Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXVI, вып. 2, 1974 г.

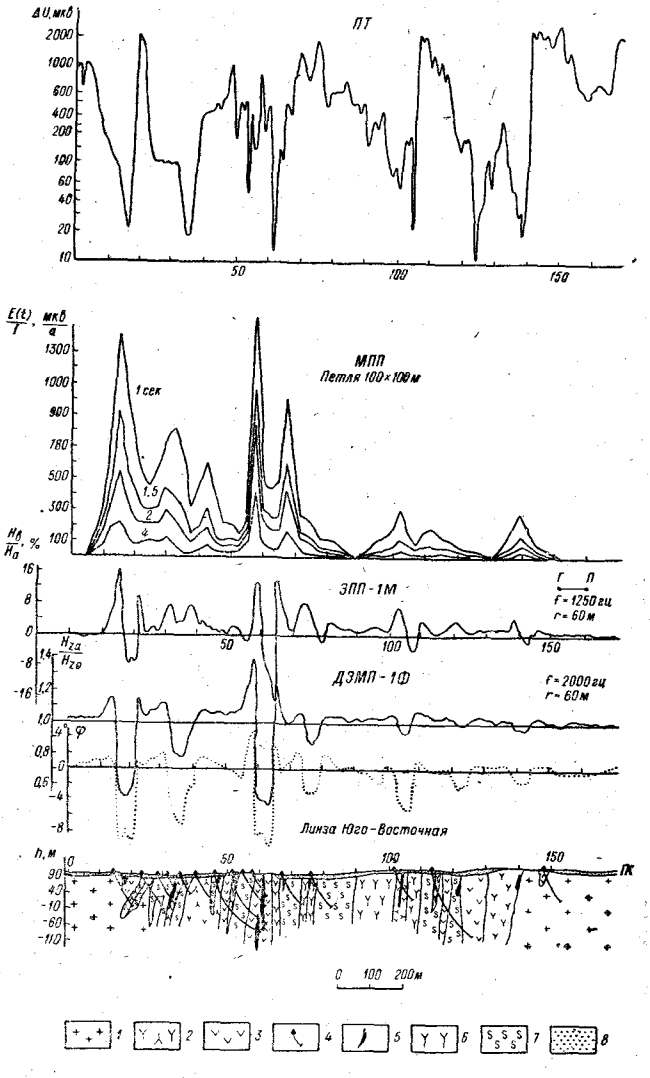
О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОКОВ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ И ПОИСКАХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В. С. Музылев

В настоящее время существует большое количество разнообразных электроразведочных методов поисков месторождений полезных ископаемых как на переменном, так и на постоянном токе [2]. Все они, за исключением методов естественного поля, «радиокип» и теллурических токов, основаны на использовании специальных генераторов тока и приемной измерительной аппаратуры, которая регистрирует вторичное электромагнитное поле или разность потенциалов, создаваемую этими генераторами тока, между какими-либо точками на поверхности земли или в горных выработках. Применение генераторов существенно увеличивает потребляемую электрическую мощность и вес аппаратуры, делает ее более громоздкой, уменьшает производительность работ и удорожает их. Опытные работы на Кольском полуострове и в Карелии показали, что при геологическом картировании и поисках месторождений некоторых полезных ископаемых успешно могут быть использованы промышленные переменные токи, протекающие в земле между удаленными на большие расстояния друг от друга различными энергетическими объектами. Эти токи, незначительные по величине, образуют в изотропных геологических средах весьма равномерные поля, занимающие большие площади, так как источники тока разнесены на многие десятки и даже сотни километров. Величина промышленных токов в районе работ незначительна и составляет всего $10^{-7} \div 10^{-8}$ *а*, а создаваемая ими разность потенциалов на расстоянии 10 *м* в зависимости от разновидности горных пород изменяется от долей микровольта до нескольких милливольт. Это потребовало создания специальной измерительной аппаратуры. В проблемной геофизической лаборатории Ленинградского горного института был изготовлен резонансный микровольтметр на полупроводниковых приборах, который позволял измерять напряжения от 0,1 до 5000 *мкв*. В микровольтметре имелся набор частотных резонансных фильтров с большой крутизной ($\sim$30 *дб* на октаву) и частотой резонанса 25, 50, 80, 120, 160, 200, 250 *гц*. Полоса пропускания на уровне 3 *дб* составляла $\sim$10% от резонансной частоты. Входное сопротивление микровольтметра $\sim$1 *мом*. В качестве приемных электродов использовались алюминиевые стержни длиной 1 *м* с изолированными ручками.

Методика работ практически не отличается от электроразведочного профилирования на постоянном токе. Расстояние между приемными

электродами было 10 *м*; шаг измерений в зависимости от геологических задач изменялся от 5 до 10 *м*, в районе аномалий — уменьшался до 5 *м*. Измерения проводились с включенными фильтрами с частотой резонанса 25, 50 и 80 *гц*. Максимальные разности потенциалов отмечались при включенном фильтре с частотой резонанса 50 *гц*, что подтверждает предположение о том, что измеряемая разность потенциалов создается промышленными токами. Так как величина токов, текущих в земле, в районе работ обычно меняется во времени незначительно, то разность потенциалов между точками измерений зависит от величины удельного электрического сопротивления пород и таким образом характеризует породы по их удельному сопротивлению.



