

УДК 550.837

Оценка влияния вариаций температуры и влажности в массиве на возможность возникновения низкочастотной дисперсии электропроводимости и диэлектрической проницаемости

Дудко К.Л., Старший преподаватель

Научный руководитель: Шиканов А.И., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

При использовании переменного тока в электроразведочных методах возникает вопрос влияния токов смещения из-за поляризации пород на результаты измерений [1].

Для однородной проводящей среды связь напряженностей электрического E и магнитного H поля определяется уравнением Максвелла:

$$rot \vec{H} = \frac{\vec{E}}{\rho} + \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}, \quad (1)$$

где ρ - удельное электросопротивление среды, Ом·м; ϵ - диэлектрическая проницаемость среды, Ф/м.

В любой проводящей среде могут существовать как свободные, так и связанные заряды.

Из этого уравнения (1) следует, что изменение магнитной составляющей электромагнитного поля обуславливает наряду с токами проводимости (движение связанных зарядов или ионов) появление токов смещения (токи поляризации среды, обусловленные движением связанных зарядов).

Для оценки возможности влияния поляризационных процессов на величину КУЭС пород были проанализированы водопротоки и температурные данные на примере Таштагольского рудника за период с 2004 по 2011 годы. Замеры водопритоков и температуры воздуха в капитальных выработках на руднике проводятся три раза в месяц на всех семи горизонтах.

В табл. 1 приведены максимальные, минимальные и среднемесячные значения водопротоков за период с 2004 по 2011 годы.

Таблица 1

Среднемесячные, минимальные и максимальные значения водопритоков на Таштагольском руднике за период с 2004 по 2011 годы

Горизонт	+70	0	-70	-140	-210	-280	-350
Значения	$V, m^3/\text{ч}$						
Средние	37,73	36,26	65,33	35,67	31,46	87,07	158,65
Минимальные	12,90	22,00	18,50	19,10	16,20	57,80	102,00
Максимальные	61,60	69,90	116,20	88,30	83,50	151,30	300,40

Анализ этих шахтных водопритоков показывает, что водопритоки не отличаются практически друг от друга на четырех горизонтах (+70, 0, -140, -210), а на трех горизонтах (-70, -280, -350) происходит рост водопритоков в два, три и пять раз соответственно. Суммарный водоприток шахтного поля составляет порядка 500 м³/ч. На основании, этого воспользовавшись гидрогеологической классификацией месторождений [2] Таштагольский рудник можно отнести к обводненным.

Если обратиться к графику изменения среднемесячных значений водопритоков (рис. 1), то видно, что прирост водопритоков приходится на весенне-летний период и достигает максимума в мае месяце. Это связано с тем, что в этот период происходит оттаивание грунтов и фильтрация через них грунтовых вод, образующихся в результате таяния снега и наличия дождевых осадков.

