

## **ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ВЫСОКООМНОГО ПЛАСТООБРАЗНОГО ТЕЛА**

**© 2016 г. А.З. ЧИЛИНГАРЯН, К.А. КАРАПЕТЯН**

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА  
3115, Гюмри, ул. В.Саргсяна, 5, Республика Армения*

*[AvikCh1@vandex.ru](mailto:AvikCh1@vandex.ru)*

*Поступила в редакцию 19.05.2016г.*

Работа посвящена изучению возможностей метода блуждающих токов (БТ) при наличии высокоомного пластообразного тела конечных размеров. Лабораторно-модельные исследования проводились в электролитическом баке; моделью источника БТ служил простой "линейно-двухполюсный" источник. В результате получены кривые и составлены карты, изображающие распределение потенциала и градиента потенциала поля БТ при наличии высокоомного пластообразного тела ограниченных размеров.

Известные в литературе исследования по методу блуждающих токов (БТ) в основном относятся к хорошо проводящим геологическим объектам (рудные тела, рудоконтролирующие тектонические структуры и др.), и не рассматривались возможности данного метода при поисках и разведке высокоомных тел, какими являются кварцевые жилы, дайки и др. (Бадалян и др., 1987; Гамоян, 1986; Матевосян, 2004).

Представленная работа посвящена изучению возможностей метода БТ при наличии высокоомного пластообразного тела конечных размеров.

С этой целью проводились лабораторно-модельные исследования в электролитическом баке, заполненном водой с  $\rho = 50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Моделью источника БТ служил простой "линейно-двухполюсный" источник (ЛДИ) в качестве электротехнического подобия узкоколейных электрофицированных железных дорог в подземных горных выработках (Гамоян и др., 1978). Она представляет собой электрическую цепь последовательно соединенных омических сопротивлений, питающаяся от источника постоянного тока и находящаяся в контакте с водой в электролитической ванне. В качестве модели пластообразного тела конечных размеров служили пластинки из винипласта толщиной 0.5 см и  $\rho = 10^{14} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

Размеры модели выбирались по простиранию L- 4, 8, 14, 20см, по падению H=20см и наоборот. Модель прямого ЛДИ, с межполюсным расстоянием ( $l$ ) -35см располагалась параллельно профилям наблюдения на разных глубинах ( $h$ ) от поверхности воды и на разных расстояниях ( $r$ ) по отношению к модели высокоомного тела. Наблюдения проводились на поверхности воды по осям X, Y с началом координат в центре ЛДИ шагом 1см. Измерялись потенциал и градиент потенциала соответственно

в  $\frac{\text{мВ}}{\text{мА}}$  и  $\frac{\text{мВ}}{\text{мА}} \cdot \frac{1}{\text{см}}$  единицах измерения (Чилингарян и др., 2015).

В результате получены карты и кривые, изображающие распределение потенциала и градиента потенциала поля БТ при стационарном положении источника поля. Изучена зависимость амплитуды аномалии  $\Delta U$  (А) и оценена возможность метода БТ при выявлении высокоомного пласта в зависимости от параметров модели и схем моделирования. На рис.1 представлены результаты лабораторных работ при симметрично расположенном ЛДИ и модели пласта к центру осей X, Y; при параметрах модели

$$L = H = 20\text{см}; r = 4\text{см}; h' = 11\text{см}; h = 0,$$

где  $h$  – глубина залегания верхней кромки пласта. Верхняя кромка модели высокоомного пласта находится на поверхности воды ( $h = 0$ ).

