Ватинском месторождении зависимости «ГГКп-ГК» наиболее тесные, с самыми высокими коэффициентами достоверности линейной аппроксимации:

месторождение Самотлор $ГГКп = -0.0041ГК + 2.4309$ $R^2 = 0.611$

Ватинское месторождение $ГГКп = -0.0053ГК + 2.5562$ $R^2 = 0.8171$.

На корреляционной диаграмме «ГГКп-ГК» для месторождения Самотлор видно, что в области невысоких значений ГК уменьшение значений этого параметра сопровождается более резким ростом плотности, что можно расценивать как карбонатизацию. Результат – понижение коэффициента достоверности аппроксимации (R^2) базовой зависимости «ГГКп-ГК» баженовской свиты на месторождении Самотлор. Здесь же нарушены линейные взаимосвязи и между другими геофизическими парамерами в баженовской свите. Самые низкие значения R^2=0,09 на месторождении Самотлор наблюдаются в паре «ГГКп-ПС» (рис. 2), в то время как на Ватинском месторождении это одни из наиболее взаимосвязанных геофизических параметров (R^2=0,71).

Таблица 2

Геофизические параметры битуминозных карбонатно-глинисто-кремнистых пород баженовской свиты в разрезах нефтяных месторождений Ватинское и Самотлор

Месторождение	Интервал разреза, м	ГГКп, г/см3	ГК, мкР/час	НКТ	ПС, мВ
Самотлор	2726,4 – 2741,4	2,24 (2,07 – 2,53)	45,31 (14,62 – 107,45)	3,66 (1,7 – 11,1)	117,09 (107,2 – 127,2)
Ватинское	2757 – 2769	2,18 (2,01 – 2,53)	71,02 (14,02 – 106,74)	2,75 (1,76 – 7,71)	106,04 (83,73 – 127,99)

Сравнение результатов ГИС на двух месторождениях, различающихся по запасам нефти на несколько порядков, имеет смысл, в основном, для выявления геофизических признаков именно гигантских месторождений. И с точки зрения возможного обнаружения таких месторождений по геофизическим данным, и с точки зрения уточнения генезиса месторождений углеводородов в целом. Из результатов настоящей работы следует, что гигантское месторождение (Самотлор) отличается:

- классическим отображением в данных ГИС резко расслоенного литологического разреза, высокой степенью взаимосвязанности в нем геофизических параметров и повышенной радиоактивностью пород;
- отличием баженовской свиты от классического варианта, с нарушением тесноты взаимосвязи между базовыми геофизическими параметрами (плотность-радиоактивность) и понижением радиоактивности пород свиты.

Выявленные отличительные геофизические признаки гигантских месторождений, конечно, требуют и подтверждения и уточнения, что будет составлять содержание дальнейших исследований.

МЕТОДЫ КАРОТАЖА НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА

С.Е. Жуков

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Железо, как готовый продукт, нельзя найти в природе в чистом виде. В основном оно присутствует в составе минералов горных пород различного генезиса. Выделяют месторождения железа осадочного, метаморфогенного и контактово-метасоматического типов. Высокая плотность железосодержащих пород порождает аномалии в гравитационном поле. Электромагнитные свойства железных руд создают аномалии в электрических и магнитных полях. Поэтому при поисках железорудных месторождений в основном применяют методы гравиразведки, магниторазведки и электроразведки. Комплекс таких методов позволяет довольно уверенно определить местоположение железорудных тел.

Геофизические методы поисков месторождений в целом делятся на два этапа. На первом этапе проводятся полевые геофизические исследования. На втором этапе, для уточнения параметров рудного тела, бурятся скважины. При бурении скважин в пределах выявленных аномалий различными методами каротажа определяется интервал залегания, область распространения и процентное содержание железа в рудной залежи. При проведении геофизических исследований в скважинах в основном применяют электрические, ядерные и магнитные методы. Задачей наших исследований является сопоставление комплексов методов ГИС для изучения железорудных залежей разного генезиса.

Объектами исследования являются два железорудных месторождения различного генезиса: Бакчарское осадочное и Верхнеомолонское метаморфогенное.

Бакчарское железорудное месторождение осадочного типа расположено в юго-восточной части Западно-Сибирского железорудного бассейна [2]. Железорудный горизонт приурочен к подошве люлинворской свиты. Мощность горизонта меняется от 11 до 24 м. Главными рудообразующими компонентами руд являются гидрогетитовые и лептохлоритовые оолиты, а также мелкозернистый, реже крупнокристаллический сидерит. Для литологического расчленения разреза в скважинах месторождения проведены записи КС и ПС. Для определения технологического сорта руд сложного состава на месторождениях осадочного типа рекомендуется применение плотностного гамма-гамма каротажа и метода ВП для выделения в разрезе минералов с электронной проводимостью. Но на Бакчарском месторождении эти исследования не проводились.

