

THE GEOLOGICAL STRUCTURES FORMATION MECHANISM THEORETICAL PRINCIPLES AND REGULARITIES OF THEIR TREND ORIGIN IN THE EARTH'S ELECTROMAGNETIC FIELDS

A b s t r a c t

Many problems of the geotectonical structures origin mechanism and their directed development as well as the principles of determining their age and formation sequence have no sufficient physical and mathematical substantiation yet. On the basis of the suggested electro-magnetic (quantum-cyclic) mechanism of rock destruction it is proved that the geotectonic structures mainly develop along the geomagnetic meridian. Formerly unknown interconnections between the mechanism of rock destruction and some geophysical parameters, various geological processes, as well as the variations of the magnetic fields in the Solar System and Galaxy are established.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бор О., Моттelson Б. Структура атомного ядра. т. 2. Деформация ядер. М.: Изд. Мир, 1977, 664 с.
2. Геокчакян М. Г. О постановке задачи при разрушении горных пород взрывом.—Научные сообщения Армнипроцветмета, вып. 1—2, Ереван: 1975, с. 8—10.
3. Геокчакян М. Г. О трансформациях волн при разрушении горных пород.—Научные сообщения Армнипроцветмета, вып. 1—2, Ереван: 1975, с. 10—12.
4. Геокчакян М. Г. Сущность квантовциклического механизма разрушения горных пород взрывом.—Научные сообщения Армнипроцветмета, вып. 3 (15), Ереван, 1975, с. 81—84.
5. Кэй Дж. и Лэби Т. Таблицы физических и химических постоянных. М.: Изд. физ.-мат. лит., 1962, 246 с.
6. Кухлинг Х. Справочник по физике. М.: Изд. Мир, 1985, 519 с.
7. Регель В. Р., Слуцкер А. И. Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974, 560 с.
8. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978, 390 с.
9. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. М.: Наука, 1968, 939 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 2, 56—63, 1988

УДК 550.837

А. К. МАТЕВОСЯН

ВРАЩЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВОЗБУЖДАЕМОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ МНОГОЭЛЕКТРОДНОЙ УСТАНОВКОЙ

В статье рассмотрена возможность вращения направления возбуждаемого электрического поля многоэлектродной системой питающих заземлений путем пропуска через них в среду тока заданной величины и заданного направления. Представлены измеряемые и определяемые параметры, характеризующие геоэлектрическую среду при исследованиях методами сопротивлений и вызванной поляризации многоэлектродной установкой с двумя взаимно перпендикулярными приемными линиями, и их взаимосвязь с параметрами простых установок, составляющих сложную. Предложен способ подбора токов при работах многоэлектродной установкой, состоящей из трех питающих заземлений с использованием одного источника тока, с целью возбуждения в исследуемом пункте наблюдений электрического поля требуемого направления.

В настоящее время большой интерес представляет изучение первичных и вторичных электрических полей при различных направле-

ниях возбуждаемого электрического поля, что способствует повышению эффективности электроразведочных методов. Для этой цели при исследованиях методом сопротивлений используются как различные системы питающих заземлений [1, 8, 9, 12], так и варьирование величинами токов в питающих заземлениях [1, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15]. При исследованиях методом ВП это отражено в работах [2, 4, 5, 6, 11]. Представляется важной разработкой таких многоэлектродных систем наблюдений, которые позволяют при наличии нескольких питающих заземлений возбудить в определенной области исследуемой среды электрическое поле заданной величины и необходимого направления.

