

В. Б. ГАМОЯН, А. В. ГЕВОРКЯН

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ РАЗВЕТВЛЕННОГО ПЛАСТООБРАЗНОГО РУДНОГО ТЕЛА

На основе теоретических и натурных исследований разработана геофизическая модель гальванического естественного электрического поля (ЕЭП) пластообразного разветвленного сульфидного рудного тела. Вычислены значения потенциала полей разработанной и базовой моделей и построены карты на вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению их простирания. Полученные карты сравнены с картой потенциала ЕЭП, составленной по данным натурно-модельных наблюдений выполненных авторами на горизонтах подземных выработок Зодского месторождения, пересекающих разветвленное рудное тело. В результате статистического сравнения данных доказано превосходство разработанной модели над базовой.

Сульфидные рудные тела часто разветвлены в ветвях. Разветвления пластообразных рудных тел бывают как по их простиранию, так и по падению. Как показывают результаты практических работ, аномалии (ЕЭП), связанные с разветвленными пластообразными рудными телами, значительно сложны, особенно в случае вертикального разветвления [1], чем аномалии, вызванные неразветвленными телами. Ввиду этого, для повышения точности интерпретации сложных аномалий имеет особую важность изучение пространственного распределения ЕЭП разветвленных пластообразных тел.

Рассмотрим распределение ЕЭП модели рудного тела, разветвленного по падению (рис. 1, в). При этом примем следующие условия: 1) линия разветвления рудного тела горизонтальная и проходит по границе зон окисления и восстановления; 2) основное рудное тело падает вертикально, ветви—под углами $90+\alpha$ и $90-\alpha$ (угол разветвления будет 2α); 3) размер рудного тела по простиранию—бесконечный, размер части основного рудного тела по падению, расположенной в зоне восстановления (мощность зоны восстановления) — h , размер ветвей по восстановлению— $h/3\cos\alpha$; 4) мощность рудного тела и его ветвей—бесконечно малая.

Для исследования распределения ЕЭП рассмотренных тел нами выполнены натурно-экспериментальные исследования на Зодском месторождении. Изучены изменения скачка потенциала по вертикальному направлению $\left(\frac{d}{dz}\Delta U\right)$ на границе разветвленных по восстанию сульфидных рудных тел. В результате статистического анализа полученных данных установлено, что

$$\frac{d}{dz}\Delta U = \begin{cases} \rho \cdot d_1(a_1 + \xi^2)^{-1/2} & \text{при } \xi > 0; \\ \rho \cdot d_2(a_2 + \xi^2)^{-1/2} & \text{при } \xi < 0, \end{cases} \quad (1)$$

