

ОБ ИСКАЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ОДНОПОЛЯРНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ ТОКА

© 2014 г. А.К. Матевосян

Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,
E-mail: arshak.matevosyan@yandex.ru
Поступила в редакцию 20.03.2014 г.

С учетом критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды на конкретных примерах поляризующихся сред проведены теоретические исследования проявления вторичного электрического поля при возбуждении периодическими однополярными прямоугольными импульсами тока. Показано, что истолкование такого экспериментального материала по общепринятой методике обработки и интерпретации амплитудно-временных характеристик вызванной поляризации приводит к существенным ошибкам.

В статье (Матевосян, 2014) представлены новые закономерности зарядки и разрядки геоэлектрической среды по особенностям проявления вторичного электрического поля после внешнего воздействия одиночным прямоугольным импульсом тока. На основании анализа интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации (Матевосян, 2001; Матевосян, 2013) предложен критерий электрохимической заряженности среды (Матевосян, 2014). В результате проведенных исследований выявлена систематическая (методическая) ошибка, возникающая из-за отсутствия учета исходного электрохимического (поляризационного) состояния геоэлектрической среды перед очередным измерением. Это обстоятельство требует корректировки действующих электроразведочных методических руководств и инструкций.

Целью настоящей статьи является оценка искажающего влияния первоначальной (*исходной, остаточной*) электрохимической заряженности среды при исследованиях методом **вызванной поляризации (ВП)** с временным режимом измерений **ОПИ-2 – периодическими однополярными прямоугольными импульсами тока со скважностью 2** (Комаров, 1980; Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989).

В результате математического моделирования и численных расчетов на конкретных примерах геоэлектрических сред проанализированы основные закономерности проявления вторичного электрического поля в импульсе и паузе (*особенности зарядки и разрядки*) при возбуждении поляризующейся среды режимом ОПИ-2 с точки зрения выявления и оценки влияния данного фактора на результаты измерений. Численные расчеты выполнены при различных значениях отношения T_0/t_n (где T_0 – абсцисса максимума первой производной **переходной характеристики (ПХ)** ВП по

десятичному логарифму времени – постоянная времени, характеризующая поляризационные особенности геоэлектрической среды; t_n – продолжительность прямоугольного импульса однополярного периодического тока). Ниже представлены полученные зависимости только при $T_0=t_n$ (рис. 1-5) и аппроксимации ПХ логарифмической функцией.

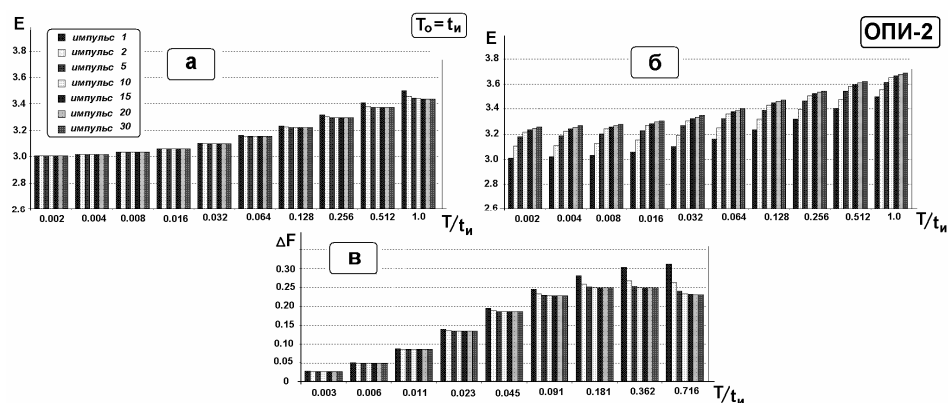


Рис. 1. Зависимости напряженности суммарного электрического поля с компенсацией первоначального поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса (а), без компенсации (б) и первой производной ПХ, определенной при пропускании тока временным режимом измерений ОПИ-2 (в).

