

ПРИРОДА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ

Отримані експериментальні результати, на підставі аналізу яких показано, що електромагнітні випромінювання (ЕМВ) порід з пустотною текстурою пов'язані з процесами масопереносу флюїдів.

NATURE OF ELECTROMAGNETIC RADIATIONS BY ROCKS

There are experimental results got by us, the analysis of which allows to link the electromagnetic radiations of rocks with the features of hollow space.

Электромагнитные излучения горных пород широко используют для диагностики предразрушающего состояния горных пород и процессов их природного и техногенного разрушения [1, 2, 3, 4].

Однако полной ясности в вопросе выяснения источников излучений и их связи с процессами, протекающими в породном массиве, нет. Поэтому предпринята попытка сформировать представления о процессе ЭМИ на основе экспериментальных данных, выполненных в лабораторных и наземных условиях с помощью прямых и дистанционных методов регистрации ЭМИ горными породами.

Проанализируем объекты, излучающие ЭМИ, средства контроля уровня ЭМИ и факторы, влияющие на интенсивность ЭМИ.

Объекты, излучающие ЭМИ – преимущественно осадочные горные породы. В процессе осадконакопления упаковка их минерального вещества в виде обломочного и коллоидного материала не идеальна. Это приводит к образованию в породах пустот: пор и трещин. В методах определения пористости и трещиноватости в эксперимент вовлекаются, как правило, незаполненные, незалеченные поры и трещины. Поэтому пустотность пород всегда в количественном выражении занижается.

Минеральная система, представленная твердой, жидкой и газообразной фазами, в условиях внешних воздействий сопровождается взаимным смещением фаз относительно друг друга. В результате возникают направленные или колебательные перемещения фаз относительно друг друга. Они сопровождаются упругими, электромагнитными и другими явлениями. Такие явления могут быть взаимосвязанными и самостоятельными, что зависит от структурно-текстурных особенностей пород.

Средства контроля уровня ЭМИ в лабораторных, полевых и подземных условиях разнообразны. В России индикаторы ЭМИ выпускают в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске. В Украине базовым прибором является радиоволновый индикатор производства Западно-Украинской геофизической экспедиции (РВИНДС). В НГУ с привлечением студенческой молодежи изготовлен простейший приемник – индикатор ЭМИ чувствительностью 2мкВ/см, в кото-

ром для приема сигналов использована антенна, принимающая электрическую составляющую электромагнитного поля.

Факторы. На основании контактных методов контроля электрического состояния углей установлено, что нагрев и сжатие угольных образцов сопровождаются шумами [5].

Нагрев в сравнении с давлением (на единицу изменения) вносит существенно больший вклад в изменение электрических характеристик активируемых образцов. Еще более существенный вклад в изменение электрических характеристик активируемых образцов вносит состояние контакта электрод – поверхность образца [6].

Типичный вид кривой ЭМИ образца угля марки Д приведен на рис. 1. Анализ кривой позволяет описать качественно механизм формирования излучений за счет выхода газа до 100 °С, паров воды – в интервале 110 – 120 °С и газообразной фазы – свыше 120 °С. Частота колебаний ЭМИ уменьшается при удалении из угля влаги, что соответствует соотношению скоростей переноса газа и паров воды.

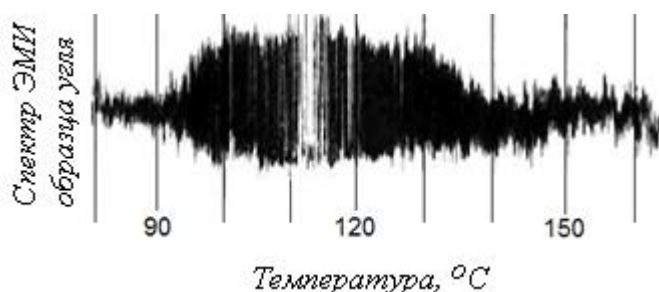


Рис. 2 – Спектр ЭМИ образца угля марки Д при нагреве под избыточным давлением

Естественно, что с переходом от контактных к бесконтактным методам контроля состояния пород и углей часть информации теряется.

Сравнительные результаты приема сигналов с помощью антенн, воспринимающих электрическую и магнитную составляющие ЭМИ, продемонстрированы на рис. 2. За базовый прибор принят радиоволновый индикатор производства Западно-Украинской геофизической экспедиции РВИНДС.

