Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXIX, вып. 2, 1973 г.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННОГО РАДИОПРОСВЕЧИВАНИЯ В ПЕЧЕНГСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ

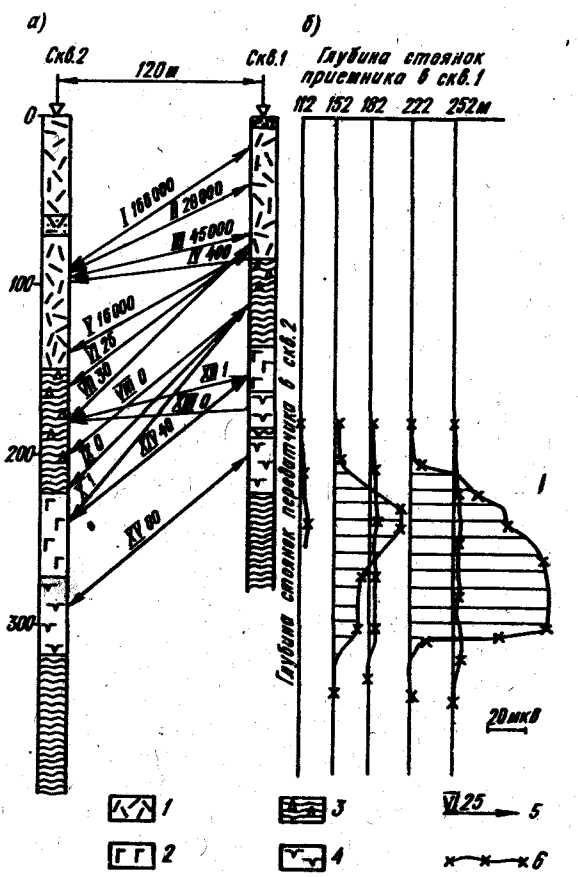
Н.Н.УВАРОВ, С.Г.ПОСПЕЛОВ

Одним из путей повышения эффективности геологоразведочных работ при поисках глубокозалегающих рудных тел, особенно в условиях сложных структур рудных полей, является изучение геофизическими методами околоскважинного и межскважинного пространства. При этом наибольшее распространение и развитие получили электроразведочные методы.

Подавляющее большинство месторождений в Печенгском рудном поле залегает в нижних частях дифференцированных интрузивов на границе с подстилающими породами туфогенно-осадочной толщи. Практически одинаковые электрические свойства руд и пород туфогенно-осадочной толщи существенно осложняют применение в этом районе методов скважинной электроразведки для поисков и разведки рудных тел. В то же время дополнительную информацию о рудных телах можно получить, изучая условия залегания и морфологию ультраосновных интрузий, к которым, как правило, приурочены рудные тела. В ряде случаев интрузии могут служить опорными горизонтами при построении геологических разрезов по разведочным линиям. Применяемые для этих целей векторные скважинные измерения магнитного поля вследствие относительно слабомагнитного разреза имеют значительные погрешности и небольшую глубинность.

В 1972 г. каротажной группой ЛГИ были проведены опытные работы методом скважинного радиоволнового просвечивания с целью выяснения его возможностей для межскважинного прослеживания высокоомных интрузий. В отличие от традиционной области применения – выявления зон высокой проводимости в высокоомных вмещающих породах [3] – метод использовали для изучения пластообразных высокоомных интрузивов, залегающих в низкоомной туфогенно-осадочной толще. Известно [1], что в этом случае распределение электромагнитной энергии в высокоомном пласте существенно зависит от мощности пласта h и длины волны λ. При мощности пластообразного тела, сложенного высокоомными породами, $h > \lambda$ в точке приема кроме пря-

мой волны могут наблюдаться волны, отраженные от границ раздела, а также поверхностные (боковые) волны, образованные волной, распространяющейся по границе раздела. При $h < \lambda$ в высокоомных породах, перекрытых и подстилаемых низкоомными отложениями, распространяется цилиндрическая волна [2]. Напряженность поля в случае образования цилиндрической волны возрастает обратно пропорционально мощности пласта и может заметно превышать напряженность поля в однородной среде при прочих равных условиях [2]. При этом пластообразные интрузивы, залегающие в низкоомной туфогенно-осадочной толще, можно условно рассматривать как своеобразную квазиволноводную систему, внутри которой распространяется энергия.



Распределение интенсивностей сигнала при различных положениях приемника и передатчика (а) и характерные графики интенсивности сигнала при скважинном просвечивании интрузии основных и ультраосновных пород (б), частота 1 МГц

1 – диабаз; 2 – габбро; 3 – туфогенно-осадочные породы; 4 – перидотиты; 5 – номер луча и интенсивность сигнала в мкВ; 6 – характерные графики интенсивности сигнала

Мощность интрузивов основных и ультраосновных пород в Печенгском рудном поле варьируется от первых десятков до нескольких сотен метров. Поэтому закономерности распределения электромагнитного поля в реальных условиях могут соответствовать как первому, так и второму случаям. Из-за сложности волновой картины, обусловленной этими обстоятельствами, на первом этапе работ изучали только распределение уровней принимаемого сигнала в зависимости от положения приемника и передатчика (см.рисунок). Для просвечивания из скважин использовали серийную аппаратуру СРП-6. Измерения проводили по точкам с шагом 10-20 м в скважинах I и 2. Работы проводили на частотах 0,5; I,0; 2,5; 5,0 МГц. Наиболее

четкие результаты получены при использовании частоты 1 МГц. Длина полуантенны приемника и передатчика соответственно 4 и 8 м. Объектом исследований являлись пластообразные интрузивные тела габбро и перидотитов, залегающие, по геологическим данным, в интервалах 134–231 м в скважине 1 и 222–317 м в скважине 2.