На рис.1 приведены временные зависимости напряженности суммарного поля E при зарядке с компенсацией первоначального электрического поля перед пропусканием соответствующего прямоугольного импульса (а), тоже без компенсации (б) и первой производной переходной характеристики ВП по десятичному логарифму времени ΔF при пропускании тока (в) в режиме ОПИ-2. В случае (а) наблюдается уменьшение величин суммарной напряженности от истинных значений, а при (б) – наоборот – увеличение. Очевидно, что обоим случаям (а и б) соответствует одна и та же переходная характеристика, однако и она отличается от исходной расчетной зависимости (в). Истинные зависимости получаются только при возбуждении поля первым импульсом. При последующих импульсах (в частности 2, 5, 10, 15, 20 и 30 представленных на этих рисунках) происходит постепенное отклонение значений определяемых параметров от истинных величин за счет неполной разрядки среды в процессе (к моменту) регистрации следующего импульса.

На рис.2 изображены временные зависимости – диаграммы спада вызванной поляризации F^* (а) и первой производной переходной характеристики ВП по десятичному логарифму времени ΔF , определенной по данным спада (б) при измерениях с компенсацией до пропускания очередного прямоугольного импульса электрического тока. Здесь (рис.2а) также наблюдается аналогичная картина: истинные зависимости на спаде

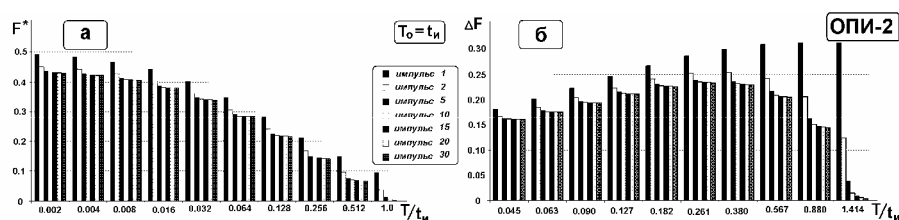


Рис. 2. Диаграммы спада ВП (а) и первой производной ПХ, определенной по данным спада (б) при изменениях с компенсацией первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса тока временным режимом измерений ОПИ-2.

получаются только после первого импульса тока. При последующих (2, 5, 10, 15, 20, 30) импульсах происходит постепенное уменьшение значений приведенных параметров от их истинных величин по той же причине: за счет неполной разрядки среды в процессе (*к моменту*) регистрации очередного импульса. Значительные качественные изменения претерпевают кривые первой производной (*приращения*) переходной характеристики ВП (*построенные с учетом коэффициента времени P при одиночном прямоугольном импульсе тока* (Комаров, 1980; Электроразведка, 1989) (рис.2б), что проявляется как отклонением временного параметра $T_{\text{отax}}$ (*наблюдаемой величины абсцисса максимума первой производной ПХ ВП по десятичному логарифму времени*) от исходной T_0 (*принятой при математических расчетах*), так и резким уменьшением значений ΔF на поздних временах переходного процесса.

Таблица 1

Величины отношения первых производных ПХ n -го к первому импульсу ($\Delta F_n / \Delta F_1$), определенных по данным спада при изменениях с компенсацией первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса в режиме ОПИ-2 для трех случаев T_0/t_n равном 1/16, 1 и 16.

