

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИНДУКТИВНОСТИ ПЕТЛИ (МИВП) ДЛЯ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ С ПОВЫШЕННОЙ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТЬЮ

С.И. Евдокимов, И.М. Евдокимов, Г.В. Селезнева
Институт геологии УНЦ РАН, Уфа, e-mail: mivp1975@mail.ru

Авторами проведен большой объем работ по применению метода МИВП на поиски магнетитовых руд. Создана методика, позволяющая не только обнаруживать магнетитовые залежи, но и определять глубину их залегания, размеры и вид оруденения — сливной или вкрапленный.

Примерами высокой эффективности служат работы, проведенные на магнитных аномалиях Круглогорского месторождения Челябинской обл., Березовского месторождения в Курганской обл., Изыкском месторождении в Красноярском крае и на аэромагнитной аномалии А-59-2 в Оренбургской обл. Особенностью Круглогорского месторождения [1] является наличие над залежью магнетитов расположенной на глубине 550 м пласта сильномагнитных серпентинитов на глубине 150 м, осложняющих интерпретацию. Работы на Круглогорском месторождении с очевидностью показали необходимость разработки методики с измерением взаимной индуктивности малой петли с большой. А также необходимость измерения проводимости для геоэлектрического разреза.

Опытные работы по применению больших петель 800–1200 м были проведены в Челябинской обл. на Краснокаменной аномалии, вызванной пластом магнетитов на глубине 950 м. Аномальные эффекты от рудного тела для петли 1200 м составили 16 мкГн, для петли 1000 м — 12 мкГн. Установлено, что для измерения с погрешностью не хуже 0,01% достаточно для петли 1200×1200 м: мощности генератора 10 Вт при напряжении 40 В, и провод сечением 0,75–1,5 мм². Измерения показали, что поиск магнетитовых тел на глубине 1 км возможен, но для получения интерпретационных результатов необходимо увеличить размер петли от 1600×1600 м до 2400 м и измерять взаимную индуктивность между петлями.

Опытные измерения на хорошо изученном Изыкском месторождении [2] магнетитов (восточные Саяны) проводились под контролем производителей на неизвестном для авторов объекте. По размерам магнитной аномалии были выбраны размеры петель со стороной 100, 200, 400 м. Измерения проводились на частотах от 2000 до 31 Гц. Аномальные эффекты на частоте 31 Гц составили:

ΔL 100×100 м 3,6 мкГн — 0,4% ΔM 100+200 м 2,47 мкГн — 4,2%
200×200 м 11,1 мкГн — 0,56% 200+400 м 6,05 мкГн — 5,0%
400×400 м 32,0 мкГн — 0,79%.

Повторяемость результатов с независимой раскладкой $\pm 0,01\%$.

По палеткам магнитного зондирования и номограммам для определения площади рудного тела, определена площадь магнетитового пласта, его мощность и глубина залегания. Площадь — 400×400 м, средняя мощность 35 м, глубина до верхней кромки 120–140 м, магнитная восприимчивость 1,1–1,4 ед. СИ. По частотному зондированию четкое разделение зон: рыхлые отложения, высокоомные породы, пласт магнетитов и блок высокой проводимости, представленный более мелкими линзами высокой проводимости на разной глубине и низкоомными породами [2]. Аппаратура фиксировала отсутствие вызванной поляризации (ВП). Полученные результаты интерпретации по всем показателям совпали с известными с точностью около 10%.

Работы на Березовском месторождении [1] организовывались институтом ВИЭМС с целью определения возможности метода в сравнении с методом искусственного подмагничивания. Условием выбора объекта работ, было полное неведение исполнителей об объекте. Исполнителям была представлена только карта магнитной аномалии с выходом в нормальное

поле, и сведения о рыхлых отложениях достигавших мощности ~450 м. Был применен макет аппаратуры, измеряющий индуктивность и взаимную индуктивность на частоте от 1 Гц до 2000 Гц. Аномальные эффекты индуктивности были получены на частотах 1–4 Гц от петель 400×400 м — 2,1 мкГн, 800×800 м — 5,6 мкГн, а взаимной индуктивности 2,9 мкГн. По этим данным была проведена интерпретация с помощью палеток для призм. Определена глубина до объекта 450 м, объект субвертикальный размером ~ 200×200×800 м, магнитная восприимчивость 2 ед. СИ, т.е. магнетиты. Данные частотного зондирования также показали, что объект: локальный, высокопроводящий, неполяризуемый, т.е. магнетиты. Таких данных методом искусственного подмагничивания получить невозможно, для их получения нужно выполнить большой объем работ методом вызванной поляризации. Полученные методом индуктивности петли данные полностью соответствуют реальному объекту. Себестоимость работ МИВП примерно в пять раз ниже, чем методом МИП.

Физика явления такова, что вторичное поле вызванное магнитными породами и рудами находится в фазе с первичным полем петли и не может быть в принципе померено отдельно, т.е. магнитные породы и руды просто усиливают первичное поле петли не вызывая фазовых сдвигов. Поэтому чтобы померить аномальный эффект от тел равных по площади половине площади петли на глубине равной стороне петли необходимо проводить измерения первичного поля или потока электромагнитной индукции поля петли или его эквивалента (индуктивности) с погрешностью не хуже 0,02%, чему удовлетворяет только аппаратура МИВП.

Поскольку условие баланса моста принципиально не зависит от величины тока протекающего через плечи моста, величина тока в петле выбирается исходя из чувствительности нуляндикатора и его помехозащищенности. Это позволяет в большинстве случаев проводить измерения с гарантированной точностью с токами в петле от 0,01 до 1 А. Напряжение генератора безопасное от 1 до 40 В. Исходя из этого можно использовать провод сечением от 0,5 до 1,5 мм² в результате на одну телефонную катушку помещается 1200 м провода. Максимальный вес катушки с проводом не превышает 15 кг. При измерении с термокомпенсацией на одну катушку поместится от 200 до 400 м кабеля. Применение термокомпенсированного моста позволит увеличить глубинность зондирования в 1,5–2 раза, т.е. петля 1600×1600 м позволит зондировать геологическую среду на глубину до 3 км.

Литература:

1. **Евдокимов И.М. и др.** Геофизические методы при поисках и разведке медноколчеданных и магнетитовых месторождений. М.: ВИЭМС, 1984.
2. **Евдокимов И.М. и др.** Научный отчет «Метод индуктивности и взаимной индуктивности на Южном Урале». Уфа, 1993 г.