

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ МЕТОДОМ ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ РУДОПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ НА СЫПЧУГУРСКОЙ РУДОНОСНОЙ ПЛОЩАДИ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Екатерина Сергеевна Горностаева

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, инженер, e-mail: GornostaevaES@gmail.com

Александр Сергеевич Калганов

Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30, аспирант, e-mail: gravegro@yandex.ru

Владимир Владимирович Оленченко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)330-79-08, e-mail: OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

Евгений Юрьевич Юдицких

Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30, кандидат геолого-минералогических наук, зав. кафедрой геофизики, e-mail: Eug71@yandex.ru

Обсуждаются результаты изучения процесса вызванной поляризации (ВП) одного из перспективных рудных участков на промышленное золотое оруденение. Анализ пространственного распределения удельного электрического сопротивления и кажущейся поляризуемости дает возможность выделить рудные зоны. Данные о скорости спада процесса поляризации позволяют высказать предположения относительно зональности минеральных ассоциаций.

Ключевые слова: электротомография, метод вызванной поляризации, скорость спада, геоэлектрический разрез, заряжаемость, золотое оруденение.

THE APPLICATION OF ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY INDUCED POLARIZATION METHOD TO SEARCH FOR ORE ON SYPCHUGURSKOY MINERALIZED AREAS (TRANS-BAIKAL TERRITORY)

Ekaterina S. Gornostaeva

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Koptyug Prospect 3, Engineer, e-mail: GornostaevaES@gmail.com

Alexander S. Kalganov

Zabaikalsky State University, 672039, Russia, Chita, Alexandro-Zavodskya Str. 30, Ph. D., student, e-mail: gravegro@yandex.ru

Vladimir V. Olenchenko

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Koptyug Prospect 3, Ph. D., Senior Researcher, tel. (383)330-79-08, e-mail: OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

Eugene Y. Yudiskih

Zabaikalsky State University, 672039, Russia, Chita, Alexandro-Zavodskaya Str. 30, Ph. D., Head of the Laboratory of Geophysics, e-mail: Eug71@yandex.ru

Discusses the results of studying the process of induced polarization (IP) one of the most promising ore areas for industrial gold mineralization. The analysis of the spatial distribution of electrical resistivity and apparent polarizability allows to identify the ore zone. Data on the rate of decay of the polarization process, allow us to make assumptions about the zoning of mineral associations.

Key words: electrical resistivity tomography, induced polarization method, decay rate, geoelectric section, chargeability, gold mineralization.

Метод вызванной поляризации имеет высокую эффективность при проведении поисково-разведочных работ на твердые полезные ископаемые. Это объясняется тем, что он является единственным методом электроразведки, который позволяет выделять породы, содержащие электропроводящие минералы, присутствие которых является поисковым признаком гидротермально или метасоматически измененных пород, часто вмещающих рудные тела [1].

Метод ВП основан на изучении вторичных электрических полей, источником которых являются физико-химические процессы, возбуждаемые в геологической среде электрическим током. Интенсивные поля ВП создаются над средами, содержащими рудные (электропроводящие) минералы. Во время пропускания тока на поверхности рудных минералов протекает ряд физических превращений и химических реакций, приводящих к поляризации среды. После отключения тока в среде начинает устанавливаться равновесие, проявляющееся в спаде вторичного электрического поля и наличии на приемных электродах потенциалов $\Delta U_{ВП}$ в течение некоторого времени. Различают быстрые и медленные процессы ВП. Первые протекают в микро-миллисекундном временном диапазоне, а вторые – в течение секунд, часов. Скорость спада переходной характеристики ВП во времени определяется электрохимическими свойствами поляризуемой среды. Она несет информацию о природе поляризуемого объекта, т. е. о минеральном составе того или иного рудного тела и зональных изменениях в контурах месторождений [2].

В настоящее время при рудопоисковых работах развивается применение метода электротомографии с измерением вызванной поляризации (ЭТ-ВП) [3-5]. Мы опробовали метод ЭТ-ВП на одном из рудных месторождений Забайкалья.

Сыпчугурская рудоносная площадь находится на территории Карымского и Читинского районов Забайкальского края, в 80-85 км к юго-востоку от г. Читы и составляет 115,7 км². Площадь состоит из двух рудных полей: Горхонского, расположенного в западной части, и Сыпчугурского, находящегося в восточной части площади. Главными разрывными структурами площади являются северо-восточный Монголо-Охотский и субмеридиональный Онон-Туринский глубинные разломы, а также субширотная Оленгуй-Битуйская зона повышенной трещиноватости. Монголо-Охотский и Онон-Туринский

разломы являются структурными швами длительного развития, разделяющими структурно-формационные зоны. Разрывные нарушения играют важную роль в формировании структур рассматриваемой территории [6]. Рудные тела Сыпчугурской рудоносной площади относятся к гидротермальной среднетемпературной золото-кварц-сульфидной (пирит-арсенопиритового типа) формации. Они приурочены к разломным зонам. Коренные породы перекрыты чехлом рыхлых отложений мощностью от 1-2 до 10-15 и более м (в долинах рек).

