчетов электрических параметров сред 1. За, Зб для различных 7. получены временные характеристики ВП, представленные на рис. 8 Как следует из рисунка, максимумы производной ПХ ВП в случае сфероидальных (удлиненных и сжатых) включений наблюдаются на временах, значительно больших, чем в случае сфевически включений. Так, абсцисса максимума плоизровной ПХ ВП для сред За. Зб соответствует $T_{max} \approx 360$ т, в то время как для среды $1 - T_{max} \approx 6$ т.

Таким образом. при одинаковом объемном содержании поляризующихся включений всевозможной ориентировки наименьшими амп-

and the second sec



Рис. 7. Кривые первои (сплогиевя линия) и второй (лунктириая) производных переходной характеристики ВП по деситичному логарифму времени для различных направлений приложенного электряческого поль макроанизотропных гетерогенных сред 2a (a) и 26 (б).

Шифр кривых— т.

литудными и временными параметрами характеризуется та гетерогенная среда, форма включений в которой близка к сферической. Значения коэффициента пропорциональности β, показывающего зависимость поляризуемости среды от объемного содержания Включений, вычислены для рассматриваемых сред и представлены в таблице 1. Днаграммы β, построенные ог направления поиложенного эмектрического поля в гетерогенных средах 2a, 26, 2'a, 2'6 (рис. 9), имеют вытянутую форму и проявляются максимальными значениями при ориентировке электрического поля вдоль большой оси сфероидов. В случае макроизотропных сред (1, 1', 3a, 36, 3'a, 3'6) эти диаграммы имеют круглую форму и, в зависимости от характера гетерогенной среды, существенным образом меняются по величине β. Так, в случае макроизотропных сред, представленных сфероидальными включениями всевозможной равномерной ориентировки, величина β значительно больше, чем в случае среды, содержащей сферические



Рис 8 Кривые первой (сплошная линия) и второй (пулктирная) производных переходной характеристики ВП по десятичному лога рифму времени следующих макроизотропных гетерогенных сред. а—За 6—36 в--1.



Рис 9 Днаграмма ко ффициента 5 в зависимости от напразисния приложенного поля в гетерогенных средах: a-2'a. o-2'6, a-1' Пунктиром показана орнентировка включений.

включения. Для сред с менее поляризующимися включениями (при n₂=0.0) характер диаграмм не меняется, но существенным обгазом уменьшаются значения β.

Представленные значения β для гетерогенных сред, содержащих хорошо проводящие поляризующиеся включения (при ν. = 0,99) и относящихся к средам с электронопроводящими включениями, хороо согласуются с множеством известных лабораторных исследований.

Приведснизя методика расчета параметров гетерогенных срел. содержащих сфероидальные включения, позволяет оценить погрешность истолкования при определении объемной концентрации элек, тронопроводящих минералов, слагающих интересующий поляризующийся объект, в случае допущения, что форма включений—сферическая. Для этого воспользуемся обозначениями: —кажущаяся объская. Для этого воспользуемся обозначениями: —кажущаяся объсчат я концентрация, определяемая по величине среднего удельного электрического сопротивления р; -то же по величине средней поляризуемости п. В таблице 1 приведены значения

ные при аппроксимировании макроизотропных сред За, Зб и З'а, З'б соответственно средами I и I', которые свидетельствуют о том, что отсутствие учета формы включении при определении количества элекгропопроводящего минерала (компонента) в исследуемои поляризующейся среде, приводит к завышению фактической (истинной) ве личины концентрации включений

Институт геофизики и инженерной сейсмологии Академии наук Армении

Поступила 16.01.1990

Ա. Կ. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ

ՍՖԵՐՈԻԴԱԼ ՆԵՐՓԱԿՈՒՄՆԵՐ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ՏԱՐԱՍԵՌ ՄԻՋԱՎԱՅՐԵՐԻ ԲԵՎԵՌԱՏՄԱՆ ԱՄՊԼԻՏՈՒԴԱՅԻՆ ԵՎ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Ամփոփում

Հերված են միջին տեսակարար էլեկտրական դիմադրուիյան ու միջին րևեռացման արտահայտուիյունները երկբաղադրիչ տարասեռ միջավայրերի համար, որոնք պարունակում են ձգված ու սեղմված սֆերոիդալ ներփակումներ, էլեկտրական դաշտի կամայական ուղղության դեպքում։ Մաթեմատի-