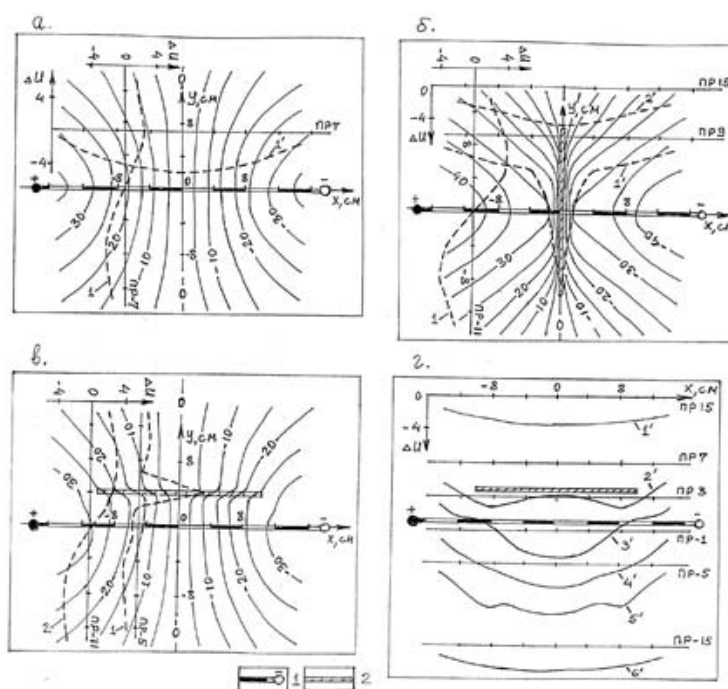


Рис.1. Результаты лабораторных работ:

а) карта потенциала поля БТ и кривые градиента потенциала по профилям  $X = -7\text{см}$  и  $Y = 7\text{см}$  (кривые 1 и 1' соответственно);

б) карта потенциала поля БТ при наличии перекрещенного высокоомного пласта и кривые градиента потенциала по профилям  $X = -11\text{см}$  и  $Y = 9; 15\text{см}$  (кривые 1 и 1', 2' соответственно);

в) карта потенциала поля БТ при наличии параллельного высокоомного пласта и кривые градиента потенциала по профилям  $X = -5; -11\text{см}$  (кривые 1, 2 соответственно);

г) кривые градиента потенциала по профилям  $X = 15; 7; 3; -1; -5; -15\text{см}$  (кривые 1', 2', 3', 4', 5', 6' соответственно), при наличии параллельного высокоомного пласта;

1-отрезок ЛДИ;

2-модель высокоомного пласта.

Изопотенциальная карта поля БТ в однородной среде и кривые  $\Delta U$  по профилям  $X = -7\text{см}$  и  $Y = 7\text{см}$  показаны на рис. 1а.

Поле характеризуется симметрией по отношению к осям наблюдения. Вдоль источника, между его полюсами, градиент потенциала почти постоянный (кривая 1'), а по оси  $Y$  кривая  $\Delta U$  имеет симметричную форму относительно ЛДИ и характеризуется двумя экстремумами (максимум и минимум) (кривая 1). При наличии перекрещенного с ЛДИ высокоомного пласта (рис.1б) наблюдается сгущение эквипотенциальных линий в обе стороны пласта ввиду его экранного влияния.

На кривой  $\Delta U$  пласт выделяется минимумом (кривая 1') и с увеличением параметра  $Y$  кривая  $\Delta U$  становится пологой (кривая 2'); при  $Y > 22,75 \cdot L_1$  экстремум  $\Delta U$  не выделяется (рис. 2а). На кривой 1 наблюдается смещение экстремальных точек по отношению от их нормального положения (рис.1б, кривая 1). Расстояние между экстремумами находится в прямой зависимости от  $L$ , обратной от параметра  $X$  и всегда меньше  $L$ .

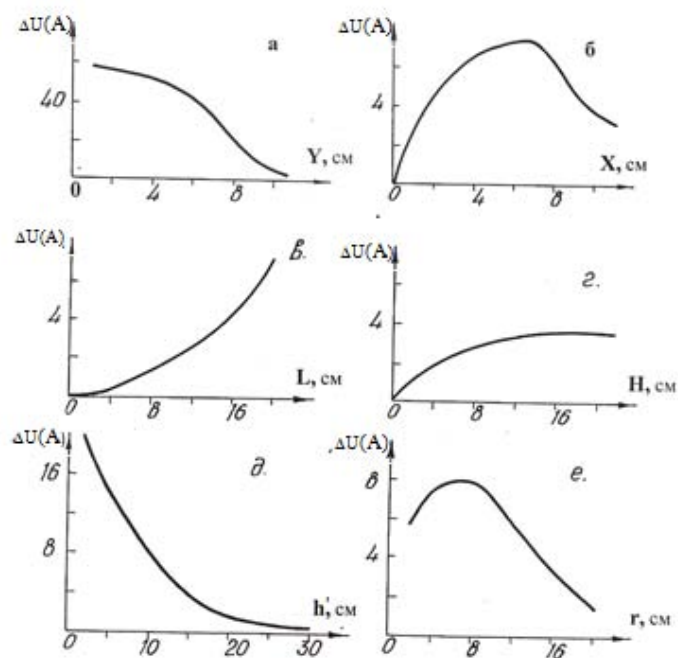


Рис. 2. Кривые зависимости  $\Delta U(\text{A})$  от параметров  $Y$  (а);  $X$  (б);  $L$  (в);  $H$  (г);  $h'$  (д);  $r$  (е).

