

П. Ф. ИВАНКИН, В. С. МОИСЕЕВ

О ПРИРОДЕ И СТРУКТУРЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Представлено академиком Ю. А. Кузнецовым 17 IX 1971)

Известно, что естественные электрические поля обнаруживают пространственную связь с выходами сульфидных руд на дневную поверхность. Непосредственной причиной возникновения э.д.с. естественных электрических полей служит изменение электродного скачка потенциала на границе руды с порной средой (¹, ²). При этом известные потенциалопределяющие факторы такие, как концентрация кислорода и других газов в подземных водах, концентрации в них тяжелых металлов, рН и другие могут изменяться в различных частях месторождения. Они создаются и поддерживаются в основном за счет циркуляции подземных вод. Остаются неясными факторы, определяющие размеры, интенсивность и поведение естественных электрических полей на большой глубине.

В последние годы, в связи с выдвиганием представлений о рудных полях как объемных специфических системах (³, ⁴), появилась возможность сопоставления объемных структур естественных электрических и рудных полей. К настоящему времени накоплен достаточный опыт подобных сопоставлений по Рудному Алтаю, Центральному Казахстану, Киргизии (⁵⁻⁷). Опыт этот показывает, что существует несомненная связь между морфологией и структурой сульфидных рудных полей и подобными же параметрами полей электрических, установлено соответствие между длиной дипольной системы и протяженностью рудного поля по склону; наконец, показана приуроченность отрицательного полюса электрического поля к фронтальной, а положительного полюса — к глубинной корневой зонам рудного поля. Например, прослеженные длины дипольной системы Новоберезовского месторождения составляют 0,8 км, Зырянского месторождения — более 1 км. Подобные сведения имеются и по другим объектам.

Все эти новые выявленные связи требуют существенного углубления теоретических представлений о физической природе естественного электрического поля. Очевидно, природа последнего в свете новых данных уже не может объясняться только процессами, идущими в зоне гипергенеза сульфидных месторождений.

Совсем недавно стали выясняться также очень важные закономерности пространственного размещения в рудных полях минералов разных типов проводимости — дырочной, смешанной и электронной. Установлено, что такой широко распространенный минерал, как пирит, а также другие сульфиды на разных глубинах рудного поля обладают разным типом проводимости (⁸). На глубоких прикорневых горизонтах рудных полей преобладают пириты с электронной проводимостью, в прифронтальных верхних зонах развиты сульфиды с дырочной проводимостью. Смешанной проводимостью характеризуются средние зоны рудных полей, причем доля сульфидов с дырочной проводимостью возрастает снизу вверх. Доказана также определенная связь между типом проводимости и электронным скачком потенциала сульфидов. Сульфиды с дырочной проводимостью всегда обладают положительным потенциалом по сравнению с сульфидными электронными проводимости.

Нами предпринята попытка дать новое теоретическое объяснение природы естественного электрического поля сульфидных месторождений на основе изложенных фактов. Поскольку рудное поле корневого типа обладает структурно-морфологической и вещественной зональностью, а минералы на разных уровнях рудной колонны — разным типом проводимости, можно предположить, что определенное направление естественного электрического тока в системе обусловлено направленно изменяющимися качествами эндогенных рудных полей. При этом трехмерному рудному полю должна соответствовать следующая электрическая модель. Фронтальная зона представляется через сопротивление заземления R_1 , определяющееся

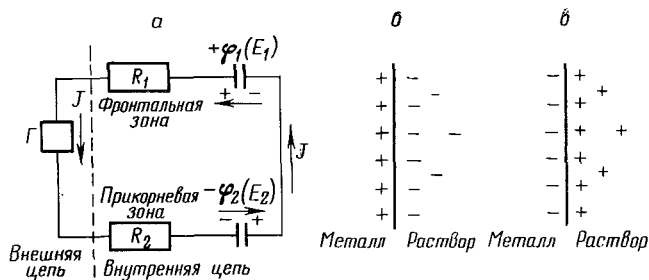


Рис. 1. К объяснению знака аномалий естественных электрических полей. *а* — электрический эквивалент схемы образования э.п. при наличии электроположительного и электроотрицательного скачков потенциала, *б* — двойной электрический слой электроположительного минерала, *в* — двойной электрический слой электроотрицательного минерала

формой рудного объекта и проводимостью вмещающей среды, а электродный скачок потенциала во фронтальной зоне через конденсатор φ_1 . Прикорневая зона — через сопротивление заземления R_2 , а его электродный скачок — через конденсатор φ_2 (рис. 1). Знаки обкладки конденсаторов ⁽⁹⁾ определяются типами проводимости рудных минералов — электроположительными вверху рудного поля, электроотрицательными — внизу (рис. 1). Замыкание электрической цепи происходит через конденсаторы и сопротивление r , имитирующее сопротивление самой руды. Сопротивления руды и вмещающих пород — величины конечные, поэтому конденсаторы несовершенные. Фактически образуется цепь с двумя источниками э.д.с.: E_1 и E_2 . Вмещающие породы служат внутренней цепью, а рудные тела — внешней ⁽²⁾. Как известно, ток во внутренней цепи течет от минуса источника к плюсу источника, а во внешней — в обратном направлении (рис. 1). Отсюда следует, что в рудном поле корневого типа электрический ток будет вытекать из корневой зоны (положительная область электрического поля) и втекать во фронтальную (отрицательная часть электрического поля), что и наблюдается на практике. Общая суммарная э.д.с. рудного поля будет определяться геохимической зональностью рудной колонны, с которой связана направленная смена типов проводимостей минералов и количество носителей зарядов.

Таким образом, естественные электрические поля сульфидных месторождений обусловлены вероятнее всего первичными свойствами рудных масс, приобретенными в процессе рудоотложения, и вертикальной вещественной и морфологической асимметрией рудных полей. Несомненно, что процессы гипергенеза вносят весьма существенные усложнения в структуру естественных электрических полей, но, по-видимому, не они создают их.

На основании изложенного следует предполагать, что в глубинной структуре рудных районов должны преобладать положительные электрические поля, а в приповерхностной зоне — отрицательные. Расстояние по вертикали между полюсами, по-видимому, может достигать нескольких

километров. Представляются актуальными работы по типизации рудно-магматических систем разного порядка с учетом создаваемых ими естественных электрических полей в земной коре.

Сибирский научно-исследовательский институт
геологии, геофизики и минерального сырья
Новосибирск

Поступило
9 IX 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. С. Семенов, Электроразведка методом естественного электрического поля, 1955. ² Г. Б. Свешников, Электрические процессы на сульфидных месторождениях, Л., 1967. ³ П. Ф. Иванкин, ДАН, 138, № 4 (1961). ⁴ П. Ф. Иванкин, Морфология глубокозакрывающихся магматогенных рудных полей, М., 1970. ⁵ Ю. С. Рысс, А. С. Тясто, Структура естественных электрических полей на рудных месторождениях и ее использование при поисках и разведке полезных ископаемых, в. 2, 1966. ⁶ М. В. Семенов, Ю. А. Калашников, Геология и геофизика, № 7 (1967). ⁷ П. Ф. Иванкин, М. В. Семенов, Тр. Сиб. н.-и. инст. геол., геофиз. и мин. сырья, Вопросы рудной физики Сибири, Новосибирск, 1967. ⁸ Ю. В. Аферов, В. В. Баженов и др., Геология и разведка месторождения полезных ископаемых Забайкалья, Чита, 1968. ⁹ В. В. Скорчеллетти, Теоретическая электрохимия, Л., 1959.