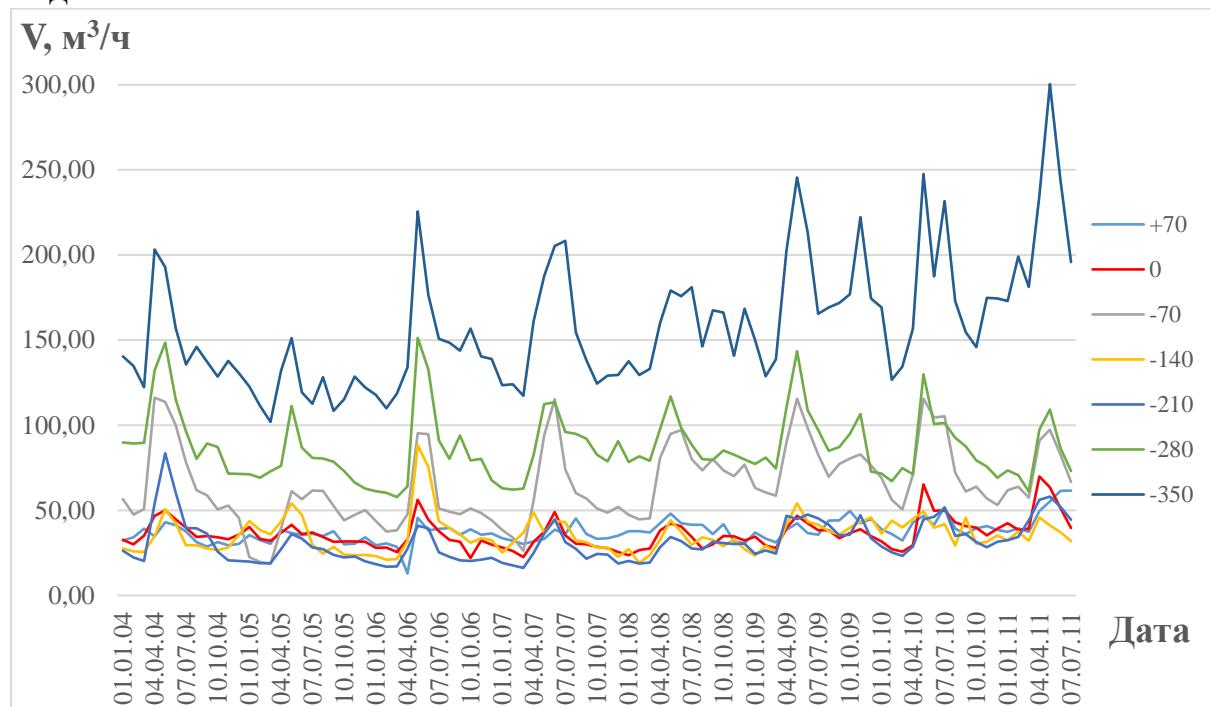


Рис. 1. График изменения среднемесячных значений водопритоков за период с 2004 по 2011 годы

Фильтрация грунтовых и подземных вод в выработки происходит в основном за счет зон трещиноватости и тектонических трещин. При этом колебания водопритоков на тот или иной горизонт также связаны с размерами выработанного пространства и с ростом горного давления, способствующего смыканию пор и имеющихся трещин.

Фильтрация вод непосредственно через горные породы незначительна, так как рудные тела и вмещающие породы железорудных месторождений Сибири относятся к высокомодульным, слабопористым и гидрофобным с низкой поровой и поверхностью смачиваемостью. Существующие водопритоки и их сезонные вариации из-за структурно-текстурных особенностей пород и руд месторождения незначительно влияют на их влажность в массиве и она остается практически неизменной. Для различных типов пород и руд влажность держится на уровне от 3% до 18% [3].

В табл. 2 приведены максимальные, минимальные и среднемесячные значения температур за период с 2004 по 2011 годы, а на рис. 2. – график изменения среднемесячных температур за тот же период.

Таблица 2

Среднемесячные, минимальные и максимальные значения температур на Таштагольском руднике за период с 2004 по 2011 годы

Горизонт	+70	0	-70	-140	-210	-280	-350
Значения	$t, {}^{\circ}\text{C}$						
Средние	9,75	10,86	11,08	12,34	13,04	13,69	14,44
Минимальные	6,50	8,40	7,00	10,40	11,10	11,50	12,00
Максимальные	10,30	13,80	13,70	15,00	15,40	14,90	15,90

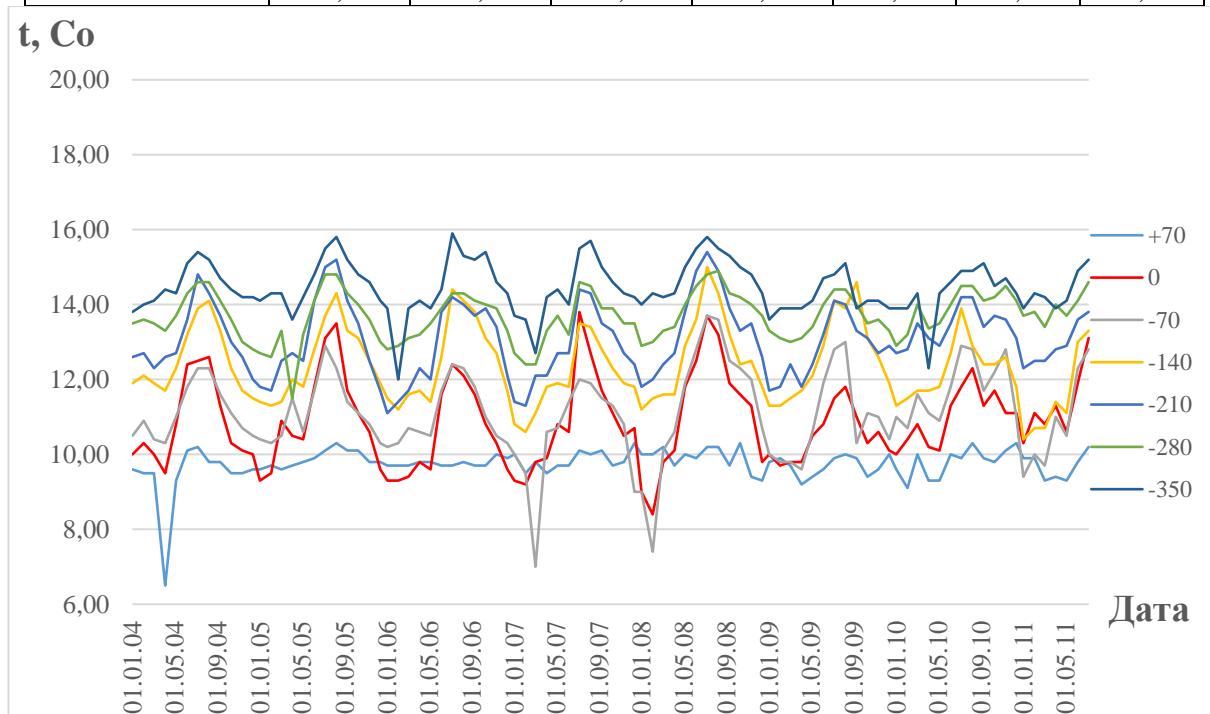


Рис. 2. График изменения среднемесячных значений температур за период с 2004 по 2011 годы