Из анализа приведенных на рис. 2 данных следует, что показания отражают один и тот же возмущающий объект вблизи точки наблюдения 20 – троллей, неравномерный отбор тока с которого приводит к ЭМИ – излучению.

За чертой г. Днепропетровска выполнен маршрут вкрест русла балки с целью выяснения влияния на интенсивность ЭМИ рельефа местности (рис. 3).

Установлено, что на бортах балки почти симметрично руслу расположены две аномалии ЭМИ, соответствующие увлажненным участкам склонов. Природа ЭМИ связана с просачиванием воды через грунт рыхлых отложений – суглинка. Следовательно, просачивание воды через грунт имеет сложный механизм, сопровождающийся ЭМИ.

Таким образом, на основе анализа приведенных экспериментальных данных можно сделать выводы:

- имеют место случаи прямой зависимости интенсивности ЭМИ от рельефа местности, где рыхлые отложения перекрывают породы кристаллического фундамента;
- при пересечении балок на фоне уровня ЭМИ могут фиксироваться аномалии, приуроченные к местам выхода вод;
- повышенные значения ЭМИ также присущи породам кристаллического фундамента, сложенным породами основного состава;
- при бурении в лабораторных условиях мрамора без помывки регистрируются ЭМИ, с промывкой водой – ЭМИ становятся нерегистрируемыми;
- на результаты измерений оказывают влияние техногенные факторы - различные излучающие электромагнитные волны источники, которые выявляются по "ураганным" показаниям или кратковременному проявлению;
- перенос влаги и газа через уголь сопровождаются ЭМИ с различной частотой, что позволяет постановку экспериментов по выявлению участков массопереноса жидкой и газообразной фаз в зонах массива горных пород с градиентным распределением напряжений;
- в совокупном проявлении источники ЭМИ в горных породах по интенсивности могут быть расположены в ряду в ряду: деформация – разрушение – энергомассоперенос – изменение условий на поверхностях контакта фаз (в том числе и гальванического контакта электрод – поверхность образца).

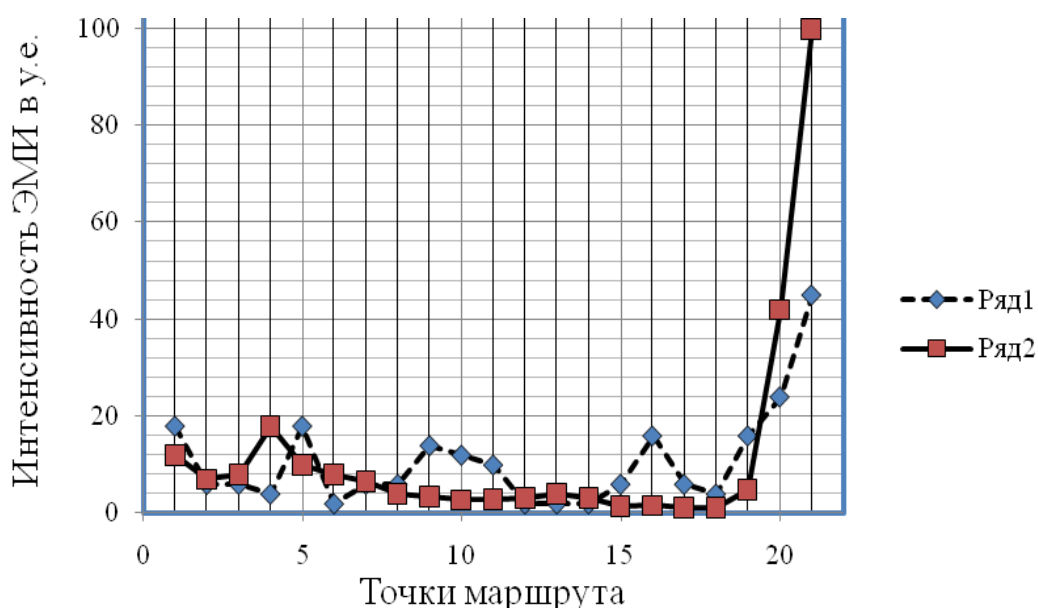


Рис. 2 - Результаты параллельных измерений уровня ЭМИ в у.е. приборов НГУ (2) и РВИНДС (1)

Оставаясь в целом электронейтральной системой, система "твердый скелет – жидкость – газ", способна к генерации взаимосвязанных механических и электромагнитных полей.