Порядковый номер импульса	T_0/t_n	Момент времени на ПХ, T/t_n									
		0,045	0,063	0,090	0,127	0,182	0,261	0,380	0,567	0,880	1,414
1	1/16	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2		0,957	0,953	0,947	0,939	0,925	0,904	0,868	0,796	0,639	0,261
5		0,946	0,942	0,934	0,924	0,907	0,881	0,834	0,744	0,542	0,047
10		0,945	0,940	0,933	0,922	0,905	0,877	0,830	0,737	0,528	0,014
15		0,945	0,940	0,932	0,921	0,904	0,877	0,829	0,735	0,525	0,008
20		0,944	0,940	0,932	0,921	0,904	0,877	0,829	0,735	0,524	0,005
30		0,944	0,940	0,932	0,921	0,904	0,876	0,828	0,734	0,523	0,004

1	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2		0,919	0,917	0,914	0,909	0,899	0,881	0,849	0,787	0,661	0,398
5		0,888	0,886	0,882	0,874	0,861	0,836	0,790	0,701	0,518	0,126
10		0,880	0,878	0,874	0,866	0,851	0,824	0,775	0,679	0,480	0,051
15		0,878	0,876	0,871	0,863	0,848	0,821	0,770	0,673	0,470	0,029
20		0,877	0,875	0,870	0,862	0,847	0,819	0,768	0,670	0,465	0,019
30		0,876	0,874	0,869	0,861	0,846	0,818	0,767	0,668	0,461	0,011
1	16	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2		0,841	0,840	0,839	0,836	0,832	0,822	0,802	0,761	0,674	0,492
5		0,759	0,758	0,757	0,753	0,745	0,730	0,699	0,634	0,494	0,195
10		0,735	0,734	0,732	0,727	0,719	0,702	0,668	0,595	0,437	0,096
15		0,727	0,726	0,723	0,719	0,711	0,693	0,657	0,582	0,418	0,064
20		0,723	0,722	0,719	0,715	0,706	0,689	0,652	0,576	0,409	0,047
30		0,719	0,718	0,716	0,711	0,702	0,684	0,647	0,569	0,400	0,031

В табл.1 представлены значения отношения первых производных ПХ n -го импульса к первому импульсу $\Delta F_n/\Delta F_1$, определенных по данным спада при изменениях с компенсацией до пропуска соответствующего прямоугольного импульса в режиме ОПИ-2 для трех случаев T_0/t_n равном 1/16, 1 и 16. Следует обратить внимание, что при $T_0=1/16$, 1 и $16t_n$ по результатам измерений в момент времени в паузе $T=0.512t_n$ (*т.е. почти в середине паузы*), который соответствует моменту времени на ПХ ВП $T=0.88t_n$, после 10-ого импульса отношение $\Delta F_n/\Delta F_1$ равно **0.528**, **0.480** и **0.437**, соответственно, что вдвое меньше истинной величины. По результатам измерений в конце паузы ($T=1t_n$, что соответствует $T=1.414t_n$ на ПХ ВП) отношение $\Delta F_n/\Delta F_1$ соответственно уменьшается до **0.014**, **0.051** и **0.096**, что составляет несколько процентов истинного значения. Очевидна неэффективность исследований при такой погрешности определения производной ПХ ВП по результатам измерений во второй половине паузы в режиме ОПИ-2. Вышеотмеченное несоответствие наглядно проявляется на представленной диаграмме отношения первых производных переходной характеристики n -го к первому импульсу (рис.3).

На рис.4 приведены диаграммы спада вызванной поляризации (а) и кривые первой производной переходной характеристики, определенной по данным спада (б) при измерениях временным режимом ОПИ-2 (без компенсации электрического поля до пропуска соответствующего прямоугольного импульса) для трех значений отношения T_0/t_n . Здесь (рис.4а) вновь наблюдается аналогичная (рис.1 и рис.2) картина: истинные зависимости на спаде (а) получаются только после первого импульса тока. Однако в этом случае, при последующих импульсах (2, 5, 10, 15, 20, 30) происходит существенное увеличение нормированных значений вторичного электрического поля на спаде F^* от их истинных величин (в отличие от

случая с компенсацией поля – рис.2, когда наблюдается уменьшение определяемых параметров вторичного поля). Качественные изменения претерпевают и кривые первой производной переходной характеристики ВП (построенные по данным спада с учетом коэффициента времени P при ОПИ-2), что проявляется как отклонением временного параметра $T_{отax}$ от истинной величины T_0 , так и изменением значений ΔF (рис.4б).