Рассмотрим особенности поля двух точечных источников тока с различной величиной тока в питающих заземлениях, расположенных на поверхности однородного изотропного проводящего полупространства. Распределение поля вектора плотности тока зависит не только от величины соотношения токов в питающих заземлениях, но и от характера точечных источников тока (однополярные или разнополярные) [5]. В силу принципа суперпозиции параметров электрического поля вычислены и построены поля вектора плотности тока для двух различных случаев (рис. 1а,б). Вектор плотности тока в произвольной точке проводящего полупространства принадлежит полуплоскости, проходящей через эту точку и питающей заземление, и характеризуется направлением и величиной, зависящими от величины токов в питающих заземлениях. Варьированием величинами токов в питающих заземлениях в произвольной точке полупространства (кроме точек, лежащих на прямой, проходящей через питающие заземления) можно получить вектор плотности тока необходимого направления и заданной величины, т. е. производить вращение вектора в данной точке раз-

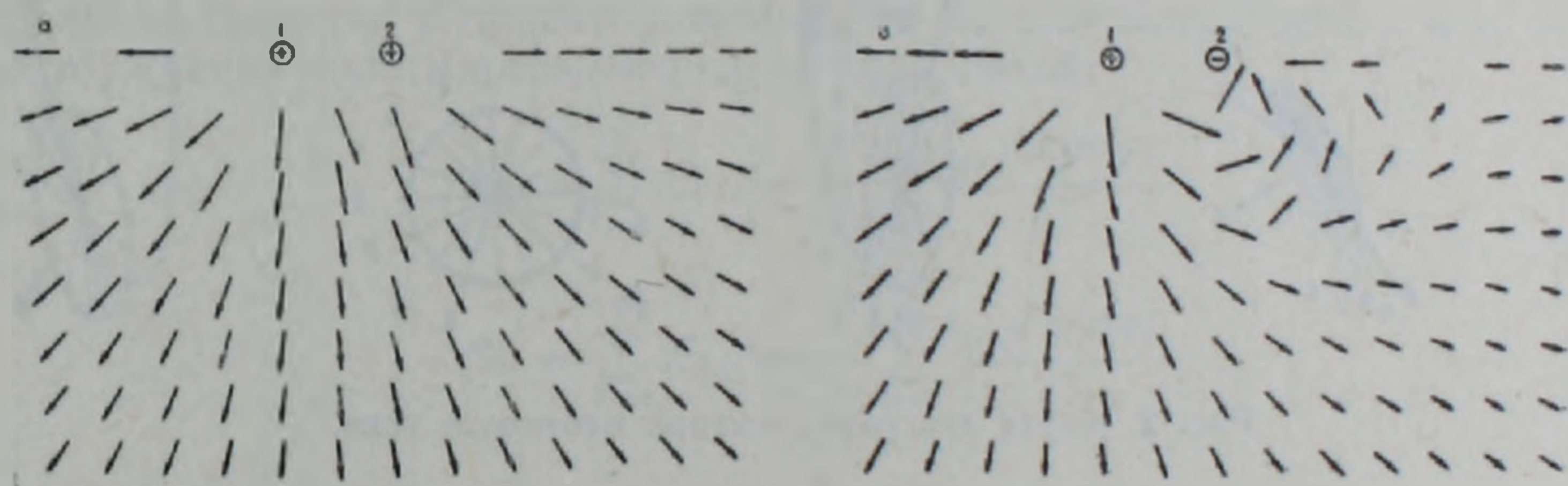


Рис. 1. Поле вектора плотности тока двух однополярных (а) и разнополярных (б) точечных источников тока

реза. Для точек, лежащих на прямой, проходящей через питающие заземления, независимо от соотношения токов в питающих заземлениях, ориентировка вектора плотности тока не меняется и совпадает с направлением вышеуказанной прямой.

На рис. 2 представлена карта значений вектора плотности тока при возбуждении электрического поля двумя точечными источниками тока, расположенными на поверхности проводящего однородного полупространства. Величины соотношения токов в питающих заземлениях подобраны таким образом, чтобы в некоторой точке Р вектор плотности тока имел бы определенную ориентацию и постоянную величину. Иными словами, в точке Р происходило равномерное вращение направления возбуждаемого электрического поля. На рис. 2 это изображено в виде круговой диаграммы. Представленные диаграммы для других точек полуплоскости нормированы по величине плотности тока в точке Р и имеют вытянутую или сжатую форму. Ввиду равноудаленности выбранной точки Р от источников тока 1 и 2, диаграммы вектора плотности тока симметричны относительно вертикальной оси. Рисунок наглядно иллюстрирует вращение направления