կական հաշվարկների հիման վրա ստացված են միջին տեսակարար էլեկտրական դիմադրության մեծությունների Տարաբերությունների կախումը սֆերոիդների առանցքների հարաբերության մեծությունից տարասեռ միջավայրի Տամար, որը բաղկացած է Տավասարաչափ տարաբաշխված ու միանման ուղղված լավ հաղորդիչ հանդիսացող ներփակումներից։ նշվում է, որ տարասեռ միջավայրը, որը պարունակում է սեղմված սֆերոիդալ ներփակումներ, կարելի է համապատասխանեցնել միառանցը անհամասեռ երկրաբանական <u> միջավայրով, որը ներկայացված է տարբեր տեսակարար էլեկտրական դի</u> մադրություն ունեցող շերտերով։ Բերված տարասեռ միջավայրի միջին տեսակարար էլեկտրական դիմադրության դիազրամները վկայում են այն մասին, որ անկախ սֆերոիդների ձևից և պարունակող միջավայրի ու ներփակումների տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունների հարաբերության մեծությունից, միջավայրի միջին տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունը մեծ է այն դեպրում, երբ դալտն ուղղված է սֆերոիդների մեծ առանցքով։ Տարասեռ միջավայրերի բերված օրինակի վրա ցույց է տրված, որ պարու-Նակող միջավայրի ու Ներփակումների տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունների հարաբերության մեծությունն իր որոշիչ ազդեցությունն է թողնում միջավայրի միջին ըևևռացման վրա և այս հանգամանքի անտեսումը կարող է Տանգեցնել զգայի սխալների երկրորդական էլեկտրական դաշտի չափման արդյունքները մեկնաբանելիս։ Ներկայացված են տարբեր տարասեռ միջավայրերի միջին բևեռացման դիագրամները չափման որոշակի ժամանակա-Jhengulph համար, որոնք իրենց առավելագույն արժեքներն են ընդունում այն ղեպրում, երբ էլեկտրական ղաշան ուղղված է սֆերոիդների մեծ առանցթի ուղղությամբ, իսկ նվաղագույն՝ հրբ այն ուղղանայաց է այդ առանցթին։ Չգված սֆերոիդներ պարունակող տարասեռ միջավայրի միջին բևեռացումն րնդունում է ավելի մեծ արժեթներ, բան սեղմված սֆերոիդներ պարունակող նույնպիսի միջավայրինը։ Դրանից բացի, ցույց է տրված, Թե ինչպես, կախված ժամանակից, փոխվում է նաև այս ղիագրամների ձևը։ Տարասեռ միջավայրերի պարամետրերի որոշման առաջարկվող եղանակը թույլ է տալիս դնահատելու սխալի մեծությունը, որը տեղի է ունենում հան-45 քային միներալների քանակն ուսուննասիրվող միջավայրում որոշելու ժա វយបែយជួរ

A. K. MATEVOSIAN

THE HETEROGENEOUS MEDIA WITH SPHEROIDAL INCLUSIONS POLARIZABILITY AMPLITUDE AND TEMPORAL PARAMETERS EVALUATION

Abstract

The expressions of mean specific electrical resistance and mean polarizability are brought for two-component heterogeneous media, which contain elongated and compressed spheroidal inclusions, when an electrical field is arbitrarily directed. Assuming the media and inclusions induced polarization transitional parameters, the temporal parameters of a secondary field are obtained for macroisotropic and macroanisotropic in ha The heterogeneous medium polarizability amplitude and tempor. 1 par meters dependences on the inclusions polarizability, form and rier atton are considered. There are also considered the correlations of both medium and inclusions specific electrical resistances as well as the directionsol applicated electrical field. The necessity of taking into account the inclusions form during their volume concentration determination in the macroisotropic heterogeneous medium is established.