Исследования методом ЭТ-ВП были проведены на участке Серебряный. Четыре профиля проходили в юго-восточном направлении вкрест простирания основных геологических структур и располагались на расстоянии 200 м друг от друга, длина профилей составляла 960 м. Измерения выполнены аппаратурой Скала-64, разработанной в ИНГГ СО РАН и произведенной серийно ООО «КБ Электротриеметрии». При измерениях применялась градиентная установка с линией АВ размером 315 м. Параметры ВП оценивались во временном диапазоне 20-160 мс. Рассчитывалась заряжаемость (C) среды. Геоэлектрические разрезы УЭС и заряжаемости по одному из профилей участка, полученные в результате 2D-инверсии, показаны на рис. 1.

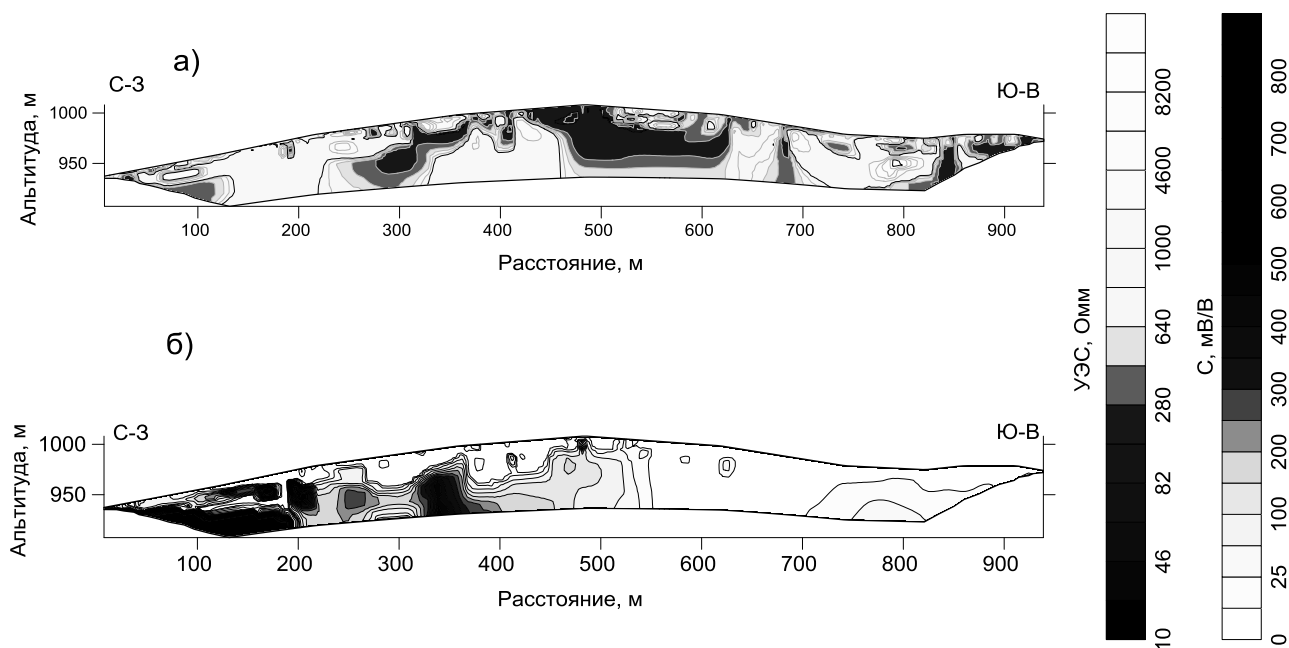


Рис. 1. Разрез УЭС (а) и заряжаемости (б) по данным 2D-инверсии. Участок Серебряный, Сыпчугурское рудное поле

По пониженным значениям удельного электрического сопротивления выделены разломные зоны, а по повышенным значениям заряжаемости выделены аномалии, приуроченные к зонам оруденения. Наиболее интенсивные аномалии ВП (400-700 мВ/В) отмечаются в интервалах профиля 0-200 м и 310-360 м. В аномальных по заряжаемости зонах анализировались переходные характеристики ВП. За аномальные принимались участки, где значения C трехкратно превышали среднеквадратичное отклонение выборки (3σ).

Для анализа временных характеристик спада ВП применена характеристика, используемая в методе РСВП – приведенная скорость спада S_k [2]. Под скоростью спада понимается изменение напряжения $U_{ВП}(t)$ за определенный промежуток времени:

$$S_k = \frac{U_{ВП}^{t_1} - U_{ВП}^{t_2}}{U_{ВП}^{t_1} \cdot \Delta t}, \text{ с}^{-1}$$

где $U_{ВП}^{t_1}$ и $U_{ВП}^{t_2}$ – значения напряжений $U_{ВП}$ в момент времени $t_1 = 20$ мс и $t_2 = 40$ мс, $\Delta t = t_2 - t_1 = 20$ мс. Для сравнения формы кривых спада ВП каждая кривая была пронормирована на значение $U_{ВП}^{t_1}$ и приведена к нулевому уровню путем вычитания значения $U_{ВП}$ на временной задержке 160 мс.

