

О ВОЗМОЖНОСТЯХ МЕТОДА ИНДУКТИВНОСТИ ПЕТЛИ (МИВП)

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

В методе индуктивности для измерения параметров среды, применяется изобретенный авторами «мост для геоэлектроразведки». Метод индуктивный, петлевой. Особенность метода заключается в том, что данные измерений, полученные с одной раскладки петли или нескольких петель позволяют вычислить:

- 1) Магнитную восприимчивость среды или локального тела;
- 2) Проводимость среды — суммарную, послойную и проводимость локального тела;
- 3) Поляризуемость и частотную дисперсию среды или локального тела;
- 4) Геометрические параметры — по модельным палеткам:
 - Размеры локального тела и глубину залегания;
 - Площадь поперечного горизонтального сечения локального объекта – рудного тела;
 - Оконтуривание крупных рудных тел и выявление мелких рудных тел;
 - Определение субвертикальных границ зон отличающихся по геоэлектрическим свойствам.

Аппаратура измеряет полный импеданс петли над средой по составляющим в диапазоне частот от 1 до 4000 Гц, а именно: индуктивность самой петли, эквивалентную электромагнитному потоку, создаваемому током во всей площади петли и внесенную индуктивность, эквивалентную вещественной части вторичного потока петли индуцированной от среды, активное внесенное сопротивление петли, эквивалентное мнимой части вторичного внесенного потока. Среда под каждой петлей проверяется на поляризуемость, в случае обнаружения аномалии индуктивной ВП измерения проводятся по специальной методике.

Также измеряется емкость петля – земля во всем частотном диапазоне. Главный измеряемый параметр индуктивность петли и взаимная индуктивность петель измеряется в зависимости от размера петель с точностью от 0,01% до 0,001%, что подтверждается повторяемостью результатов измерения при независимой контрольной раскладке.

Авторами разработаны отдельные методики по определению геологической природы магнитных аномалий и для поисков геологических объектов обладающих повышенной проводимостью и поляризуемостью.

Аппаратура обладает высокой помехозащищенностью — работы проводились в непосредственной близости от источников помех: высоковольтных линий, бурящихся скважин, подстанций электрических сетей железных дорог и других источников помех, которые наводят в петлю ЭДС помехи до 1 Вольта. В период разработки методики, совершенствовалась авторами и аппаратура. О возможностях метода можно судить по результатам полевых работ проводившихся в разное время в разных районах. Метод опробовался на хорошо изученных месторождениях магнетитовых и медноколчеданных руд, на участках с золотосульфидными рудами, хромитами, графитами. Параллельно с совершенствованием методик поисков и разведки проводились поисковые работы на медноколчеданные и магнетитовые руды в рамках договорных работ с ПГО «Башкиргеология», с ПГО «Оренбурггеология», Челябинская ЧК ГРЭ, ПГО «Красноярскгеология».

Далее приведены примеры опробования метода и использования в поисковых целях в условиях очень высокого уровня промышленных и геологических помех.

На Юбилейном месторождении измерения индуктивности петель размером от 200×200 м до 800×800 м были проведены над всеми основными залежами, расположенными на глубинах от 100 м до 800 м (до верхней кромки) и перекрытыми чехлом рыхлых отложений мощностью до 100 м. Чистый аномальный эффект от рудных тел получен на частотах 31 и 16 Гц [2].

На Октябрьском месторождении [1] над всеми залежами получен чистый аномальный эффект на частотах 31 и 62 Гц. Выявлена аномалия проводимости, связанная с локальным хорошо проводящим объектом меньшего размера, чем залежи Октябрьского месторождения. В районе месторождения Чебачье [1] проведен профиль петлями 400×400 м над рудной залежью находящейся на глубине 360 м, и получена четкая аномалия на частотах 31 и 15 Гц, и по форме кривой частотного зондирования выявлена аномалия проводимости на глубине ~600 м.

На Западно-Озерном рудопроявлении [1] проведены поисковые работы. Использовались петли со стороной 200–400–600 м. Петли раскладывались в два ряда вдоль полотна железной дороги на расстоянии ~20 м. Выявлена аномалия проводимости, примыкающая вплотную к железнодорожному полотну. Расчеты по результатам измерения показали наличие на глубине ~300 м крупной промышленного размера залежи сливных руд. Пробуренная скважина в центре аномальной петли вскрыла на глубине 300 м рудную залежь мощностью 70 м.

Ярким примером возможности использования МИВП в условиях сильных промышленных помех служат выполненные измерения на Южно-Бурибайском участке [1]. Через участок работ проходят 4 высоковольтных ЛЭП, однако наша аппаратура с «глубоким» подавлением промышленных помех позволила выявить три аномалии проводимости явно перспективные на колчеданное оруденение. Одна из аномалий проводимости имеет явную поляризуемость характерную для крупнозернистых вкрапленников и одновременно характеризуется высокой проводимостью на низких частотах вплоть до 16 Гц. Данные по проводимости и поляризуемости аналогичны полученным позднее на Озерном месторождении в Учалинском районе, где также проводились поисковые работы на медноколчеданное оруденение, завершившиеся выявлением аномалии проводимости и поляризуемости, указывающей на значительное скопление вкрапленников.