где d_1 ; a_1 , и d_2 ; a_2 —постоянные, определяющиеся типом оруденения

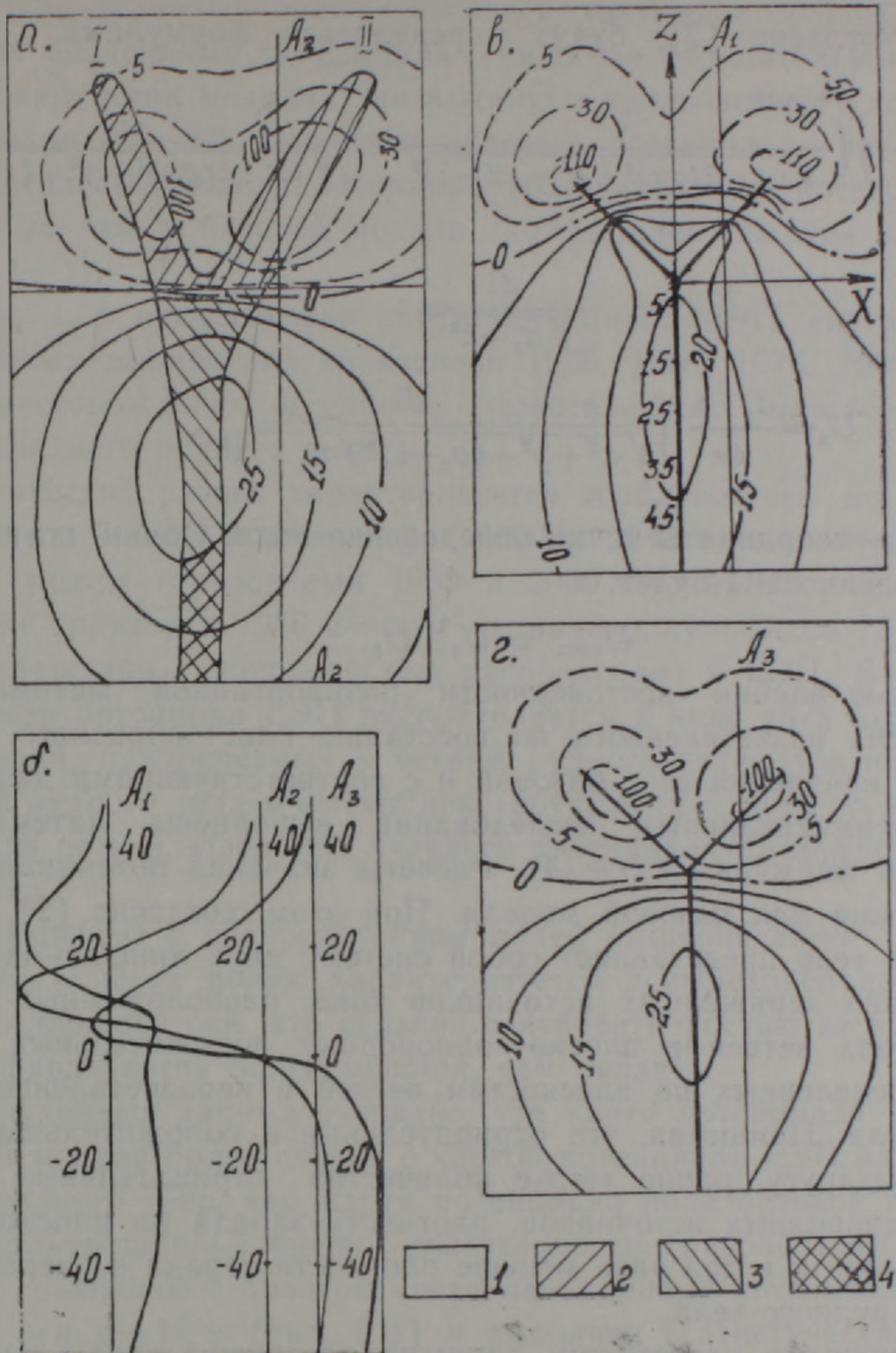


Рис. 1. Карты и кривые потенциала: а. Карта потенциала, снятая в горных выработках Зодского месторождения; б. Кривые потенциала по осям A_1-A_1 , A_2-A_2 , A_3-A_3 на рисунках в., а., и г. соответственно; в. Карта потенциала базовой модели; г. Карта потенциала разработанной модели. 1—габбро; 2—окисленные руды; 3—вторичные сульфиды; 4—первичные сульфиды.

месторождения, минералогическим составом руд и другими геологическими особенностями зон окисления и восстановления (для Зодского месторождения $d_1 = 5 \div 6,32$; $a_1 = 2,5 \div 3,1$; $d_2 = 2,9 \div 3,33$; $a_2 = 1 \div 1,6$); ξ —текущая координата на границе рудного тела по вертикальной оси ρ —удельное сопротивление среды.

Выберем прямоугольную систему координат с центром, совпадающим с линией разветвления. Оси направим: X —вкрест простирания рудного тела; Z —вертикально, снизу—вверх. Потенциалы ЕЭП за пределами рудного тела от ветвей, расположенных в зоне окисления—

U_1 и неразветвленной части его, расположенной в зоне восстановления— U_2 , согласно [2], будут определяться формулами:

$$U_1 = - \frac{d_1 \rho}{4\pi} \int_0^{\frac{h/3 \times \cos \alpha}{\sqrt{(x - \xi \operatorname{tg} \alpha)^2 + y^2 + (z - \xi)^2}}} + \frac{1}{\sqrt{(x + \xi \operatorname{tg} \alpha)^2 + y^2 + (z - \xi)^2}} d\xi \quad (2)$$

$$U_2 = \frac{d_2 \cdot \rho}{4\pi} \int_{-h}^0 \frac{d\xi}{\sqrt{x^2 + y^2 + (a_2 - \xi)^2} \sqrt{a_2 + z\xi}} \quad (3)$$

где x, y, z ,—координаты точки определения поля. Общий потенциал заданной модели ЕЭП будет:

$$U_{\text{общ.}} = U_1 + U_2.$$

С целью оценки достоверности разработанной математической модели ЕЭП разветвленного по восстанию пластообразного сульфидного тела, сравнения ее с базовой и с соответствующими данными натурно-экспериментальных исследований выполнены математические расчеты по формулам (2) ÷ (4). Расчеты значений потенциала выполнялись также для базовой модели. При этом, согласно [2], принято, что рудное тело представляет собой систему двух линейно-однородных отрицательно заряженных источников тока, расположенных на верхних границах ветвей и плоско—однородных положительных источников, распределенных по плоскостям ветвей и неразветвленной части рудного тела. Принимая, что отрицательные и положительные заряды равны друг-другу, равно также количество отрицательных зарядов линейно-однородных источников, плотность заряда на плоскостях ветвей одинакова и в два раза меньше плотности заряда на неразветвленной части рудного тела.

