

Магнитные свойства горных пород и минералов

Данная тема предполагает изучить следующие вопросы: Способность материалов и горных пород намагничиваться. Изучить три группы минералов: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.

Магнитную восприимчивость измеряют как на образцах горных пород, так и в естественном залегании. С помощью так называемых астатических магнитометров (см. 5.1) измеряются магнитные свойства образцов произвольной формы. Число образцов одной породы должно составлять несколько десятков, чтобы результаты были статистически обоснованы. Для изучения ~~ж~~ в естественных условиях залегания пород применяются разного рода каппаметры.

Магнитные характеристики осадочных пород обусловлены главным образом акцессорными минералами, обладающими выраженными ферромагнитными свойствами – магнетитом и его разновидностями, маггемитом, гематитом и гидроокислами железа.

Значения магнитной восприимчивости осадочных пород существенно меньше значений ~~ж~~ магматических пород, поскольку содержание в них ферромагнитных минералов ниже. Наиболее распространенные породообразующие минералы осадочных пород (кварц, кальцит, полевые шпаты, гипс, ангидрит, галит) являются диамагнетиками или слабыми парамагнетиками и естественно не вносят заметного вклада в магнитную восприимчивость пород.

Среди сильных парамагнетных минералов наибольшую роль играют сидерит, хлорит, пирит, ильменит, биотит, иногда глинистые минералы.

Однако в значительной мере эта роль обусловлена примесями, реликтами и новообразованиями железоокисных минералов с ферромагнитными свойствами. С этими включениями и примесями связаны повышенные значения магнитной восприимчивости.

Магнитные минералы присутствуют в виде зерен магнетита, мартита и гематита с эффективным диаметром от 0,01 до 2 мм. По размерам эти зерна принадлежат к песчано-алевритовой фракции.

В глинистых породах они встречаются в виде тонкорассеянного гематита, маггемита осадочно-диагенетического происхождения. Диаметры зерен в этом случае изменяются от долей микрометра до нескольких десятков микрометров. Все эти частицы попадают в глинистые фракции.

Нефть является диамагнетиком. Ее магнитная восприимчивость примерно равна $(-1) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. В зависимости от плотности и состава магнитная восприимчивость нефти может несколько изменяться. В пластовых условиях нефть может характеризоваться даже слабыми парамагнитными свойствами, что обусловлено молекулярными свойствами органических компонент с железом и его окислами и повышенной концентрацией этих соединений.

Магнитные свойства газа неизвестны. По аналогии с другими газами можно предполагать, что значения магнитной восприимчивости имеет порядок $1 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ.

Магнитные аномалии от залежей связываются с различием магнитной восприимчивости углеводородов и законтурных вод, а также пород коллектора. При остывании расплавленных минералов и горных пород и переходе их температуры через точку Кюри они намагничиваются окружающим магнитным полем, приобретая начальную остаточную намагниченность (J_r). Если напряженность магнитного поля начнет возрастать, то J_r также растет до некоторого предела. При уменьшении магнитного поля она уменьшается до некоторой остаточной намагниченности. Чтобы ее уничтожить, нужно приложить поле противоположного знака, называемого коэрцитивной силой. Она является мерой жесткости остаточной намагниченности. В истории Земли были многократные изменения не только интенсивности, но и знака магнитного поля. Поэтому существующая в настоящее время величина J_r отражает сложную магнитную жизнь породы и, может быть, неоднократную ее перенамагниченность. Методика измерений J_r основана на представлении о том, что каждый образец является магнитным. Поэтому, измеряя три магнитные составляющие поля такого магнита (H_x, H_y, H_z) на нескольких расстояниях от его центра, можно получить избыточную систему уравнений для расчета $J = \kappa T + J_r$ (за T принимается среднее магнитное поле района

расположения лаборатории). С помощью специальных приемов проводится определение первичной намагниченности во время образования породы и исключения вторичных перемагничиваний за время ее жизни. Число образцов должно составлять десятки для каждого стратиграфического комплекса пород для дальнейшей статистической обработки. Далее по ним определяются усредненные значения склонения ($D_{др}$) и наклонения ($J_{др}$) древнего магнитного поля (см. рис. 2.1), позволяющие оценить положение геомагнитного полюса во время образования породы в современной системе географических координат.

Третьим магнитным параметром горных пород является магнитная проницаемость $\mu = 1 + 4\pi\kappa$, которая практически у всех горных пород равна магнитной проницаемости вакуума ($\mu = \mu_0$, так как $\kappa < 10^{-5}$ ед. Си). Лишь у ферромагнитных руд μ может достигать нескольких единиц.

Требуется изучить теоретический материал по одному из рекомендованных ранее учебнику, например, А. А. Логачев «Магнитная разведка» глава 2, параграф 6-13. (стр. 28-66).

Литература.

1. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. Л., Недра, 2001.
2. Магниторазведка. Справочник геофизика. М., Недра, 2000.
3. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика. М., Недра, 2002.