В Учалинском районе на месте аномалии заряда А-1-1699 [1] выявлена аномалия проводимости, вызванная геологическим объектом высокой проводимости, возможно несколькими телами расположенными друг над другом на глубине 300–600 м, или вертикальным рудным телом. Кривая частотного зондирования представляет собой классический пример кривой частотного зондирования над вертикальным рудным телом, перекрытым рыхлыми отложениями, сравнительно небольшой мощности, погруженным на большую глубину.

В Челябинской области на участке Пчелка [3] работы проводились на поисковых профилях с выявленными ранее аномалиями ВП, для оценки перспективности данных аномалий ВП на медноколчеданное оруденение. Петли 400×400 м раскладывались с шагом 400 и 200 м на профилях 198, 202, 244, 268. На профиле 198 выявлена аномалия проводимости на частоте 31 Гц. На профиле 202 две петли расположенные с шагом 200 м, чистые аномальные эффекты на частотах 31 и 62 Гц. Получены типичные рудные частотные кривые. На профиле 244 не было обнаружено на глубине до 600 м объектов обладающих повышенной проводимостью. На профиле 268 выявлена аномалия проводимости на частоте 31 Гц. Все аномалии рекомендованы нами к проверке бурением.

Примером использования метода МИВП для поисков зон с сульфидной минерализацией могут служить опытные работы на участке у пос. Мансурово [3]. Частотное зондирование, проведенное пятью параллельными профилями, подтвердило северо-восточное простирание изучаемой улутауской вулканогенно-осадочной толщи, характеризующейся значительными неоднородностями проводимости на низких частотах. Прогнозируемое по результатам измерений, скопление сульфидной минерализации было вскрыто скважиной, пробуренной в площади петли № 1.

Метод был опробован на золотосульфидном месторождении Муртыкты. Были разложены 2 петли 200×200 м одна над залежью, а другая в 100 м от нее. Измерения показали над залежью в отличие от вмещающих пород, более высокую проводимость на всех частотах и поляризуемость, несмотря на то, что площадь горизонтального сечения залежи не превышала 1/10 площади петли.

В порядке опытной проверки МИВП на поиски графитовых залежей были проведены поисковые работы на площади подсечения графитов на глубине 90 м у г. Миасс [3]. На покрытой петлями площади рядом с упомянутой залежью выявлена аномалия проводимости, вызванная новой залежью графитов, обнаруженных бурением в рекомендованном нами месте на глубине 59 м. В непосредственной близости от аномалии находится перекресток 2-х высоковольтных ЛЭП. На данной площади проведены работы методом МПП, по результатам которых было пробурено 20 скважин. Ни одна из них не обнаружила ни одной залежи графитов.

Значительные по объему работы были проведены на участке «Месторождение Озерное» и его флангах, всего было разложено 80 петель 200×200 м встык, с перекрытием известного рудного тела. Над рудной залежью выявлена аномалия проводимости со значительной поляризуемостью, нижняя частота, на которой получен аномальный эффект без влияния вмещающих пород — 42 Гц, указывает на сравнительно высокоомные руды — вкрапленные. На участке выявлена аномальная зона, вызванная более крупным проводящим объектом, погруженным на большую глубину 160–170 м. На профилях глубинного частотного зондирования оба объекта четко выделяются как локальные тела высокой проводимости до 1,5 Сим/м. С развитием методики глубинного частотного зондирования — построением профилей послойной проводимости, метод стал применяться для глубинного картирования геологических структур. Примерами таких работ служат выполненные профили зондирования на участках: в районе с. Буранного [3]. Для определения наклона плоскости контакта, профиль был задан вкрест простиранию березовской свиты на контакте с известняками. Полученный геоэлектрический разрез показывает плавное до 20° погружение линий равной проводимости на восток. Это вполне соответствует действительному наклону плоскости контакта.

На участке Курамино изучался контакт меланжа с вулканитами ирендыкской свиты. На геоэлектрических разрезах, полученных петлями 100×100 м и 200×200 м, четко выделяется зона меланжа и крутизна контакта.

Участок Туляково представляет собой выход меланжа, ограниченный с двух сторон вулканитами. Для интерпретации была использована методика расчета послойной проводимости по каждой петле. Профиль пересекает контакты под прямым углом. Вулканиты характеризуются небольшими значениями проводимости и однородностью с глубиной. Меланж характеризуется большими значениями проводимости и значительной неоднородностью.

Эти работы показали, что метод может быть применен кроме традиционных задач индуктивной электроразведки для изучения поверхностных неоднородностей, для прослеживания обводненных пластов, участков с возможными пустотами, для решения задач определения границ раздела водяных и нефтяных пластов, поиска нефтяных залежей на глубинах до 2 км и т.п. В настоящее время авторы работают над созданием вариантов более совершенной аппаратуры, которая могла бы измерять параметры среды в автоматическом режиме с последующей обработкой полученных результатов. Предполагается создать вариант переносимой аппаратуры для условий полного бездорожья с возможностью зондирования до 2 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.** Применение метода индуктивности петли для поисков и разведки медноколчеданных руд. Уфа: ИГ БФАН СССР, 1982.
3. **Евдокимов И.М. и др.** Научный отчет «Метод индуктивности и взаимной индуктивности на Южном Урале». Уфа, 1993 г.