При анализе температур в выработках отмечается рост её значений с глубиной в соответствии с геотермальной ступенью месторождения. От горизонта до горизонта увеличение температуры составляет $0,5 - 1,2 {}^{\circ}\text{C}$, а в пределах горизонтов сезонные вариации температуры не превышают $5 - 7 {}^{\circ}\text{C}$.

Незначительные вариации влажности и температур наряду с особенностями геологической среды месторождения (ионная проводимость пордообразующих минералов и низкая пористость пород) позволяет описать такую среду дебаевской моделью.

Для таких моделей в низкочастотных методах электроразведки величина влияния токов смещения и токов проводимости на результаты измерений оценивается по соотношению [4]:

$$j_{cm}/j_{np} = \omega \epsilon_r \epsilon_o \rho, \quad (2)$$

где j_{cm} и j_{np} – плотности токов смещения и проводимости, $\text{A}/\text{м}^2$; ϵ_r – относительная диэлектрическая проницаемость среды; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}/\text{м}$ – электрическая постоянная; ω – частота тока, Гц.

Из таблицы 3 видно, что на частоте 4,88 Гц токи смещения для пород составляют десятые и сотые доли процентов. Лишь только в случае льдообразования в породах соотношение токов смещения к токам проводимости может возрасти на порядок и составит единицы процентов.

Таблица 3
Соотношение токов смещения и проводимости для горных пород на частоте 4,88 Гц

Название горных пород	ρ , $\text{Ом}^*\text{м}$	ϵ_r	j_{cm}/j_{np}
Сланец	$6 \cdot 10^4 - 6 \cdot 10^5$	9,5 – 19	$2,5 \cdot 10^{-5} - 5,0 \cdot 10^{-4}$
Магнетитовая руда	$3,8 \cdot 10^{-1} - 6,2 \cdot 10^{-1}$	1,8 – 7,4	$3,0 \cdot 10^{-11} - 2,0 \cdot 10^{-10}$
Сиенит	$2,7 \cdot 10^4 - 3,6 \cdot 10^4$	8,9 – 24	$1,0 \cdot 10^{-5} - 4,0 \cdot 10^{-5}$
Порфирит	$2,8 \cdot 10^4 - 3,9 \cdot 10^4$	13,7 – 28,8	$1,7 \cdot 10^{-5} - 5,0 \cdot 10^{-5}$
Песчаник	$10^5 - 10^6$	4 – 6	$1,7 \cdot 10^{-5} - 2,6 \cdot 10^{-4}$
Известняк	$10^4 - 10^6$	9 – 15	$3,9 \cdot 10^{-6} - 6,5 \cdot 10^{-4}$
Вода дистиллированная	10^2	60 – 80	$2,6 \cdot 10^{-7} - 3,5 \cdot 10^{-7}$
Лед	$> 10^5$	10 – 120	$4 \cdot 10^{-3} - 4,8 \cdot 10^{-2}$

Таким образом, сезонные вариации водопритоков и температуры не оказывают существенного влияния на поляризацию пород в выработках и не способствуют развитию тех эффектов, определяющих низкочастотную дисперсию электропроводности и диэлектрической проницаемости. Поэтому токи смещения не влияют существенно на результаты подземного электропрофилирования и электрозондирования. Их влияние на величину КУЭС участков профиля находится в пределах погрешности измерений.

Список литературы:

1. Жданов, М.С. Электроразведка: Учебник для вузов.- Москва: Недра, 1986. – 316с.
2. Абрамов, С.К. Осушение шахтных и карьерных полей. Способы, системы и расчеты осушки шахтных и карьерных полей / С.К. Абрамов, О.Б Скиргелло. – Москва: Недра, 1968 г. – 254с.
3. Простов, С.М. Геоэлектрический контроль на рудниках / С.М. Простов, Б.Г. Тарасов, В.В. Дырдин, В.А. Хямляйнен // ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2003. – 166 с.

4. Сидоров, В.А. Об электрической поляризации несовершенных диэлектриков // Вопросы поляризации горных пород: Сб. статей под редакцией А. А. Молчанова и В. А. Сидорова. – Москва: ВНИИГИС, 1985. –109с.