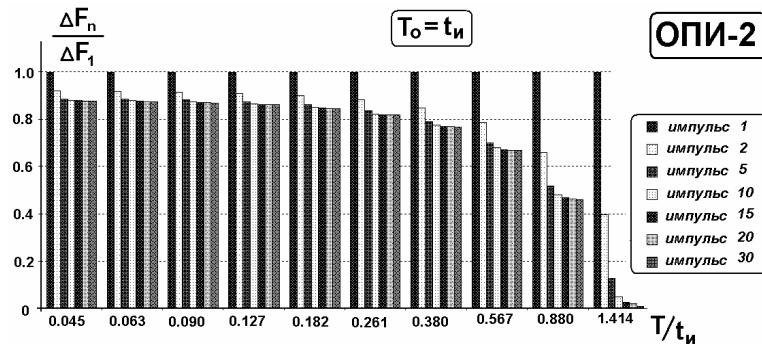


Рис. 3. Диаграмма отношения первых производных ПХ n -го к первому импульсу $\Delta F_n/\Delta F_1$, определенных по данным спада при изменениях с компенсацией первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса временным режимом измерений ОПИ-2.

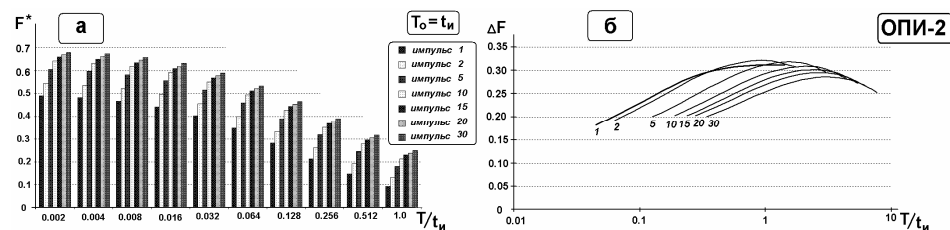


Рис. 4. Диаграмма спада ВП (а) и кривые первой производной ПХ, определенной по данным спада (б) без компенсации первоначального поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса при изменении временным режимом ОПИ-2.

Отмеченное несоответствие наглядно проявляется на диаграммах изменения отношения $Q_c(T)/Q_c$ – нормированного интегрального параметра ВП (Матевосян, 2001; Матевосян, 2014), характеризующего степень разрядки геоэлектрической среды в момент времени на спаде T равный 1, 10 и $40t_n$ (рис.5), дифференцировано (после каждого импульса) и обобщено (интегральном образом – за достаточно большой промежуток времени) характеризующего процесс спада вторичного поля. Здесь также истинные величины (зависимости) получаются только при первом импульсе тока. В остальных случаях (при последующих импульсах – от 2 до 30-ого) наблюдается монотонное существенное (в ряде случаев многократное) уменьшение значений $Q_c(T)/Q_c$.

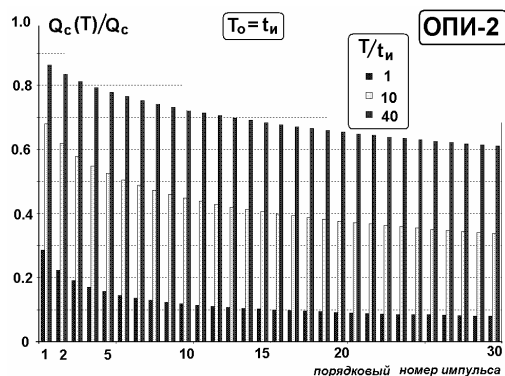


Рис. 5. Диаграмма динамики разрядки геоэлектрической среды в три момента времени ($T=1; 10; 40t_n$) на спаде после каждого из первых тридцати импульсов при измерении временным режимом ОПИ-2.

