

УДК: 550.837.653

А. К. МАТЕВОСЯН

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕХЭЛЕКТРОДНОЙ ЭКРАНИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ МЕТОДАМИ СОПРОТИВЛЕНИЙ И ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

В настоящее время для решения данной задачи большое значение придается различным разновидностям сложных установок (группированные, экранированные, экранированно-группированные) [1, 3, 4]. Группированные установки, особенностью которых являются дифференциальные измерения разности потенциалов с применением более двух приемных электродов, по сравнению с другими разновидностями сложных установок, получили наибольшее распространение. В отличие от них экранированные установки характеризуются наличием свыше двух питающих заземлений, что позволяет изменять не только величину, но и направление напряженности нормального поля. Это обстоятельство приводит к получению качественно новой информации о геоэлектрическом разрезе и тем самым указывает на неоспоримое преимущество экранированных установок перед группированными. Однако экранированные установки требуют разветвления на определенные части тока в питающих заземлениях, что в некоторой степени затрудняет их практическое применение.

В настоящей работе рассмотрена возможность применения трехэлектродной экранированной установки A_1B_2MN (рис. 1) при проведении исследований методами сопротивлений и ВП, представлена зависимость параметров поля сложной установки от параметров слагающих ее простых установок.

На основе применимости принципа суперпозиции для вектора напряженности первичного поля питающих заземлений A_1 и B_2 (\vec{E}_0^*), после несложных вычислений, можно получить, что в точке P , лежащей на одной прямой с питающими электродами и отстоящей от A_1 на расстоянии m (где $m > 1$ в единицах B_2P), напряженность равна нулю, при условии

$$\frac{I_{A_1}}{I_{B_2}} = m^2, \quad (1)$$

где I_{A_1} и I_{B_2} — величины тока в питающих заземлениях A_1 и B_2 соответственно.

Параметр m , названный показателем дифференцирования, является важнейшим параметром трехэлектродной экранированной установки, характеризующим расположение и величину силы тока питающего электрода A_1 . В зависимости от величины m производится детализация разреза по проводимости в определенном интервале глубин.

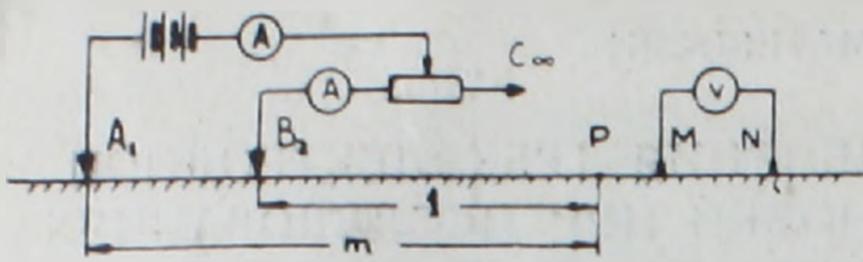


Рис. 1. Схема трехэлектродной экранированной установки A_1B_2MN .

На рис. 2 представлена часть поля вектора напряженности \vec{E}_0 в плоскости питающих электродов, вычисленная на ЭВМ и использованием формулы для напряженности первичного поля точечного источника тока в однородной изотропной среде. В окрест-

ности критической точки P вектор \vec{E}_0 имеет различные направления, а в ней равен нулю. Поскольку увеличение плотности тока (напряженности поля) в некоторой области геоэлектрического разреза приводит к увеличению влияния на наблюдаемое поле геологических объектов, находящихся в этой области, то можно заключить, что при расположении приемных электродов поблизости критической точки достигается увеличение глубинности электроразведочных работ.

Как известно, кажущееся сопротивление ρ_k^* для неоднородной среды, полученное установкой A_1B_2MN , определяется по формуле:

$$\rho_k^* = k^* \frac{\Delta U^*}{I_{B_2}},$$

где k^* — коэффициент трехэлектродной экранированной установки, имеющий размерность длины [1, 4]; ΔU^* — разность потенциалов между приемными электродами M и N .