Полученные графики зависимости спада напряжения $U_{ВП}$ от времени t с момента выключения тока показаны на рис. 2. По форме кривых выделено три типа спада ВП. К первому относятся кривые с самой высокой скоростью спада ВП на данном участке, к третьему типу – с низкой скоростью.

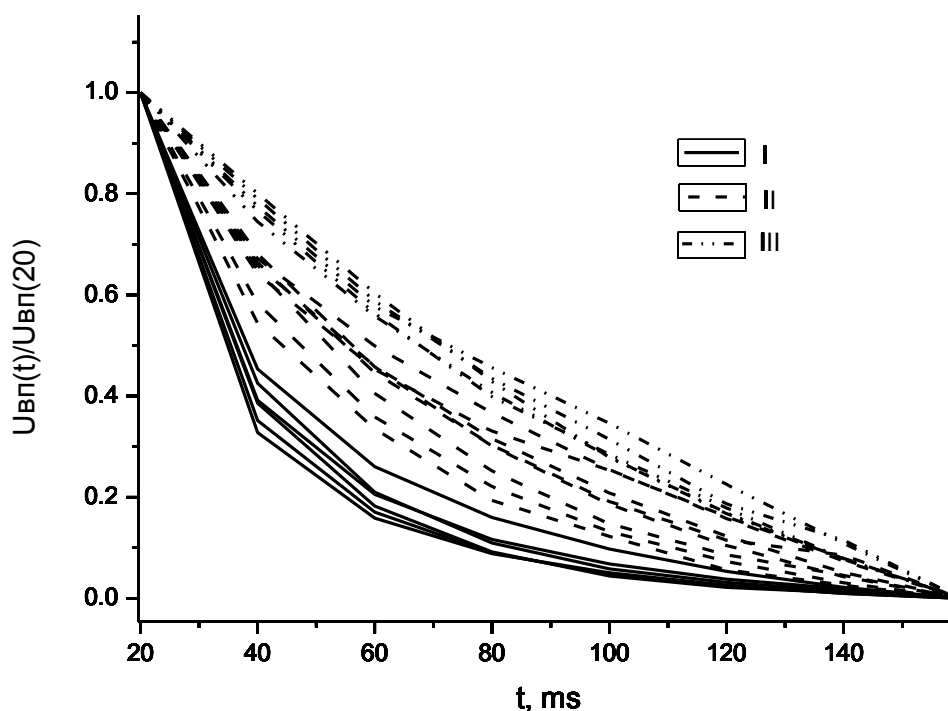


Рис. 2. Графики спада ВП, где I – высокая скорость спада ВП ($S=27\div33 \text{ с}^{-1}$), II – средняя ($S=15\div22 \text{ с}^{-1}$), III – низкая ($S=1\div12 \text{ с}^{-1}$)

Важно отметить, что три типа графиков соответствуют разным глубинам. Первый тип кривых с быстрой скоростью спада относится к верхней части разреза до глубины 10-15 м. Второй тип проявляется в средней части разреза – переходная область от верхней части разреза к рудной области (околорудное пространство). Третий тип – это нижняя часть разреза (30-50 м). Мы предполагаем, что изменение типа кривых спада ВП связано с изменением электрохимических свойств сульфидов с глубиной. В верхней части разреза

развита кора выветривания, на глубине сульфиды находятся в неокисленной форме. С другой стороны, изменение скорости спада может быть связано с увеличением количества арсенопирита в рудных ассоциациях, так как арсенопирит характеризуется низкими скоростями спада ВП [2].

Таким образом, метод ЭТ-ВП позволяет выделять наряду с разломными зонами области сульфидной минерализации, а анализ временных характеристик ВП дает возможность выделять руды с разной электрохимической активностью. Информация о разных типах руд может быть использована при выборе технологии обогащения при разработке месторождения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коробейников А.Ф. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: учебник для вузов. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 253 с.
2. Карасев А.П., Птицын А.Б., Юдицких Е.Ю. Быстрые переходные процессы вызванной поляризации. - Новосибирск: Наука, 2005. - 291 с.
3. Куликов В.А., Бобачев А.А., Яковлев А.Г. Применение электротомографии при решении рудных задач до глубин 300-400 м // Геофизика. - 2014. - № 2. - С. 39-46.
4. Ерохин С.А., Бобачев А.А. Исследование перспективного золоторудного участка в северной Якутии с помощью электротомографии // Engineering and Mining. - 2009. - 26 с.
5. Гурин Г.В. Спектральная характеристика вызванной поляризации вкрапленных руд: дис. ... канд. геол.-мин. наук. - СПб., 2015. - 132 с.
6. Ковалев П.И., Землянский Л.Н., Бородин В.Г. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые среднего течения р.Туры и Оленгуй. - Чита: ЧГУ, 1968. - 237 с.

© Е. С. Горностаева, А. С. Калганов, В. В. Оленченко, Е. Ю. Юдицких, 2016