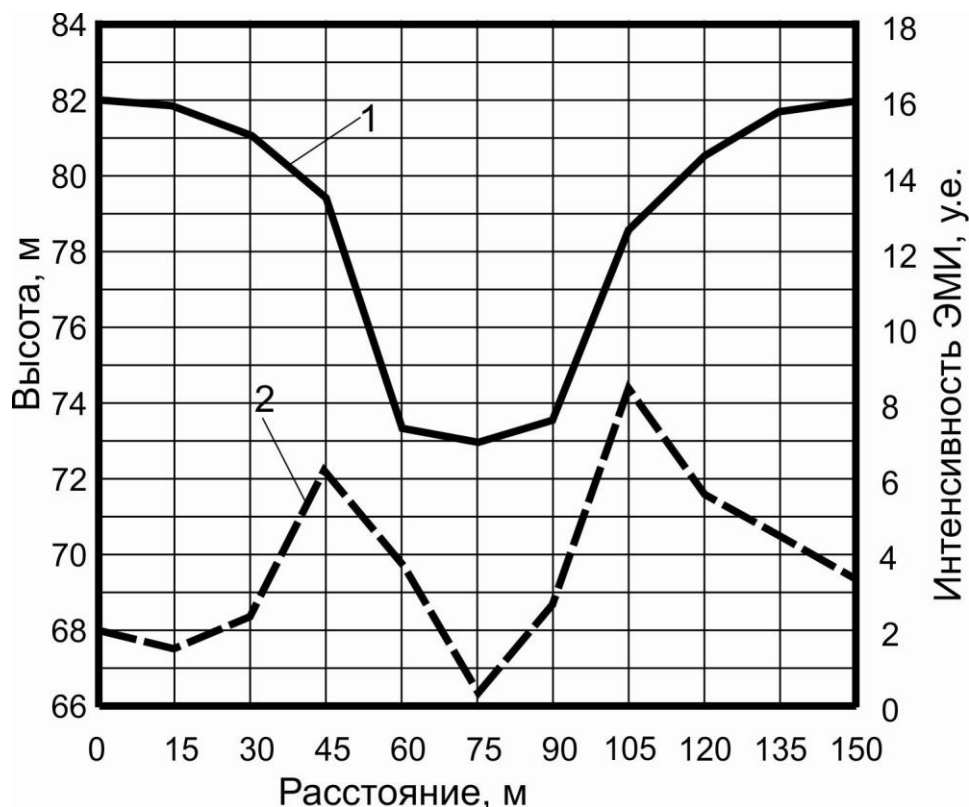


Рис. 3 - Кривые изменения рельефа местности (1) и ЭМИ (2)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О природе электромагнитных волн, излучаемых горными породами при их нагружении / А. А. Воробьев, В. Ф. Ширяев, Л. А. Защинский, В. Д. Евсеев // Проблемы нефти и газа Тюмени. – 1974. – Вып. 4. – С. 77 – 80.
2. Воробьев А. А. Импульсное радиоизлучение при царапании некоторых диэлектрических материалов / А. А. Воробьев, В. М. Чаусов, В. Ф. Гордеев // Изв. высш. учеб. заведений. – Физика. – 1977. – № 10. – С. 126 – 128.
3. Курленя М. В. Стадийность процесса разрушения на основе исследования ЭМИ-излучения / М. В. Курленя, Г. Е. Яковицкая, Г. И. Кулаков. – ФТПРПИ. – 1991. – № 1. – С. 41 – 49.
4. Изучение электромагнитной эмиссии при бурении анизотропных пород. Материалы докладов 4-го Международного симпозиума по бурению скважин в осложненных условиях / В. В. Кривошеев, И. А. Нейштетер, А. А. Ларин, В. Д. Гордеев. – С-Петербург : РИЦ С.-Петербургского ГГИ, 1998. – С. 48.
5. Соболев В. В. Изменения электрических характеристик углей при избыточных давлении и температуре / В. В. Соболев, А. С. Поляшов, В. Г. Тарасенко. – Науковий Вісник НГУ, 2008. – № 7. – С. 82 – 86.
6. Соболев В. В. Шумы при измерениях электрических характеристик углей / В. В. Соболев, А. С. Поляшов, В. Г. Тарасенко // Уголь Украины. – 2010. – №4. – С. 41 – 42.