Параметры поля трехэлектродной экранированной установки A_1B_2MN можно выразить через параметры поля простых трехэлектродных установок A_1MN и B_2MN , слагающих сложную установку:

$$k^* = \frac{k_{A_1} \cdot k_{B_2}}{m^2 k_{B_2} - k_{A_1}} = \frac{k_{B_2} \varphi}{1 - \varphi}, \quad \varphi = \frac{k_{A_1}}{m^2 k_{B_2}} \quad \text{и} \quad \rho_k^* = \rho_k^{B_2} + d \Delta \rho_k, \quad (2)$$

где k_{A_1} , k_{B_2} — коэффициенты; $\rho_k^{A_1}$, $\rho_k^{B_2}$ — величины кажущегося сопротивления установок A_1MN и B_2MN , $\Delta \rho_k = \rho_k^{A_1} - \rho_k^{B_2}$, а

$$d = \frac{1}{1 - \varphi} \quad (3)$$

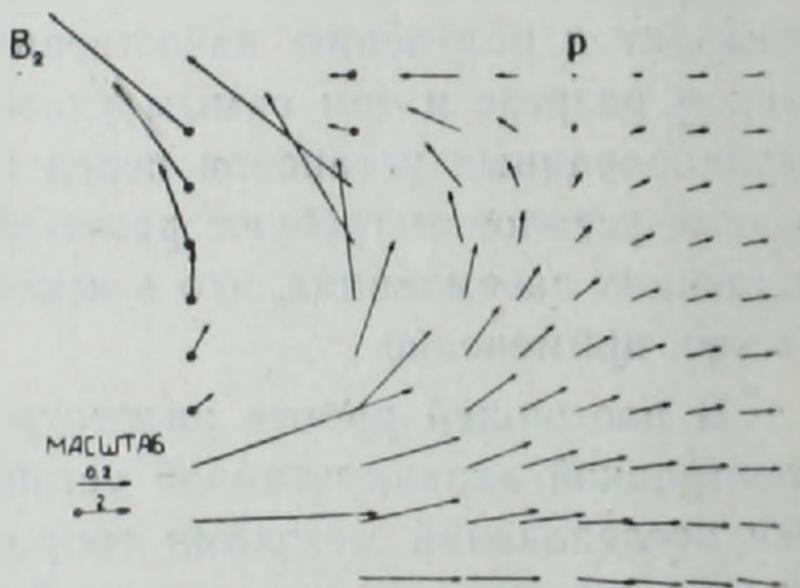


Рис. 2. Первичное поле вектора напряженности при $m=1,5$ (масштаб дан в единицах напряженности первичного поля источника B_2 в точке P).

— коэффициент чувствительности трехэлектродной экранированной установки A_1B_2MN , показывающий во сколько раз увеличивается приращение кажущегося сопротивления ($\Delta\rho_k$), полученное простой установкой, при наблюдениях экранированной, что позволяет судить о разрешающей способности последней.

При исследованиях методом ВП трехэлектродной экранированной установкой, основываясь на положении о линейности процессов вызванной поляризации и применимости принципа суперпозиции потенциалов полей, соответствующих отдельно взятым источникам поляризующего тока [2], возможно выразить параметры поля ВП сложной установки A_1B_2MN через параметры поля слагающих ее простых установок A_1MN и B_2MN . Тогда кажущаяся поляризуемость, определенная A_1B_2MN , равна:

$$\eta_k^* = \frac{\Delta U_{B_2}^*}{\Delta U^*} = \eta_{k}^{B_2} + d_{ВП} \Delta\eta_k \quad (4)$$

где $\Delta U_{ВП}^*$ — разность потенциалов поля ВП между приемными электродами; $\eta_k^{A_1}$, $\eta_k^{B_2}$ — величины кажущихся поляризуемостей, определенные A_1MN и B_2MN ; $\Delta\eta_k = \eta_k^{A_1} - \eta_k^{B_2}$;

$$d_{ВП} = \frac{\rho_k^{A_1}}{\rho_k^{A_1} - \varphi\rho_k^{B_2}} \quad (5)$$

— коэффициент чувствительности трехэлектродной экранированной установки при изучении процессов вторичного поля.

Формулы (2) и (4) определяют возможность получения графиков кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости для экранированной установки через параметры простых установок. Коэффициент φ , входящий в формулы (3) и (5), может принимать любые положительные значения, характеризует коэффициенты чувствительности экранированной установки в методах сопротивлений (d) и вызванной поляризации ($d_{ВП}$), которые в свою очередь определяют величины ρ_k^* и η_k^* . Так, в частном случае $\varphi = 1$ при работах методом сопротивлений, установка A_1B_2MN становится нулевой ($k^* = \infty$), характеризующаяся равенством нулю ΔU^* в однородной среде (приемные электроды находятся на линиях равного потенциала) и при исследованиях с нею изучается

величина отношения $\frac{\Delta U^*}{I_{B_2}}$ [1]. Множество таких экранированных

установок представляет совокупность экранированных установок с критическими размерами. При работе методом ВП нулевой установкой необходимо ограничиться истолкованием переходной характеристики вторичного поля.