Результаты электроразведочных работ по профилю с известным геологическим строением

1 — граниты; *2* — амфиболитовые сланцы; *3* — амфиболизированные диабазы; *4* — скважины; *5* — рудные тела; *6* — амфиболиты; *7* — кварцево-хлоритовые, талько-хлоритовые, биотитовые сланцы; *8* — рыхлые отложения

На рисунке приведены результаты измерения разности потенциалов промышленных токов (ПТ) на базе 10 *м* на частоте 50 *гц*, результаты работ методом переходных процессов (МПП) [1], эллиптической поляризации поля (ЭПП-1М), дипольного электромагнитного профилирования (ДЭМП-1Ф) [3] и геологический разрез по данным бурения. Изменение разности потенциалов по профилю, создаваемое промышленными токами, достаточно хорошо отражает геологическое строение участка. Так, над рудными телами, обладающими высокой проводимостью, наблюдается уменьшение разности потенциалов ΔU на 1—2 порядка по сравнению с разностью потенциалов вмещающих пород. Если над рудными телами на базе 10 *м* ΔU составляет 10—30 *мкв*, то над гранитами и хлоритовыми сланцами 1000—3000 *мкв*.

Хорошо совпадают результаты измерений разности потенциалов, создаваемые промышленными токами, с данными других геофизических методов, например, дипольного электромагнитного профилирования. В ряде случаев рудные тела на графиках ПТ отмечаются даже более четко, чем на графиках ДЭМП (пикеты 123 и 140), где по ДЭМП наблюдается в основном фазовая аномалия. Лишь на ПК 75 небольшое рудное тело, вызвавшее четкую аномалию ДЭМП, отражено слабо на графиках ПТ. Повторные наблюдения, проведенные через несколько дней, хорошо повторяют первичные, хотя общий уровень разности потенциалов по всему профилю примерно на 10% ниже. Измерения, выполненные на контрольном пункте, показали, что разность потенциалов в течение дня изменяется не более чем на 5%, хотя для разных дней достигает 10%.

Аналогичные работы на одном из рудопроявлений Кольского полуострова также дали положительные результаты. Средний уровень разности потенциалов на этом участке несколько ниже, что может быть связано либо с меньшей величиной тока, либо с более низкими сопротивлениями вмещающих пород. На базе 10 *м* разность потенциалов над рудным телом составляла всего 0,5—1 *мкв*, в то время как над вмещающими породами она возрастала до 20—80 *мкв*. Соотношение же между разностью потенциалов над вмещающими породами и рудами осталось примерно таким же, что и на первом участке, или даже несколько увеличилось. Если предположить, что удельное сопротивление руд на этих участках одинаково, то уменьшение разности потенциалов, вероятно, вызвано уменьшением величины промышленных токов на этом участке примерно на один порядок.

Измерение разности потециалов, создаваемой промышленными токами на постоянной базе, не позволяет определить истинную величину удельного сопротивления пород и характеризует их лишь по относительному изменению этого параметра. Во многих случаях этого достаточно, чтобы найти погребенные контакты коренных пород, различающихся по удельному сопротивлению, или обнаружить зоны пониженных сопротивлений, с которыми могут быть связаны сульфидные руды. Если же возникнет необходимость в определении величины удельного сопротивления пород, то, найдя ее с помощью других электроразведочных методов над однородными породами, легко перейти к определению $\rho_к$ над другими породами, используя результаты измерения разности потенциалов, создаваемых промышленными токами, и предполагая, что величина тока в процессе измерений практически не изменяется.

Небольшой объем проведенных работ не позволяет выяснить глубинность метода и влияние на результаты измерений рыхлых отложений с низким удельным сопротивлением. В районах работ мощность

рыхлых отложений колебалась от 3 до 10 *м*, глубина залегания верхней кромки рудных тел от 3 до 30—40 *м*. Однако уже сейчас можно предполагать, что метод измерения разности потенциалов ПТ найдет широкое применение для геологического картирования и поисковых работ в комплексе с другими геофизическими методами. Наиболее перспективным, по-видимому, является применение этого метода для поисковых работ с условием последующей детализации выявленных зон с пониженным удельным сопротивлением методом дипольного электромагнитного профилирования.

Основными преимуществами метода ПТ по сравнению с другими электроразведочными методами являются простота работ, портативность аппаратуры, высокая производительность и значительно меньшая стоимость. Для проведения работ необходимы оператор и один рабочий; вес прибора составляет 1,5 *кг*, за рабочий день можно выполнить измерения с шагом 10 *м* на профиле длиной до 10 *км*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Великин А. Б., Булгаков Ю. И. Индуктивная электроразведка методом переходных процессов с совмещенным источником и приемником поля. Л., «Недра», 1967.

2. Заборовский А. И. Электроразведка. М., Гостоптехиздат, 1963.

3. Захаров В. Х. Дипольное индуктивное профилирование с амплитудно-фазовыми измерениями при поисках и разведке сульфидных руд. Л., «Недра», 1967.