Таблица 2

Значения критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды $C_Q(T)$ в три момента времени на спаде ($T=1, 10$ и $40t_n$) после каждого из первых тридцати импульсов без компенсации первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса в режиме ОПИ-2 для трех случаев T_0/t_n равном $1/16, 1$ и 16 .

Порядковый номер импульса	Критерий электрохимической заряженности, %								
	$T_0/t_n=1/16$			$T_0/t_n=1$			$T_0/t_n=16$		
	$T/t_n=1$	$T/t_n=10$	$T/t_n=40$	$T/t_n=1$	$T/t_n=10$	$T/t_n=40$	$T/t_n=1$	$T/t_n=10$	$T/t_n=40$
1	45,5	9,2	2,6	71,5	32,1	13,6	88,5	61,4	41,7
2	52,9	12,9	3,9	77,8	38,2	16,6	91,2	66,1	45,4
3	56,9	15,8	4,9	81,0	42,2	18,8	92,6	69,1	48,1
4	59,6	18,1	5,9	83,0	45,2	20,7	93,5	71,4	50,1
5	61,5	20,0	6,7	84,5	47,6	22,2	94,2	73,2	51,8
6	63,0	21,7	7,5	85,5	49,6	23,5	94,6	74,6	53,3
7	64,2	23,1	8,3	86,4	51,3	24,8	95,0	75,8	54,6
8	65,3	24,4	8,9	87,1	52,7	25,9	95,4	76,8	55,7
9	66,1	25,5	9,6	87,7	54,0	26,9	95,6	77,7	56,7
10	66,9	26,6	10,2	88,2	55,1	27,8	95,9	78,5	57,7
11	67,5	27,5	10,8	88,6	56,2	28,7	96,0	79,2	58,5
12	68,1	28,4	11,3	89,0	57,1	29,5	96,2	79,9	59,3
13	68,6	29,2	11,8	89,3	58,0	30,3	96,4	80,4	60,0
14	69,1	29,9	12,3	89,6	58,7	31,0	96,5	81,0	60,7
15	69,5	30,6	12,8	89,9	59,5	31,7	96,6	81,5	61,3
16	69,9	31,2	13,2	90,1	60,1	32,3	96,7	81,9	61,9

17	70,2	31,8	13,7	90,3	60,7	32,9	96,8	82,3	62,5
18	70,6	32,4	14,1	90,5	61,3	33,5	96,9	82,7	63,0
19	70,9	32,9	14,5	90,7	61,9	34,1	97,0	83,0	63,5
20	71,2	33,4	14,9	90,9	62,4	34,6	97,1	83,4	64,0
21	71,4	33,9	15,3	91,0	62,9	35,1	97,2	83,7	64,4
22	71,7	34,4	15,6	91,2	63,3	35,6	97,2	84,0	64,9
23	71,9	34,8	16,0	91,3	63,7	36,1	97,3	84,3	65,3
24	72,1	35,2	16,3	91,5	64,2	36,6	97,4	84,5	65,7
25	72,4	35,6	16,6	91,6	64,5	37,0	97,4	84,8	66,1
26	72,6	36,0	16,9	91,7	64,9	37,4	97,5	85,0	66,4
27	72,8	36,4	17,2	91,8	65,3	37,8	97,5	85,2	66,8
28	72,9	36,7	17,5	91,9	65,6	38,2	97,6	85,4	67,1
29	73,1	37,0	17,8	92,0	65,9	38,6	97,6	85,6	67,4
30	73,3	37,4	18,1	92,1	66,2	39,0	97,6	85,8	67,7