Необходимо отметить, что: 1) кажущееся сопротивление $\rho_k^* = \rho_k^*(\varphi, \rho_k^{A_1}, \rho_k^{B_2})$ и кажущаяся поляризуемость $\eta_k^* = \eta_k^*(\varphi, \eta_k^{A_1}, \eta_k^{B_2}, \rho_k^{A_1}, \rho_k^{B_2})$ могут принимать любые значения; 2) при равенстве величин кажущихся сопротивлений, полученных установками A_1MN и B_2MN

($\Delta\rho_k = 0$) — $\rho_k^* = \rho_k^{A_1} = \rho_k^{B_2}$ и $\eta_k^* = \eta_k^{B_2} + d\Delta\eta_k$; 3) в случае одинаковых значений поляризуемости, полученных простыми установками ($\Delta\eta_k = 0$), кажущаяся поляризуемость $\eta_k^* = \eta_k^{B_2} = \eta_k^{A_1}$ и неоднородность пород по электропроводности не может создать аномалий ВП.

В свою очередь, с помощью выражений (2) и (4) возможно получение теоретических кривых для трехэлектродной экранированной установки из теоретических кривых слагающих ее простых установок для различного характера неоднородности разреза, не прибегая к весьма трудоемким вычислениям. Необходимо отметить, что при больших значениях коэффициента чувствительности экранированная установка приближается к нулевой и в этом случае следует предпочесть непосредственные вычисления ρ_k^* и η_k^* или становится нулевой, для которой понятия кажущихся сопротивлений и поляризуемости теряют смысл.

Как известно, аномалия ВП определяется избыточной поляризуемостью исследуемых тел, их размерами, электрической проводимостью, типом и размерами применяемых установок [2]. Надежность выделения аномалий кажущейся поляризуемости зависит от соотношения регистрируемых полезных сигналов и помех, при этом следует иметь в виду двойственный характер понятия сигнал/помеха [5].

В качестве примера, показывающего повышенную разрешающую способность трехэлектродной экранированной установки по сравнению с простой установкой, рассмотрена величина аномалии поля ВП от шарообразного рудного тела с избыточной поляризуемостью, залегающего на глубине h_2 , при наличии такого же тела, находящегося на глубине h_1 ($h_1 < h_2$), являющейся помехой для обнаружения глубокозалегающего объекта. С целью упрощения вычислений, допущено, что шарообразные тела радиусом $r = 0,1 h_2$ поляризуются однородным электрическим полем с величиной напряженности первичного поля, соответствующему их центрам и по электропроводности не дифференцируются от вмещающей среды.

Теоретические расчеты поля ВП для описанного разреза, полученные при использовании установок A_1B_2MN и A_1MN (центр приемной линии находится над шарообразными телами и совпадает с критической точкой), показали, что величина отношения сигнал/помеха при исследованиях экранированной установкой в 9,4 раза (при $h_1 = 0,1$; $h_2 = 0,5$; $m = 1,5$; $WN = 0,4$ — все величины даны в единицах B_2P) и 3,5 раза (при $h_1 = 0,2$; $h_2 = 0,5$; $m = 1,5$; $MN = 0,4$) больше, чем для простой установки.

Таким образом можно заключить:

1. Увеличение аномалий ρ_k^* и η_k^* и соответственно глубинности исследований трехэлектродной экранированной установкой, достигается путем увеличения величины первичного поля на глубоких горизонтах и одновременного его ослабления в районе приемных электродов.

2. В отличие от других типов экранированных установок, установка A_1B_2MN характеризуется наименьшим числом питающих разнополярных заземлений, позволяющая изменять величину плотности тока (увеличение с последующим уменьшением) с глубиной, что способствует

повышению разрешающей способности электроразведочных наблюдений.

3. Несмотря на увеличение инструментальных и топографических погрешностей, при проведении работ установкой A_1B_2MN , комплексная интерпретация результатов наблюдений, полученных простыми и экранированными установками, позволит выделить полезный сигнал на фоне различного рода помех.

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт геофизики и инженерной
сейсмологии Академии Наук Арм. ССР

Поступила 11. IX. 1981.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Блох И. М. Электропрофилирование методом сопротивлений. Недра, М., 1971.
2. Комаров В. А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Недра, Л., 1980.
3. Сапужак Я. С. Дивергентная электроразведка. Наукова думка, Киев, 1977.
4. Семенов А. С., Джавахишвили Л. Г. Поле ρ_z многоэлектродных установок в электроразведке постоянным током. Вестник ЛГУ, № 6, 1979.
5. Тархов А. Г., Бондаренко В. М., Никитин А. А. Принципы комплексирования в разведочной геофизике. Недра, М., 1977.