возбуждаемого поля (вектора плотности тока) в некоторой точке полупространства, которое приводит к вращению поля во всех других точках (кроме точек, лежащих на прямой, проходящей через питающие заземления), причем возбуждаемое поле в других точках не равномерно, т. е. имеет определенную ориентацию и различную величину, зависящие от координат P и рассматриваемой точки. Другими словами, вращение возбуждаемого поля в некоторой точке проводящего полупространства приводит к неидентичному вращению поля в других его точках. Это обстоятельство показывает на необходимость учета особенностей возбуждаемого поля при исследованиях различных реальных геоэлектрических сред.

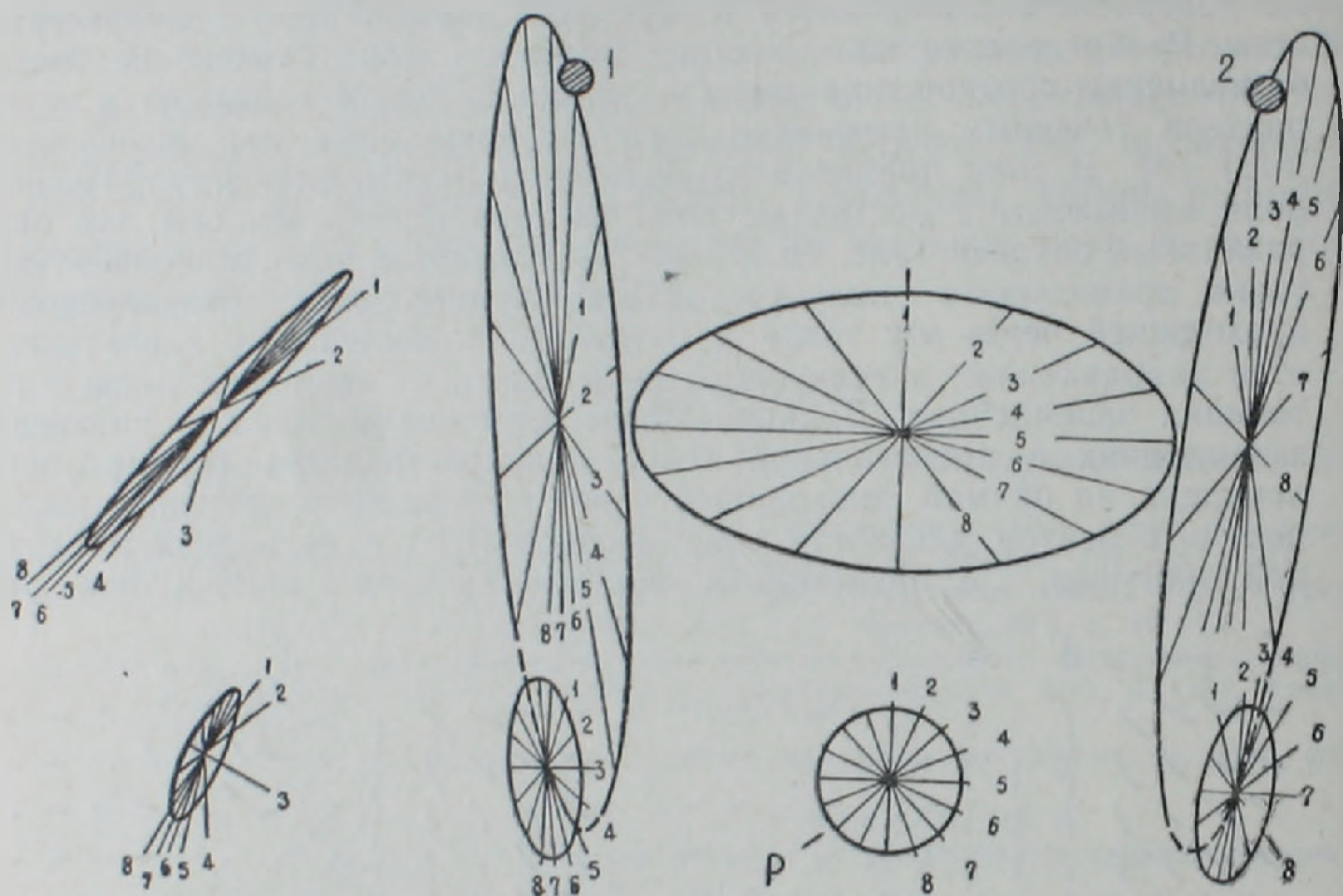


Рис. 2. Карта диаграмм вектора плотности тока.

Теперь рассмотрим общий случай многоэлектродной установки. Воспользуемся ортогональной системой координат XOY , совмещенной с дневной поверхностью. Величина вектора плотности тока j в центре приемных линий (диюлей), расположенных на поверхности однородного изотропного полупространства и ориентированных по направлениям осей x и y , при возбуждении электрического поля n питающими электродами, определяется по формуле

$$j = \frac{1}{2\pi} \left[\left(\sum_{i=1}^n \frac{I_i \cos \varphi_i}{r_i^2} \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n \frac{I_i \sin \varphi_i}{r_i^2} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad (1)$$

где I — величина силы тока, пропускаемого через соответствующее заземление; φ — угол между вектором плотности тока и осью x при возбуждении поля соответствующим питающим заземлением; r — расстояние от соответствующего питающего заземления до центра приемных линий (пункта наблюдений). Направление вектора плотности тока j вычисляется по формуле

$$\delta = \arctg(j_y/j_x) + \pi k, \quad (2)$$

где δ — угол между вектором плотности тока и осью x ; j_x и j_y — x - и y -составляющие плотности тока; $k=0$, при $j_x > 0$, и $k=1$, при $j_x < 0$.

Величина тока I берется со знаком плюс или минус в зависимости от направления тока в заземлении.

Потенциал первичного поля в произвольной точке на дневной поверхности при возбуждении поля многоэлектродной установкой, состоящей из n одновременно действующих точечных источников тока с различной величиной тока в питающих заземлениях, расположенных на поверхности неоднородного проводящего полупространства, равен [9]:

$$u_0 = \sum_{i=1}^n u_{0i} = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_{ki} I_i}{L_i},$$

где ρ_k — значение кажущегося сопротивления; L — расстояние от источника тока (питающего заземления) до точки наблюдений.

Потенциал вызванной поляризации для этой же установки в случае поляризующейся среды с учетом справедливости принципа суперпозиции и при линейности вторичных процессов, можно представить в виде

$$u_{\text{ВП}} = \sum_{i=1}^n u_{\text{ВПи}} = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\eta_{ki} \rho_{ki} I_i}{L_i},$$

здесь η_k — значение кажущейся поляризуемости, которое определяется как отношение поля ВП к первичному полю.

Запишем выражения составляющих напряженностей первичного (E_{0x} и E_{0y}) и вторичного ($E_{\text{ВП}x}$ и $E_{\text{ВП}y}$) полей в центре двух взаимно перпендикулярных приемных диполей, расположенных на поверхности полупространства и ориентированных по направлениям осей x и y , при возбуждении поля многоэлектродной установкой:

$$E_{0x} = \sum_{i=1}^n E_{0xi} = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_{kxi} I_i \cos \varphi_i}{r_i^2} \quad (3)$$

$$E_{0y} = \sum_{i=1}^n E_{0yi} = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_{kyi} I_i \sin \varphi_i}{r_i^2}$$

и

$$E_{\text{ВП}x} = \sum_{i=1}^n E_{\text{ВПи}x} = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\eta_{kxi} \rho_{kxi} I_i \cos \varphi_i}{r_i^2}, \quad (4)$$

$$E_{\text{ВП}y} = \sum_{i=1}^n E_{\text{ВПи}y} = \frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\eta_{kyi} \rho_{kyi} I_i \sin \varphi_i}{r_i^2}.$$

Здесь индексами x и y при ρ_k и η_k представлены параметры, характеризующие первичное и вторичное электрические поля, полученные при использовании приемных линий, ориентированных по направлениям осей x и y . С использованием выражений (3) и (4) определяются величины полных напряженностей первичного (E_0) и вторичного ($E_{\text{ВП}}$) полей и направления векторов $\vec{E}_0$ и $\vec{E}_{\text{ВП}}$. Поляризующее поле представляется как сумма первичного и вторичного полей.