Полученными расчетными данными построены карты распределения потенциала полей от базовой (рис. 1, в) и разработанной нами (рис. 1, г) моделей разветвленных рудных тел.

Обе карты характеризуются отрицательными—приуроченными к верхней, и положительными—приуроченными к нижней частям моделей полюсами. Отрицательный полюс поля базовой модели представляет собой сумму полей двух точечных источников. Изолинии отрицательного потенциала, в силу влияния положительно заряженной нижней части рудного тела, вытянуты по осям, перпендикулярным направлениям падений ветвей модели. Коэффициент сжатия изолиний составляет 0,5 ÷ 0,7.

Изолиния нулевого потенциала проходит выше точки разветвления на 20 м. Изолинии положительного потенциала огибают нижние части ветвей и основную часть модели, имеют вертикальную вытянутость с коэффициентом сжатия 0,24—0,57. В верхней части, в районе ветвей, проявляются две локальные аномалии.

Поле разработанной модели значительно отличается от поля базовой модели. Отрицательный полюс поля здесь охватывает больше площади с меньшими значениями потенциала. Изолинии отрицательного потенциала огибают ветви модели. Они вытянуты вдоль ветвей с коэффициентами сжатия 0,5—0,8. Изолиния нулевого потенциала проходит по точке разветвления модели. Изолинии положительного потенциала более выпуклые, чем у базовой модели (коэффициент сжатия здесь составляет $0,4 \div 1$).

На рис. 1, а представлена карта потенциала ЕЭП, снятая в подземных горных выработках горизонтов 1925, 1950, 1975, 2000, 2040 м Зодского месторождения, в районе разветвленного пластообразного кварц-сульфидного рудного тела.

Геологический разрез характеризуется зональностью по степени окисления руд: между горизонтами 2000 и 2040 м выделяется зона окисления, между горизонтами 1950 и 2000 м—зона вторичных сульфидов, ниже горизонта 1950 м—зона первичных сульфидов [3].

В соответствии с зональностью распределено и ЕЭП. В верхней части разреза потенциал ЕЭП распределяется в виде двух отрицательных аномалий, приуроченных к ветвям рудного тела. Изолинии огибают ветви рудного тела и имеют некоторую вытянутость по направлению падения ветвей. Изолиния нулевого потенциала проходит по точке разветвления.

По сравнению с распределением полей вышеописанных моделей здесь отрицательный полюс характеризуется асимметрией по отношению к вертикальной оси, что связано с неидентичностью ветвей рудного тела (правая ветвь более мощная, чем левая).

Из полученных данных очевидно, что карта потенциала поля разработанной модели более сходна с картой потенциала ЕЭП разветвленного сульфидного тела, чем карта потенциала поля базовой модели.

Для количественной оценки достоверности разработанной нами модели по сравнению с базовой, составлены кривые потенциала по вертикальной оси $x=10$ м (рис. 1, б) и выполнен статистический анализ их сходства.

В результате количественного сравнения теоретических кривых полей базовой и разработанной моделей с кривой потенциала ЕЭП рудного тела установлено: среднее абсолютное отклонение значений потенциала поля базовой модели от значений потенциала ЕЭП разветвленного рудного тела составляет 4,92 мВ, разработанной модели—1,21 мВ. Относительное отклонение поля базовой модели от ЕЭП составляет 16,2%, разработанной модели—4,03%.

Таким образом разработанная нами модель примерно в 4 раза точнее, чем базовая. Это позволяет значительно повысить точность геологической интерпретации сложных аномалий потенциала ЕЭП, полученных в районе разветвленных рудных тел, расширить возможности метода ЕЭП при оценке размера сульфидных рудных тел по падению.

ՃՅՈՒՂԱՎՈՐՎԱԾ ՇԵՐՏԱԶԵՎ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՄԱՐՄՆԻ ԲՆԱԿԱՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բնության մեջ շերտաաձև սուլֆիդային հանքամարմինները հիմնականում ճյուղավորված են թևերը: Ինչպես ցույց են տալիս բնափորձարարական էլեկտրաշափական ուսումնասիրությունների արդյունքները, ճյուղավորված հանքամարմինների հետ կապված բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) անոմալիաները անհամեմատ բարդ են, քան ճյուղավորված մարմինների դաշտի անոմալիաները: Այդ իսկ պատճառով ԲԷԴ-ի բարդ անոմալիաների երկրաբանական մեկնաբանման եղանակ մշակելու համար կատարված են նպատակային բնափորձարարական և տեսական ուսումնասիրություններ:

Ճյուղավորված հանքային մարմնի կոնտակտում պոտենցիալի թռիչքի դիտարկումների արդյունքների վիճակագրական մշակման միջոցով ստացված է ըստ ուղղաձիգ առանցքի այդ թռիչքի փոփոխությունը արտահայտող բանաձև (1): Նշված բանաձևի օգնությամբ տեսական ուսումնասիրությունների ճանապարհով մշակվել է ճյուղավորված թիթեղաձև մարմնի ԲԷԴ-ի պոտենցիալի տարածական բաշխումը բնութագրող մաթեմատիկական մոդել (2)÷(4):

Մշակված մոդելի վստահելիությունը դնահատելու համար կատարված են դաշտի պոտենցիալ արժեքների թվային հաշվարկներ հանքամարմնի տարածման ուղղությանը ուղղահայաց ուղղաձիգ հարթության վրա: Հաշվարկները կատարված են գրականությունում հայտնի և մեր կողմից մշակված եղանակներով: Ստացված թվային տվյալների հիման վրա կազմված են պոտենցիալի բաշխման քարտեզներ (նկ. նկ. 1, 8 և 1, 2): Զոդի հանքավայրի ճյուղավորված հանքամարմինը հատող ստորգետնյա լեռնային փորվածքներում կատարվել են ԲԷԴ-ի պոտենցիալի փորձնամեթոդական դիտարկումներ և կազմվել է պոտենցիալի բաշխման քարտեզ ուղղաձիգ հատող հարթության վրա (նկ. 1, a): Ստացված նկարներից հետևում է, որ փորձարարական դիտարկումների արդյունքները առավել լավ են համընկնում մեր կողմից մշակված եղանակով հաշված տվյալներին:

Տեսական և բնափորձարարական եղանակներով ստացված տվյալների նմանության քանակական գնահատման համար բոլոր երեք քարտեզների վրա ընտրված են $A_1 - A_1, A_2 - A_2$ և $A_3 - A_3$ առանցքները: Այդ առանցքների վրա պոտենցիալների արժեքների վիճակագրական մշակման միջոցով կատարված է կորերի (նկ. 1, 6) քանակական համեմատում: Արդյունքում ստացված են հետևյալ տվյալները.

1. Տեսական հայտնի եղանակով հաշված և բնափորձարարական եղանակով դիտարկված տվյալների միջին քառակուսային բացարձակ շեղումը $\delta_1 = 4,92$ մՎ, միջին քառակուսային հարաբերական շեղումը՝ $\varepsilon_1 = 16,2\%$

2. Առաջարկված եղանակով հաշված և դիտարկված տվյալներով միջին քառակուսային բացարձակ շեղումը՝ $\delta_2 = 1,21$ մՎ, հարաբերական շեղումը՝ $\varepsilon_2 = 4,03\%$:

Ելնելով հողվածում ներկայացված արդյունքներից, կարելի է եզրակացնել, որ մեր կողմից առաջարկված եղանակը հնարավորություն է տալիս

ճշգրտել ճյուղավորված թիթեղաձև հանքային մարմինների ԲԷԴ-ի տարածական բաշխման առանձնահատկությունները և զգալիորեն բարձրացնում էլեկտրական դաշտի մեթոդով ստացված բարդ անոմալիաների երկրաբանական մեկնաբանման ճշգրտությունը:

V. B. GAMOYAN, A. V. GEVORKIAN

THE NATURAL ELECTRIC FIELD OF BRANCHED BED-LIKE ORE BODY

Abstract

A geophysical model for the galvanic natural electric field (NEF) of branched bed-like sulphidic ore body is developed by means of theoretical studies and field investigations. The values of the field potentials for the developed and basic models are calculated, and maps in vertical plane normal to their spreading are compiled. The resulting maps are compared to the map of NEF potential, which were compiled on the basis of field and simulation observations carried out by the authors in the horizons of underground heading in Zod deposit, which intersect the branched ore body.

The advantages of the developed model over the basic one are proved by the statistical comparison of the data.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамоян В. Б., Унисян Ф. С., Чилингарян А. З. Естественные электрические поля сульфидных месторождений Армянской ССР и их физико-геологические модели.—В кн.: Методика, техника и результаты геофизической разведки рудных месторождений. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986. с. 54—61.
2. Семенов А. С. Электроразведка методом естественного электрического поля. Л.: Недра, 1980, 445 с.
3. Матевосян С. М., Мадатян Э. М. Некоторые вопросы зоны окисления Зодского золоторудного месторождения.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1969, № 3, с. 62—68.