При значениях  $X > 24,5 \cdot L_1$  влияние пласта на кривую  $\Delta U$  не наблюдается. При наличии параллельного по отношению ЛДИ высокоомного пласта (рис.1в) наблюдается асимметрия поля по отношению к пласту, а по оси  $Y$  симметрична.

Ввиду того, что пласт представляет из себя экран, изопотенциальные линии по оси  $X$  сгущаются в сторону источника.

Ветви кривых  $\Delta U$  по профилям, проходящим в крест простирания пласта (кривая 1), становятся асимметричными и над пластом наблюдается максимум  $\Delta U$ . С удалением профиля наблюдений от центра пласта амплитуда аномалии  $\Delta U$  увеличивается и при значениях  $X > 12,25 \cdot L/l$  начинается спад (рис. 2б). При  $X > 19,25 \cdot L/l$  максимум кривой  $\Delta U$  не выделяется (кривая 2).

При профилях наблюдения, проходящих параллельно простиранию пласта, кривые  $\Delta U$  характеризуются четко выделенными двумя минимумами над гранями пласта (рис. 1г, кривые 2' и 5') и впадинами на кривых, полученных по профилю, проходящему между пластом и ЛДИ (кривая 3'). С приближением профиля наблюдения к источнику БТ грани пласта на кривой  $\Delta U$  не выделяются (кривая 4'). При  $Y > 24,50 \cdot L/l$  значения  $\Delta U$  уменьшаются на всех точках измерения (кривые 1' и 6').

Надо отметить, что характер поля БТ при наличии высокоомных и хорошо проводящих тел резко отличается, что дает основания к их разделению (Гамоян, 1986;).

На рисунке 2 (в, г, д, е) представлены кривые зависимости  $\Delta U(A)$  от параметров  $L, H, h', r$  соответственно. Из рисунка следует, что при  $L \leq 0,2 \cdot H$ ,  $h' \geq 52,5 \cdot H/l$  амплитуда аномалии  $\Delta U$  почти не выделяется.

С увеличением значения  $H$  амплитуда аномалии  $\Delta U$  увеличивается и при  $H > 0,7 \times L$  не влияет на величину  $A$ .

С удалением высокоомного пласта от ЛДИ значение параметра  $A$  увеличивается и при  $r > 14 \times L/l$  начинается спад кривой.

На основании проведенных лабораторных исследований изучалась также возможность выявления пластов высокого сопротивления в зависимости от приемных схем метода БТ.

Основным характеризующим параметром разрешающей способности метода является интенсивность аномалии ( $A'$ ). Исходя из импульсного характера БТ параметры изучаемого поля следует нормировать по базисному пункту.

Для обеспечения изучения распределения поля БТ разработаны различные приемные схемы: потенциал-потенциальная (ППС), потенциал-градиентная (ПГС), градиент-потенциальная (ГПС), градиент-градиентная (ГГС) и др., и соответствующие им параметры изучения поля (Гамоян, 1986).

Изучалось изменение кривых БТ по профилям, проходящим перпендикулярно простиранию высокоомного пласта, для перекрещенного (рис. 3 а) и параллельного (рис. 3 б) по отношению ЛДИ пласта.

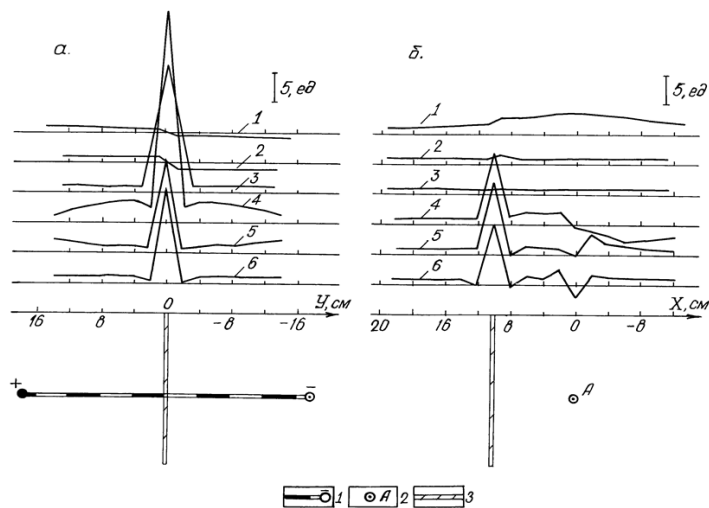


Рис.3 Результаты лабораторных исследований по изучению характера аномалий  $\psi$ ,  $\psi'$ ,  $\psi'_c$ ,  $\Delta\psi$ ,  $\Delta\psi'$ ,  $\Delta\psi'_c$  (кривые 1,2,3,4,5,6 соответственно) при работе приемными схемами ППС, ПГС, ГПС, ГГС:

а - при наличии перекрещенного с ЛДИ высокоомного пласта;  $x=0$ ,  $y=7$  см.