В качестве интерпретируемых параметров при исследованиях многоэлектродной установкой могут быть использованы как значения кажущегося сопротивления (КС) и кажущейся поляризуемости (КП), определяемые при векторной съемке [3], так и их полные величины $\bar{\rho} = E_0/j$ и $\bar{\eta} = E_{\text{ВП}}/E_0$ [11], для каждого направления возбуждаемого электрического поля. При этом, изучение электропроводности сре-

$$i_B = \frac{I_B}{I_A} = \frac{\left(\frac{\cos\varphi_C}{r_C^2} - \frac{\cos\varphi_A}{r_A^2}\right)\sin\delta - \left(\frac{\sin\varphi_C}{r_C^2} - \frac{\sin\varphi_A}{r_A^2}\right)\cos\delta}{\left(\frac{\cos\varphi_B}{r_B^2} - \frac{\cos\varphi_C}{r_C^2}\right)\sin\delta - \left(\frac{\sin\varphi_B}{r_B^2} - \frac{\sin\varphi_C}{r_C^2}\right)\cos\delta},$$

$$i_C = \frac{I_C}{I_A} = \frac{\left(\frac{\cos\varphi_A}{r_A^2} - \frac{\cos\varphi_B}{r_B^2}\right)\sin\delta - \left(\frac{\sin\varphi_A}{r_A^2} - \frac{\sin\varphi_B}{r_B^2}\right)\cos\delta}{\left(\frac{\cos\varphi_B}{r_B^2} - \frac{\cos\varphi_C}{r_C^2}\right)\sin\delta - \left(\frac{\sin\varphi_B}{r_B^2} - \frac{\sin\varphi_C}{r_C^2}\right)\cos\delta} \quad (5)$$

Формулы (5) позволяют определить необходимые соотношения токов в питающих заземлениях с целью выполнения измерений первичного поля при ориентировке вектора плотности тока, находящегося в секторе I. Подобными же выражениями определяются величины соотношений токов для возбуждения поля с направлением, находящимся в секторах II или III. Для изменения направления вектора плотности тока на противоположный, достаточно изменить полярность тока во всех питающих заземлениях (в случае использования одного источника тока — переключить полярность источника тока).

Аналогичными рассуждениями можно получить величины соотношений токов в питающих заземлениях для измерений вторичного поля при заданной ориентировке первичного поля. Так, при попарном подключении источника тока к питающим заземлениям, направления векторов напряженности первичного поля также делят плоскость в точке наблюдений на шесть секторов, обозначенных на рис. 3б через I*a, I*б, II*a, II*б, III*a, III*б. По этой схеме определяют вариант подключения источника тока к питающим заземлениям, с целью возбуждения первичного электрического поля необходимого направления в пункте наблюдений. В частности, для получения $\vec{E}_0$ с направлением δ_0 , находящемся в секторе I*, между $\vec{E}_{0AB}$ и $\vec{E}_{0AC}$, питающий электрод A подсоединяется к одному полюсу источника тока, а электроды B и C — к другому. При этом соотношения токов в питающих заземлениях определяются по формулам:

$$i_B^* = \frac{E_{0yAC} \cdot \cos\delta_0 - E_{0xAC} \cdot \sin\delta_0}{E_{0xBC} \cdot \sin\delta_0 - E_{0yBC} \cos\delta_0},$$

$$i_C^* = \frac{E_{0xAB} \cdot \sin\delta_0 - E_{0yAB} \cdot \cos\delta_0}{E_{0xBC} \cdot \sin\delta_0 - E_{0yBC} \cdot \cos\delta_0} \quad (6)$$

В случае отсутствия дифференциации среды по удельному электрическому сопротивлению направления векторов напряженности первичного поля и плотности тока совпадают и подбор токов можно производить по формулам (5). В реальных условиях, неоднородность среды по удельному электрическому сопротивлению влияет на характер первичного поля и при измерении вторичного электрического поля, подбирая соотношения токов по формулам (6), производится учет этого фактора.

