Записки Санкт-Петербургского горного института имени Г.В.Плеханова.
Т.130. СПб. 1992

УДК 550.832

Д.Н.ЛОТОВ

# ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАГНИТНЫХ РУД В СКВАЖИНАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАРМОНИЧЕСКОГО МАГНИТНОГО ГРАДИЕНТ-ЗОНДА

Каротаж магнитной восприимчивости (КМВ) широко и успешно используется при разведке и отработке сильномагнитных железных руд. На этапе разведки магнетитовых месторождений и особенно при подсчете запасов с использованием данных КМВ часто необходимо выделять пропластки слабомагнитных или немагнитных пород, залегающих в сильномагнитной магнетитовой руде. Оценка соотношения мощности рудных и безрудных прослоев имеет важное практическое значение при определении текстурно-структурных особенностей руд, так как от них во многом зависят технологические свойства руд.

Расчет теоретических кривых в магнитном каротаже с двухкатушечным зондом выполнен только для одиночных сильномагнитных пластов. Аналогичные расчеты для системы тонкослоистых магнитных и немагнитных пропластков с учетом конечных размеров катушек зонда выполнить достаточно сложно, поэтому нами была предпринята попытка решить поставленную задачу на основе экспериментальных исследований.

Из результатов работ [5], проводившихся ранее, следует, что с двухкатушечным зондом уверенно выделяются только те пропластки, мощность которых равна или превышает длину зонда. Такая низкая разрешающая способность двухкатушечного зонда затрудняет использование его при решении задач оценки текстурно-структурных особенностей руд. С целью расширения возможностей КМВ и двухкатушечных зондов при выделении тонкослоистых пропластков было предложено несколько вариантов конструкции гармонического магнитного градиент-зонда [1-3]. В частности, конструкция градиент-зонда, выполненного на базе двухкатушечного зонда, представляет собой систему соосных возбуждающей и расположенной на расстоянии $L_и$ измерительной катушек. Рядом с измерительной катушкой находится соединенная последовательно и встречно фокусирующая катушка, выполняющая одновременно и функцию компенсации ЭДС первичного поля измерительной катушки. Расстояние между центрами фокусирующей и возбуждающей катушек $L_ф \approx L_и - 0{,}5(l_ф + l_и)$, где $l_ф$ и $l_и$ – длина соответственно фокусирующей и измерительной катушек.

Принцип действия градиент-зонда заключается в регистрации приращения вторичного поля, вызванного взаимодействием поля возбуждающей катушки с окружающей средой, между двумя точками, расположенными на заданном расстоянии $L_и - L_ф$. Очевидно, что в измерительной цепи такого зонда сигнал

будет наблюдаться только в том случае, когда измерительная и фокусирующая катушки зонда находятся по разные стороны контакта магнитных и немагнитных сред. Выбранная конструкция зонда позволяет достаточно точно определить положение границы раздела. Для определения магнитной восприимчивости в градиент-зонде предусмотрен отдельный измерительный канал, ко входу которого подключена одна только измерительная катушка.

Таким образом, при пересечении градиент-зондом границы раздела магнитных и немагнитных сред по сигналу в одном из каналов определяется положение контакта, а по сигналу в другом канале – усредненная величина магнитной восприимчивости среды, окружающей зонд. Из теоретического обоснования двухкатушечного зонда [4] вытекает требование к длине градиент-зонда : $L_{и} \geq 4d_{с}$, где $d_{с}$ – диаметр скважины. При выполнении данного соотношения влиянием переменного диаметра скважины на результаты измерений можно пренебречь.

Для настоящих модельных раб т[x] был выбран зонд с расстоянием между центрами генераторной и измерительной катушек $L_{и}$ = 200 мм и с расстоянием 10 мм между центрами фокусирующей и измерительной катушек. Длины возбуждающей, измерительной и фокусирующей катушек соответственно равны 67, 9 и 8 мм. Модель слоистой среды собиралась из листов, на которые по определенной сетке накладывались ферритовые кольца. Пространство между слоями ферритовых колец заполнялось немагнитным материалом, причем в центральной части каждого листа имелось отверстие. Модель в сборе имитировала скважину, пересекающую слоистую среду, т.е. чередование магнитных и немагнитных прослоев, общей мощностью $(3 \div 4)L_{и}$, что позволило рассматривать ее как практически бесконечную слоистую среду. Измерения с градиент-зондом были выполнены на моделях с различным соотношением мощности прослоев, причем в каждой серии наблюдений мощность магнитного пропласт оставалась постоянной. Каждая модель имела шифр, соответствующий отношению $h_{м}/h_{н}$, где $h_{м}$ и $h_{н}$ – мощность магнитного и немагнитного прослоев.

Из диаграмм, полученных в серии наблюдений на моделях с шифрами от 6/3 до 6/40, следует, что интерпретация результатов КМВ может быть уверенно выполнена при мощности немагнитных прослоев более 30 мм и $h_{м}/h_{н} \leq 1/5$. В этом случае каждый магнитный пропласток выделяется на диаграмме обособленным экстремумом (см. рисунок). Для моделей с шифрами от 26/13 до 26/52 количество магнитных прослоев регистрируется точно при мощности немагнитных прослоев 26 мм и более. Аналогично на диаграммах, полученных с макетом градиент-зонда на моделях с шифром от 35/8 до 35/66, уверенная интерпретация возможна при мощности немагнитных пропластков 16 мм и более. Также однозначно выделяются немагнитные пропластки мощностью 10 мм при мощности магнитных пропластков 51 мм, $h_{н}/h_{м} \leq 1/5$.

Исследования на моделях показали, что с ростом мощности магнитных пропластков закономерно повышается разрешающая способность градиент-зонда,

---

[x] Экспериментальные исследования выполнялись в НПО „Рудгеофизика" при участии В.Б.Белова.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.с. 1509781 СССР, МКИ[3] G 01 V 3/28. Устройство для каротажа магнитной восприимчивости / Д.Н.Лотов (СССР). Опубл. 23.09.89. Бюл. № 35.

2. А.с. 1509782 СССР, МКИ[3] G 01 V 3/28. Устройство для каротажа магнитной восприимчивости / Д.Н.Лотов (СССР). Опубл. 23.09.89. Бюл. № 35.

3. А.с. 1509783 СССР, МКИ[3] G 01 V 3/28. Устройство для каротажа магнитной восприимчивости / Д.Н.Лотов (СССР). Опубл. 23.09.89. Бюл. № 35.

4. Кудрявцев Ю.И., Мейер Е.А., Шульгин В.С. Теоретические и экспериментальные основы каротажа магнитной восприимчивости с двухкатушечным зондом // Ученые записки Ленинградского ун-та. 1966. № 329. Вып. 18. С. 215-251.

5. Тихонов Б.Н., Лотов Д.Н. Результаты модельных работ по магнитному каротажу с двухкатушечным зондом в маломощных пластах // Методы разведочной геофизики. Шахтно-рудничная геофизика. Сб. статей/НПО „Геофизика". Л., 1978. С. 91-95.