б - при наличии параллельного по отношению ЛДИ высокоомного пласта;  $x=12$  см,  $y=5$  см.

1- отрезок ЛДИ; 2 - проекция ЛДИ; 3 - модель высокоомного пласта.

В таблице даны значения интенсивности аномалии  $A'$  для различных приемных схем.

Таблица

Зависимость  $A'$  от параметров изучения поля БТ

Положение пласта по отношению ЛДИ	$A'$ (интенсивность аномалии)					
	$\psi$	$\psi'$	$\psi'_c$	$\Delta\psi$	$\Delta\psi'$	$\Delta\psi'_c$
перекрещенный	1.00	1.88	14.11	33.80	15.01	14.96
параллельный	1.18	0.60	0.40	10.40	10.40	9.4

Исходя из полученных результатов можно сделать следующие заключения:

1. Учитывая, что при разных приемных установках глубинность исследований одинаковая, изучая характер кривых БТ, а также сравнивая значения интенсивности аномалии  $A'$ , можно сказать, что для

выявления высокоомного пласта высокой разрешающей способностью выделяется приемная схема ГПС с соответствующим  $\Delta\psi$ .

2. Проведенные исследования показали, что метод блуждающих токов применим для выявления и изучения высокоомных пластообразных тел конечных размеров.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бадалян С.В., Газарян Г.О., Гамоян В.Б.** Руководство по подземной электроразведке. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1987, 96с.
- Гамоян В.Б.** Временное руководство по методу блуждающих токов. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1986, 100с.
- Гамоян В.Б., Лулечян Е.М.** Характер поля блуждающих токов от "линейно-двухполюсного" источника. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 2, 1978, с.47-57.
- Матевосян А.К.** Обработка, интерпретация и визуализация результатов векторной съемки методом блуждающих токов. Изв. НАН РА, Науки о Земле, LVII, N 2, 2004, с.55-60
- Чилингарян Т.А., Чилингарян А.З.** Выявление высокоомных пластообразных тел методом блуждающих токов. Сб. материалов III Всероссийской молодежной геологической конф., Уфа, 2015, с.48-51

*Рецензент Р. Мириджанян*

### ԹԱՓԱՌՈՂ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ՄԵԹՈՂԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԲԱՐՁՐ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՇԵՐՏԱՆՄԱՆ ՄԱՐՄԵՒ ԲԱՑԱՀԱՅՏՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

**Ա. Զ. Զիլինգարյան, Կ.Ա. Կարապետյան**

Անփոփում

Աշխատանքում ներկայացված են թափառող հոսանքների (ԹՀ) դաշտի ուսումնասիրությունների արդյունքները վերջավոր չափերի բարձր դիմադրության թիթեղանման մարմնի առկայության դեպքում: Այդ նպատակով կատարվել են լաբորատոր- մոդելային հետազոտություններ էլեկտրոլիտիկ բաքում: Որպես թափառող հոսանքներ առաջացնող մոդել է հանդիսացել «զծային -երկբևեռ» աղբյուրը:

Ուսումնասիրությունների արդյունքում ստացվել են կորեր և քարտեզներ, որոնք ցույց են տալիս ԹՀ դաշտի պոտենցիալի և պոտենցիալի գրադիենտի բաշխման բնույթը վերջավոր չափերի բարձրահիմ թիթեղանման մարմինների առկայության ժամանակ:

### OPPORTUNITIES OF THE WANDERING CURRENTS METHOD AT REVEALING OF HIGH-OHM LAYER SHAPED BODY

**Chilingaryan, K. Karapetyan**

Abstract

This work is devoted to studying the nature of wandering currents (WC) field distribution in the presence of high-ohm layer shaped body of finite dimensions. For these purposes laboratory-modeling studies in an electrolytic tank were carried

out. The model of WC served as a “linear- bipolar” source.

As a result, maps and curves were obtained which show the distribution of wandering current fields’ potential and potential gradient in the presence of high - ohm layers shaped body with limited dimensions.