Для осуществления измерений с использованием трех питающих электродов, при одновременном пропускании тока через них, применяется известный способ подключения питающих заземлений к источнику тока [1]. Вращающееся поле можно создать и двумя автономными источниками тока [7]. Измерения первичного и вторичного электрических полей выполняются одновременно двумя каналами измери-

тельной аппаратуры с использованием двух взаимно перпендикулярных приемных линий при различных направлениях возбуждаемого поля в пункте наблюдений.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук АрмССР

Поступила 14.IV.1987.

Ա. Կ. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ

ՊՏՏՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԳՐԳՌՈՒՄԸ ԲԱԶՄԷԼԵԿՏՐՈՒ ՏԵՂԱԿԱՅԱՆՔԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում է գրգռող էլեկտրական դաշտի պատման հնարավորությունը սնուցող հողակցումների բաղմէլեկտրոդ համակարգի միջոցով՝ հողակցումներով միջավայրը տրված մեծության և ուղղության հոսանքներով սնելու դեպքում: Մանրակրկիտ ուսումնասիրված են երկու կետային հոսանքի աղբյուրների դաշտի առանձնահատկությունները հոսանքի տարրեր մեծություններով սնուցող հողակցումներում, որոնք տեղադրված են համասեռ հաղորդիչ կիսատարածության մակերևույթի վրա: Ցույց է տրված, որ հոսանքի խտության վեկտորի դաշտի բաշխումը կախված է ոչ միայն հոսանքների հարաբերության մեծությունից, այլ նաև կետային հոսանքի աղբյուրի բնույթից: Կիրառելով էլեկտրական դաշտի պարամետրերի վրադրման եղանակը, հաշվված և կառուցված են հոսանքի խտության վեկտորը հաղորդիչ կիսատարածության կամայական կետում պատկանում է այն կիսահարթությանը, որն անցնում է այդ կետով և սնուցող հողակցումներով և բնութագրվում է ուղղությամբ ու մեծությամբ, որոնք կախված են սնուցող հողակցումներով անցնող հոսանքների մեծությունից: Հետևաբար, փոփոխելով հոսանքների մեծությունը սնուցող հողակցումներում, կարելի է կամայական կետում ստանալ տրված ուղղությամբ ու մեծությամբ հոսանքի խտության վեկտոր՝ այսինքն կատարել վեկտորի պտտում տվյալ կետում: Ցույց է տրված, թե ինչպես գրգռող դաշտի ուղղության պտտումը որևէ կետում հանգեցնում է ոչ միանման դաշտի պատմանը նրա այլ կետերում: Այս հանգամանքը ցույց է տալիս գրգռող դաշտի առանձնահատկությունները հաշվի առնելու անհրաժեշտությունը տարրեր բնական երկրաէլեկտրական միջավայրեր ուսումնասիրելիս:

Ներկայացված են այն շափվող և ոբոշվող պարամետրերը, որոնք բնութագրում են երկրաբանական միջավայրը բաղմէլեկտրոդ տեղակայանքներով դիմադրության և հարուցված բևեռացման մեթոդներով ուսումնասիրություններ կատարելիս երկու փոխուղղահայաց ընդունող գծերի միջոցով և նրանց փոխկապակցությունը պարզ տեղակայանքների պարամետրերով:

Առաջարկված է հոսանքների ընտրության եղանակ երեք սնող հողակցումներից կաղմված բաղմէլեկտրոդ տեղակայանքներով աշխատելիս: Այն թույլ է տալիս, օգտագործելով մեկ հոսանքի աղբյուր, հետադուրովող դիտարկման կետում ստեղծելու պահանջվող ուղղության էլեկտրական դաշտ: Պտտվող դաշտ կարելի է ստանալ նաև երկու անկախ հոսանքի աղբյուրներով: Առաջնային և երկրորդային էլեկտրական դաշտերի շափումը կատարվում է դիտման կետում միաժամանակ երկու փոխուղղահայաց ընդունող գծերի միջոցով գրգռող դաշտի տարրեր ուղղությունների պայմաններում:

THE STIMULATED ELECTRICAL FIELD DIRECTION ROTATION BY A MULTIELECTRODE ARRAY

A b s t r a c t

The possibility of a stimulated electrical field direction rotation by a multielectrode system of feeding groundings by means of currents of given quantity and given direction is considered in this paper. The measured and determined parameters are presented, which characterize the geoelectrical medium during investigations by resistivity and stimulated polarization methods application by means of a multielectrode array with two mutually perpendicular receiving lines and their interrelation with the simple arrays parameters, which form a complex one. It is suggested a method of currents selection during investigations by a multielectrode array, consisting of three feeding groundings using a single current source in order to stimulate an electrical field of required direction in the investigated point of observation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блох И. М. Электропрофилирование методом сопротивлений. М.: Недра, 1971. 216 с.
2. Елисеев А. А., Каменский В. П., Сомов Г. М. Способы получения тензоров кажущихся сопротивления и поляризуемости при полевых наблюдениях.—Методы рудной геофизики. Использование электрических методов для геологического картирования при поисках месторождений полезных ископаемых. Л.: НПО «Рудгеофизика», 1980, с. 75—85.
3. Комаров В. А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980. 391 с.
4. Комаров В. А., Хлопонина Л. С., Рокитянский А. И. О перспективах интегрального способа интерпретации данных метода вызванной поляризации.—Методы разведочной геофизики. Наземные варианты электроразведки импульсными полями при поисках рудных месторождений. Л.: НПО «Рудгеофизика», 1983, с. 12—26.
5. Матевосян А. К. О возможности применения трехэлектродной экранированной установки при исследованиях методами сопротивлений и вызванной поляризации.—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1983, т. XXXVI, № 1, с. 85—89.
6. Матевосян А. К. Способ геоэлектроразведки. Авт. свидетельство СССР № 1249607, 1986. Бюллетень изобретений № 29.
7. Рабинович Б. И., Кежутин Н. Г. Электрические зондирования методом вычитания полей.—Геология и геофизика, 1962, № 5, с. 107—119.
8. Сапужак Я. С. Высшие производные электрического потенциала в геофизической разведке. Киев: Наукова думка, 1967. 154 с.
9. Семенов А. С., Джавахишвили Л. Г. Поле E_R многоэлектродных установок в электроразведке постоянным током.—Вестник ЛГУ, 1979, № 6, с. 31—37.
10. Чантуришвили Л. С. Специальные задачи электроразведки при проектировании дорог. М.: Транспорт, 1983. 124 с.
11. Червяченко В. Р. Опыт использования пространственных измерений с целью повышения эффективности метода вызванной поляризации.—Разведочная геофизика. Экспресс-информация, ВНЭМС, 1986, вып. 3, с. 14—21.
12. Dolcyn D. Quadrupole-quadrupole arrays for direct current resistivity measurements-model studies.—Geophysics, 1976, v. 41, № 1, p. 79—95.
13. Jackson P. D. Focused electrical resistivity arrays: some theoretical and practical experiments.—Geophysical Prospecting, 1981, v. 29, № 4, p. 601—626.
14. Yadav G. S., Singh C. L. The linear quadrupole-dipole array in geoelectrical investigations.—Geophysics, 1983, v. 48, № 8, p. 1135—1139.
15. Zohdy A. A. R. A new method for differential resistivity founding.—Geophysics, 1969, v. 34, № 5, p. 924—943.