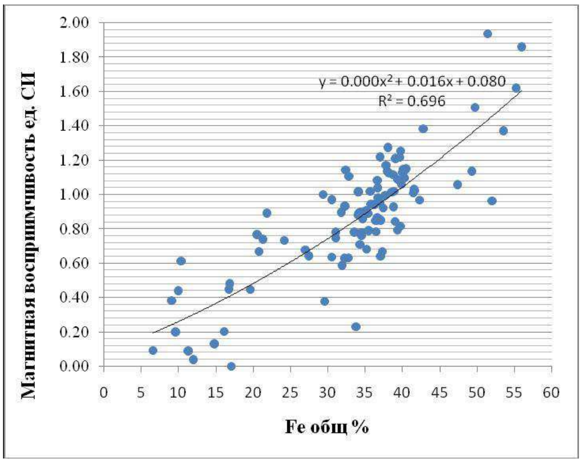

Рис. Зависимость магнитной восприимчивости от общего содержания железа в железистых кварцитах Верхнеомолонского месторождения

Вещественный состав руд определялся рентгенофлуоресцентным анализом (РФА). Весь поднятый керн подвергался каппаметрическим измерениям. При этом среднее значение магнитной восприимчивости Бакчарского месторождения составило $0,411\times10^{-3}$ ед. СИ, для нерудных вмещающих толщ (как до-, так и пострудных) — $0,259\times10^{-3}$ ед. СИ, для рудного горизонта — $0,822\times10^{-3}$ ед. СИ. Максимальное значение характерно для скважины, пробуренной на восточной части месторождения и составило $1,4\times10^{-3}$ ед. СИ [1]. Таким образом, применение каппаметрии позволило выделить рудные интервалы.

Верхнеомолонское железорудное проявление метаморфического происхождения приурочено к Южно-Омолонскому железорудному району и находится в пределах Ольдяньского рудного узла. Географически район расположен на Колымском нагорье в верхней части бассейна реки Омолон. Железорудные проявления представлены метаморфогенно-метасоматическими рудами формации железистых кварцитов, в которых заключается более 90% всех учтённых прогнозных ресурсов на территории области. Они связаны с выходами мигматитовых гнейсов, амфиболитов и кристаллических сланцев архея-протерозоя, вмещающими пластовые и линзовидные тела железистых кварцитов, содержащих от 20 до 60% железа.

При проведении ГИС на Верхнеомолонском железорудном проявлении выполнены гамма каротаж (ГК) и каротаж магнитной восприимчивости (КМВ). ГК проводился для литологического расчленения разреза. Наименьшей мощностью экспозиционной дозы (до 4 мкР/час) характеризуются рудные зоны железистых кварцитов. Песчаники и зоны метасоматитов имеют мощность экспозиционной дозы (МЭД) от 6 до 15 мкР/час. Алевролиты характеризуются значениями в 12-18 мкР/час и самыми высокими значениями МЭД (до 120 мкР/час) отмечаются зоны дробления и интрузивные породы.

По данным КМВ четко выделяются железистые кварциты с минимальными значениями 586×10^{-3} ед. СИ и максимальными - 2388×10^{-3} ед. СИ, амфиболиты 0,01-0,05 ед. СИ. Значениям 0,05-0,4 ед. СИ соответствуют породы, в небольших количествах содержащие магнетит (см. табл.). Все остальные разности пород обладают слабыми магнитными свойствами. При бурении в скважине 8 вскрыты девять тел железистых кварцитов мощностью от первых метров до десятков метров. По трём, наиболее крупным телам, подсчитаны средние значения магнитной восприимчивости: в интервале 86,9–102 метра она достигает 0,874 ед. СИ, 149,4–162,2 метра – 1,137 ед. СИ, 165,8–175,2 метра – 0,988 ед. СИ. В скважине 9 встречено еще больше мелких тел железистых кварцитов, в наиболее значимом интервале (221,9 – 246,6 м) среднее значения æ равно 0,911 ед. СИ. Дополнительно проведена каппаметрия по всему объему керна. При сопоставлении диаграмм КМВ и каппаметрии по керну отмечается хорошая сходимость. На рис. показана зависимость магнитной восприимчивости от общего содержания железа в железистых кварцитах Верхнеомолонского месторождения. Величина достоверности аппроксимации позволяет использовать эту зависимость для подсчета содержания железа.

