

Б. С. ЭНЕНШТЕЙН

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ЗЕМЛЕ

(Представлено академиком О. Ю. Шмидтом 7 V 1949)

§ 1. В статье ⁽¹⁾ нами был кратко описан полевой метод исследования становления электрического поля в земле. В настоящей статье мы излагаем результаты полевых экспериментальных исследований этого вопроса и проводим сравнение полученных результатов с данными теории.

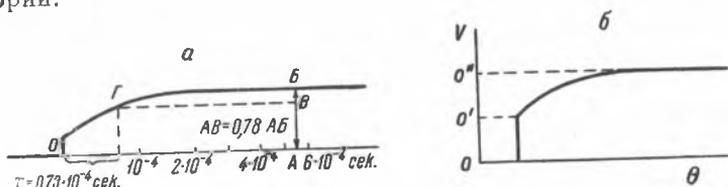


Рис. 1. *a* — экспериментальная кривая, $AB=0,78AB$; *b* — теоретическая кривая, оси диполей расположены по одной прямой, $OO' = 0,5 OO''$

Методическое осуществление полевых исследований произведено следующим образом. В землю через питающий диполь включался прямоугольный импульс тока с помощью тиратронного генератора ⁽¹⁾. На различных расстояниях от питающего диполя исследовался процесс установления разности потенциалов с помощью приемного диполя. Индикатором в приемной цепи служил катодный осциллограф. Кривые установления разности потенциалов разворачивались на экране катодной трубки и фотографировались ⁽¹⁾.

Согласно теории, разработанной А. Н. Тихоновым ^(2,3), существует следующая зависимость между характерным временем установления электрического поля в однородной и изотропной земле τ , удельным сопротивлением земли ρ и расстоянием между питающим и приемным пунктами x :

$$\tau = 0,314 x^2/\rho.$$

Характерное время τ есть время, в течение которого электрическое поле в земле устанавливается на 0,78 своего предельного значения.

На рис. 1, *a* представлена одна из полученных экспериментальных кривых становления электрического поля в земле, соответствующая осевому расположению диполей (т. е. когда оси питающего и приемного диполей расположены на одной прямой). Размеры каждого диполя 10 м, расстояние между центрами диполей 110 м. На рис. 1, *b* изображена теоретическая кривая, соответствующая тому же случаю, что и экспериментальная кривая на рис. 1, *a*. На рис. 2 представлена кри-

вая электрозондирования на постоянном токе, характеризующая (практически) однородность электрического разреза на исследованной площадке в пределах глубин, охватываемых дипольной установкой длиной 110 м. Как видно из кривой зондирования, удельное сопротивление разреза равно в среднем 53 ом-м.

Качественное сравнение экспериментальной кривой (рис. 1, а) с теоретической, представленной на рис. 1, б, показывает полное сходство их между собой.

§ 2. Прежде чем перейти к количественной интерпретации экспериментальной кривой (рис. 1, а), необходимо указать на характер масштаба горизонтальной оси кривой (оси времени).

Развертка кривых становления по горизонтали на экране катодной трубки осциллографа осуществляется при помощи апериодических контуров. Можно двумя способами нанести на кривую масштаб времени. Первый способ состоит в том, что все употребляемые в работе горизонтальные развертки предварительно градуируются импульсным

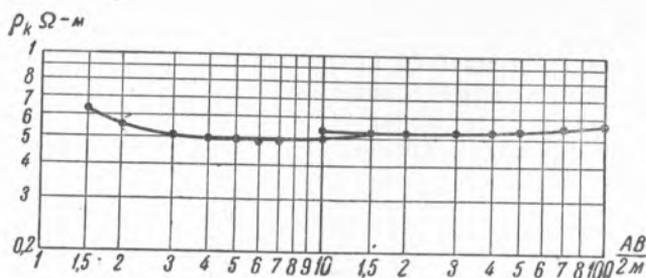


Рис. 2

генератором. По второму способу указанный импульсный генератор подключается параллельно с усилителем к вертикальным пластинам катодной трубки осциллографа.

По этому способу кривая на экране трубки будет иметь разрывы в виде точек, расстояния между которыми равны фиксированной частоте работающего импульсного генератора.

Но такой способ оказался недостаточно удовлетворительным по той причине, что попадающие часто на вход усилителя многочисленные атмосферические оставляют на кривой такого же характера разрывы, какие получаются от импульсного генератора, и картина оказывается в значительной мере запутанной. Мы остановились на первом способе, оказавшемся более удовлетворительным для наших целей.

На рис. 1, а под кривой приведена соответствующая ей проградуированная горизонтальная развертка, начальная точка которой совмещена с начальной точкой кривой.

§ 3. Согласно теории (^{2,3}), в однородной среде при осевом расположении диполей в момент времени $t=0$ на электродах приемного диполя возникает разность потенциалов, равная половине предельного значения, соответствующего полному установлению электрического поля в земле.

В дальнейшем разность потенциалов на приемных электродах нарастает до предельного значения таким образом, что по истечении времени τ она оказывается равной 0,78 предельного значения, по истечении времени 2τ — 0,9 предельного значения и т. д.

Наиболее простой способ интерпретации подобных кривых может быть осуществлен следующим образом: строится прямоугольная сетка, на оси абсцисс откладываются времена в том же масштабе, в каком получены кривые становления, а на оси ординат — длина в миллиметрах.

Кривые становления накладываются на прямоугольную сетку таким образом, чтобы начальная точка кривой совпала с началом координат сетки, а асимптота к предельному значению кривой была параллельна оси абсцисс. Теперь можно легко определить ординату предельного значения кривой становления, которой должно соответствовать полное время установления поля в земле. Однако, как нетрудно понять, благодаря медленному нарастанию кривой в своей конечной части незначительная ошибка (не имеющая практического значения) в определении предельной ординаты может повлечь за собой весьма значительную ошибку в определении полного времени установления поля. Поэтому наиболее целесообразно определять время не по предельному значению кривой, а по значению 0,78 или 0,9 предельной ординаты, которые соответствуют τ и 2τ .

По обработанной таким методом кривой (рис. 1) определено время $\tau = 0,73 \cdot 10^{-4}$ сек.

Подставив полученное значение τ и величину $x = 110$ м в выражение $\tau = 0,314 x^2 / \rho$, получим среднее удельное сопротивление толщи пород 52,0 ом-м.

Как видно, имеется полное соответствие между теоретическими и практическими результатами не только с качественной, но и с количественной стороны.

Геофизический институт
Академии наук СССР

Поступило
20 III 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Б. С. Эннштейн, ДАН, 59, № 2 (1948). ² А. Н. Тихонов, Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., 10, № 3 (1946). ³ С. М. Шейнман, Прикладная геофизика, в. 3, М. — Л., 1947.