В табл.2 представлены значения предложенного в статье (Матевосян, 2014) критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды $C_Q(T)$ в три момента времени на спаде T равные 1, 10 и 40 $t_{и}$ после каждого из первых тридцати импульсов в режиме ОПИ-2 при различных величинах $T_0/t_{и}$. С увеличением $T_0/t_{и}$ и порядкового номера импульса наблюдается соответственное монотонное увеличение значений $C_Q(T)$. Обратим внимание также, например, что при $T_0=16t_{и}$ за промежуток времени спада T равном $t_{и}$ после первого импульса среда разряжается всего на 12% (точнее, заряжена на **88.5%**), а после 30-ого – менее, чем на 3% (т.е. заряжена на **97.6%**). В этом же случае за промежуток времени спада T равном $40t_{и}$ (за такой большой промежуток времени, согласно действующим инструкциям и методическим руководствам по проведению работ методом ВП, считается, что среда практически полностью разрядилась (Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989)) после первого импульса среда заряжена на **41.7%**, а после 30-ого – на **67.7%**. Очевидно, что при такой степени заряженности геоэлектрической среды считать, что она пришла в первоначальное состояние (до внешнего электрического воздействия) нет оснований.

Таким образом, результаты проведенных теоретических исследований позволяют констатировать, что в настоящее время интерпретация фактического экспериментального материала по общепринятой методике обработки временных зависимостей ВП с использованием однополярных периодических импульсов в ряде случаев приводит к существенным ошибкам (особенно на поздних временах переходного процесса вторичного электрического поля), и в итоге к неверным заключениям.

ЛИТЕРАТУРА

- Инструкция по электроразведке.** Л.: Недра, 1984, 352 с.
- Комаров В.А.** Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
- Матевосян А.К.** Интегральные амплитудно-временные параметры вызванной поляризации. Доклады НАН Армении, 2001, 101, №1, с. 76-83.
- Матевосян А.К.** Проявление интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при периодическом возбуждении геоэлектрической среды однополярными прямоугольными импульсами тока. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2013, 66, №2-3, с.40-46.
- Матевосян А.К.** Критерий электрохимической заряженности геоэлектрической среды. Доклады НАН Армении, 2014, 114, №1, с. 33-43.
- Электроразведка. Справочник геофизика. М.: Недра, 1989, в двух книгах – 438 с, 378 с.

Рецензент С.М. Оганесян

ՀԱՐՈՒՑՎԱԾ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԱՂԱՎԱՂՄԱՆ ՄԱՍԻՆ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՄԵԿԲԵՎԵՌԱՆԻ ՈՒՂՂԱՆԿՅԱՆ ԻՄՊՈՒԼՍՆԵՐՈՎ ԳՐԳՈՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա.Կ.Մաթևոսյան

Ամփոփում

Հաշվի առնելով երկրաէլեկտրական միջավայրի լիցքավորվածության էլեկտրաքիմիական չափորոշիչը՝ բևեռացող միջավայրի որոշակի օրինակների վրա կատարված են երկրորդական էլեկտրական դաշտի արտահայտման վարքի տեսական ուսումնասիրություններ հոսանքի պարբերական մեկբևեռանի ուղղանկյուն իմպուլսներով զրգոման դեպքում: Ցույց է տրված, որ այսպիսի փորձարարական նյութի մեկնաբանումը՝ հարուցված բևեռացման ամպլիտուդաժամանակային բնութագրերի մշակման և մեկնաբանման ընդունված եղանակով, հանգեցնում է զգալի սխալների:

DISTORTION OF THE RESULTS OF STUDIES PERFORMED BY THE INDUCED POLARIZATION METHOD USING PERIODIC IMPULSES OF DIRECT CURRENT

A.K. Matevosyan

Abstract

Taking into consideration the electrochemical criterion of geo-electrical environment charging, theoretical studies of the behavior of the secondary electrical field were carried out based on certain examples of the polarized environment in the case of periodic unipolar rectangular impulses of the current. It is shown that the interpretation of such experimental material based on the commonly accepted methodology of the elaboration and interpretation of the amplitude-time characteristics of polarization leads to considerable errors.