Таблица

Петрофизические свойства пород участка Верхнеомолонсккий

№ п/п	порода	Магнитная восприимчивость (æ)$\times10^{-3}$ ед. СИ	Плотность пород (ρ) г/см^3
1	амфиболит	45.44	3.04
2	мигматит	6.39	2.64
3	гранитогнейс	71.67	2.75
4	железистый кварцит	1394.37	3.53

Таким образом, достаточным комплексом геофизических исследований для уточнения параметров рудного тела на осадочных месторождениях можно принять следующие методы: КС, ПС, РФА, каппаметрия по керну. Для месторождений метаморфического генезиса в комплекс методов необходимо включить ГК, КМВ и определение магнитной восприимчивости по каппаметрии керна.

Литература

1. Рудмин М.А. Каппаметрические и фациальные исследования рудовмещающих горизонтов Бакчарского месторождения (Томская область) // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории: Материалы VII Всероссийского литологического совещания.- Новосибирск, 2013. – Т.3. – С.21–25.
2. Рудмин М.А. Фациальные особенности и магнитная восприимчивость рудовмещающих отложений бакчарского железорудного проявления (Томская область) // Известия томского политехнического университета. – Томск, 2014. – Т.324. №1. – С. 48–55.

ОЦЕНКА ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ВЫСОКОМАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.О. Зиннатуллин, А.П. Варзаков

Научный руководитель доцент В.Б. Виноградов

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

При проведении геофизических работ на полиметаллическом месторождении были обнаружены три близко расположенных наклонных пласта, сложенных магнетитом. В скважине были проведены измерения магнитной восприимчивости и горизонтальной и вертикальной компонент магнитного поля (рис.1а). На рис. 1 приведены вертикальные карты магнитной восприимчивости (б), вертикальной (в) и горизонтальной (г) составляющей магнитного поля. Магнитные данные позволили определить направление и угол падения рудоносных пластов изучаемого месторождения. Так как объекты сильномагнитные, возникает задача истолкования магнитных данных с учетом взаимовлияния объектов.

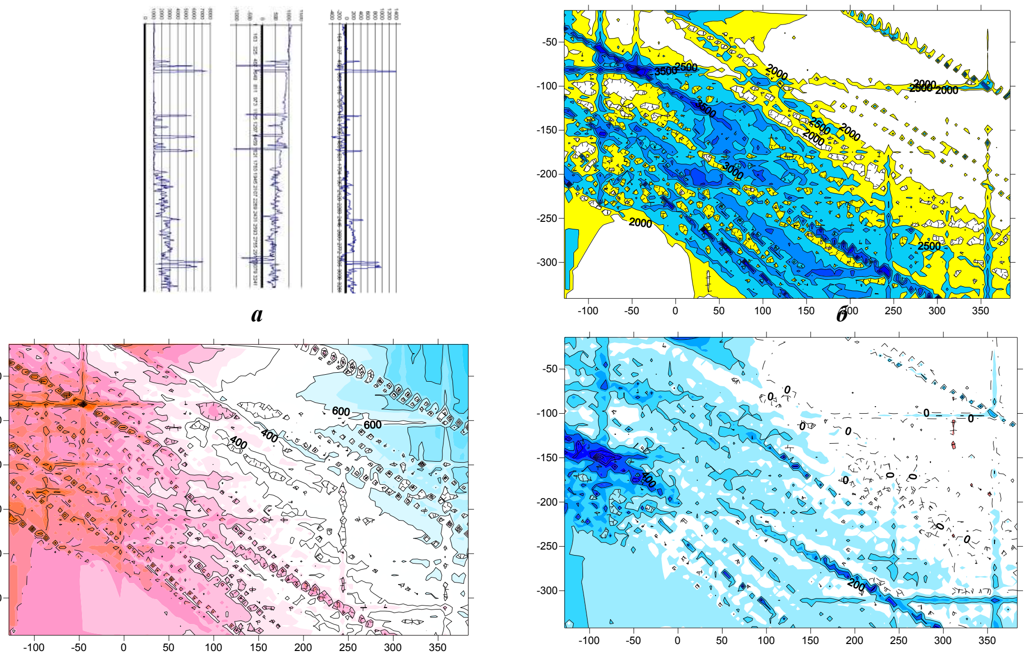

Рис. 1. Графики магнитной восприимчивости вдоль ствола скважины (а), карты магнитной восприимчивости (б), вертикальной (в) и горизонтальной (г) составляющих вектора магнитного поля полиметаллического месторождения (оцифровка в 10^{-5} СИ и нТл)

Изучение влияния сильномагнитных объектов с помощью физического моделирования интенсивно проводилась в 50-70 гг. XX века, а с появлением ЭВМ возобладало математическое моделирование. Позднее Ю. И. Блохом [1] была разработана комплексная теория взаимовлияния намагниченных тел. Решение прямой двухмерной обратной задачи магниторазведки основано на представлении объекта совокупностью горизонтальных круговых цилиндров, шаров, эллипсоидов. В данной работе рассмотрен метод решения прямой задачи для тел произвольной формы с учетом размагничивания на основе физического моделирования.