ЛИТЕТАТУРА

- 1. Бурсиан В. Р. Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразвед. ке. Л.: Недра ,1972, 368 с.
- 2. Геннадиник Б. И. Поляризованные эллиптические цилиндры в однородном стационарном электрическом поле. — Изз. ВУЗ, Геология и разведка, 1981, № 10, c. 89-94.
- З Кормильцев В. В. Переходные процессы при вызванной поляризации. М.: Наука, 1980, 112 с.
- 4. Комаров В. А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 c.
- 5. Комаров В. А., Сергеев С. П., Шубникова К. Г. О влиянии электрического сопротивления вмещающей среды на временные параметры вызванной поляризации электронных проводников. — В кн.: Методы разведочной геофизнки. Теория и практика интерпретации в рудной геофизике. Л.: НПО Рудноофязяка, 1981, с 28-41.
- 6. Матевосян А. К. Способ измерения высших проязводных переходной характеристики вызванной поляризации. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, XL, Nº 1, c. 59-63.
- 7. Матевосян А. К. Изучение анизотропин электропроводности и поляризуемости пород с использованием различных систем возбуждения и регистрации электрических полей. — Изв АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, № 2. с. 53-66.

46

8 Мезенцев А. Н. Становление и спад вызванной поляризации электронопроводящих включений эллипсоидальной формы. — Изв. ВУЗ, Геология и разведка, 1980, № 1, c. 117-121. 9. Овчинников И. К Теория поля. М.: Недра, 1979, 352 с. :

10. Семенов А. С. Влияние структуры на удельное сопротивление агрегатов. - В. ки: Матерча и ВСЕГЕН Гсофизика, 1948, Nº 12. с. 43-61. 11. Шаповалов О. М. Экспериментальное изучение переходных характеристик вызванной поляризации. — В кн.: Методика и техника разведки, 1972. № 81. с. 15—21.

12 Шаповалов О М., Черныш В. Ю., Кузьмичев В. В. Метод производной вызванной поляризации и его практическое применение. — В кн.: Методы разведоч ной геофизики, Л.: НПО «Геофизика», 1976, вып 26, с 86—95.

Пзвестня АН Армении, Пау и о Земле. XI.V. № 1, 1992, 17 55

УДК 550.347 097.23:552

Г. М. АВЧЯН

СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УПРУГИХ ВОЛН В АНИЗОТРОПНЫХ ПОРОДАХ

Согласно пространственно-направленной палеомагнитной аннзотропии пород в них им елея структурная споистость, которая и обусловливает аннаотронию Гео ретически рассчитана зависимость скорости распространения упругих воли в произ вольном направлении при наличии в породе «П» преград, представленных системой трещ.поватости, слоями с отличными от матричы характеристиками, зонами сжати и растяжения и т. д.

Преграды могут быть ориентнрованы в пространстве произвольно, характернзующнеся коэффициентом интенсивности преграды, азимутом простирания и наклонением.

Экспериментально подтверждена справедливость рекомендуемого уравнения, которов может быть применено для расчета скорости в различных средах с различными дефектамя.

В соответствии с пространственно-направленной палеомагнитной анизотропней пород [1, 2, 3] в последних существуют иссколько дов структурной слоистости. Термин «слоистость» в данном случае не является синонимом термина, обозначающего сложение пород из масс, различающихся по составу (текстурная слоистость). Здесь и далее под термином «слоистость» подразумевается определенная ориентировка частиц, направленное распределение напряжений и деформации, определенное расположение плоскости трещин в пространстве и т. д. Эта слоистость свойственна как осадочным, так и магматическим породам и не имеет поверхности раздела по параллельным направлениям, а также не проявляется в текстуре пород. При этом, как было показано [2, 3], каждый вид структурной слоистости имеет определенную ориентировку относительно направления древнего геомагнитного поля эпохи формирования пород.

Следовательно, исходя из определения структурнои палеомагнитной слоистости, каждая порода потенциально анизотропна, и хождения скорости распространения упругих воли в породах необходимо исходить из предположения, что в них уже имеются системы—преграды с определенной ориентировкой относительно направления распространения волны.

Предположим, что в изотропной, однородной среде время про хождечия волать со скоростью с в произвольном направлении в интервале / равно / Если по направлению распространения воли ны находится направленно-расположенная система-преграда (струк1

турная слоистость). то время распространения волны из-за преграды должно увеличиться или уменьшиться относительно на величину

(2)

47

ИЛН

 $z_1 = z_0'(1 \pm Jt_1t_0) = z_0'k$