Максимальная напряженность поля наблюдается при расположении передающего и приемного устройств в диабазах IУ покрова (лучи I, II, III). Коэффициенты поглощения, вычисленные по этим лучам, невелики и составляют 0,022–0,026 Нп/м. При расположении приемного и передающего устройств в породах туфогенно-осадочной толщи достаточно устойчивого сигнала не удалось добиться даже при максимальной мощности передатчика (лучи УШ, IX). Отсутствие сигнала объясняется, с одной стороны, значительным поглощением радиоволн породами туфогенно-осадочной толщи (при сопротивлении пород 0,5–1,0 Ом·м коэффициент поглощения равен 2–5 Нп/м, максимальная дальность просвечивания сокращается до 10–15 м), с другой, изменением параметров приемного и передающего диполей, помещаемых в проводящую среду, в результате чего снижается чувствительность и отдаваемая мощность устройств.

Когда передатчик и приемник находятся в породах различной электропроводности, следует отметить два наиболее интересных случая.

1. Передатчик расположен в породах низкого сопротивления, приемник – в породах высокого сопротивления, но между приемником и дневной поверхностью отсутствуют породы туфогенно-осадочной толщи (лучи УI, УП). Уровень сигнала при этом остается довольно высоким (до 25–50 мкВ) и практически неизменным при перемещении передатчика. Это свидетельствует о том, что регистрируемая напряженность поля создается не за счет энергии проходящих волн, а за счет энергии волн, индуцированных кабелем передатчика (так называемый „кабельный эффект"). Для описываемого случая особенно неблагоприятным является расположение генератора в высокоомных породах выше приемника, при этом паразитные сигналы достигают максимальных значений (100–400 мкВ). При проведении работ и анализе результатов эти данные необходимо исключить.

2. Передатчик расположен в породах низкого сопротивления, приемник – в породах высокого сопротивления или наоборот, но между ними и дневной поверхностью находится толща хорошо проводящих отложений (лучи XII, XIII). Низкоомная толща экранирует передающий и приемный кабели, уровень паразитных сигналов резко сокращается. Это обстоятельство создает благоприятные условия для изучения методом радиопросвечивания высокоомных пород, залегающих в туфогенно-осадочной толще.

На рисунке *б* представлены характерные графики интенсивности принимаемого сигнала при скважинном просвечивании интрузий основных и ультраосновных пород, которые были объектом изучения. При расположении приемника в породах туфогенно-осадочной толщи (стоянки 112, 252 м) сигнал отсутствует при перемещении передатчика в пределах глубин залегания пород туфогенно-осадочной толщи и незначительно повышается на глубинах залегания пород интрузивного комплекса (до 1–2 мкВ). Неизменный уровень сигнала в пределах глубин залегания интрузивных тел свидетельствует о паразитных

сигналах. Аналогичные результаты получены при установке приемной антенны в пропластке филлитов, разделяющих интрузивные массивы в скважине 1 (стоянка 182 м). Эти данные свидетельствуют о том, что наличие небольших по мощности проводящих отложений в районе приема или разрыв высокоомного пластообразного тела резко сокращают интенсивность регистрируемого сигнала.

Иная картина наблюдается при расположении приемника в высокоомных породах (стоянки приемника 152 и 222 м). Интенсивность сигнала возрастает до 40-70 мкВ, уровень сигнала меняется закономерно с увеличением расстояния. Максимальными значениями интенсивности поля уверенно выделяется область глубин залегания пород интрузивного комплекса, т.е. изучаемая интрузия представляет собой единое тело. Наблюдаемые уровни сигнала при просвечивании высокоомных пород интрузии ниже, чем при просвечивании высокоомных диабазов, что связано с более высокими коэффициентами поглощения пород, поскольку сопротивление диабазов, по результатам электрокаротажа, примерно в 3 раза больше, чем у перидотитов, а также с возможным оттоком энергии как в точке расположения, так и при скольжении волны вдоль границ пласта за счет неидеальной проводимости вмещающей туфогенно-осадочной толщи. При переходе передатчика в породы туфогенно-осадочной толщи сигнал исчезает.

Таким образом, с помощью радиоволнового просвечивания возможно межскважинное прослеживание высокоомных интрузий, залегающих в проводящих отложениях туфогенно-осадочной толщи. Значительное поглощение электромагнитной энергии породами туфогенно-осадочной толщи резко сокращает дальность просвечивания и не позволяет изучать высокоомные тела, отстоящие от скважины более чем на 15-20 м. В то же время наличие проводящей толщи создает благоприятные условия для изучения в проходящих радиоволнах высокоомных интрузивных тел, залегающих внутри толщи, за счет экранирования приемного устройства от паразитных сигналов, индуцированных кабелем передатчика, либо имеющих другое происхождение. Смещение интрузивных тел (разрыв пластообразного тела) ввиду сильного ослабления напряженности поля породами туфогенно-осадочной толщи в отличие от рассматриваемого случая должно выражаться в резком сокращении интенсивности поля при установке приемника и передатчика в интервалах глубин залегания интрузивных тел. Более благоприятными для изучения являются высокоомные пластообразные тела небольшой мощности (случай $h < \lambda$), так как в этом случае максимальная дальность просвечивания превышает дальность просвечивания в однородной среде с аналогичными параметрами, и в связи с небольшой мощностью пластообразных тел могут быть более четко зафиксированы незначительные смещения.

Литература

1. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М., АН СССР, 1957.

2. Петровский А.Д. Радиоволновые методы в подземной геофизике. М., „Недра", 1971.

3. Скважинная рудная геофизика. Под ред. Г.К.Волосюка, Н.И.Сафронова . Л., „Недра", 1972.