

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭМИССИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ТАШТАГОЛЬСКОГО РУДНИКА

Дудин Е.А., Яворович Л.В., Беспалько А.А.

Научный руководитель Суржиков А.П., д.ф.-м.н., профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

Lusi@tpu.ru

Одним из способов, используемых при подземной отработке твердых полезных ископаемых, является проведение технологических взрывов, которые вызывают ускоренное перераспределение механических напряжений в горном массиве. В результате возникают удароопасные ситуации и происходят геодинамические события, которым предшествуют сложные физические процессы накопления и релаксации механических напряжений, сопровождающиеся изменением различных физических характеристик породного массива. Для оперативного определения текущего состояния массива и геодинамической опасности, а также обоснованного принятия решений по выбору оптимальных вариантов управления состоянием горного массива очень важен мониторинг изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) массивов горных пород на месторождениях полезных ископаемых склонных к горным ударам. Это обеспечит безопасность людей, окружающей среды, промышленных объектов и горных работ.

Одним из доступных способов мониторинга изменения НДС массива горных пород является метод, основанный на регистрации изменений характеристик электромагнитной эмиссии (ЭМЭ) при механоэлектрических преобразованиях в горных породах. Такой мониторинг можно проводить с использованием регистратора электромагнитных и акустических сигналов (РЕМС1), разработанного и изготовленного в ПНИЛ ЭДиП ТПУ [1-4]. Для оценки геодинамической активности, в комплексе с измерениями характеристик электромагнитной эмиссии, используются сейсмические данные, полученные в период проведения массовых технологических взрывов.

Экспериментальные исследования характеристик электромагнитной эмиссии (ЭМЭ) при изменении напряженно-деформированного состояния массива горных пород проводились на Таштагольском руднике в период проведения массового взрыва.

Изменение характеристик электромагнитной эмиссии, зарегистрированные с использованием регистратора РЕМС1 при подключении индукционных датчиков (ДИП) в период проведения массового взрыва приведены на рис.1.

Функциональные возможности РЕМС1 позволяют анализировать изменение ЭМЭ на каждой из частотных полос в диапазоне от 1 до 100 кГц. Для анализа на рисунках показаны выбранные полосы частот 2 кГц (рис.1е), 15 кГц (рис. 1д), 100 кГц (рис.1г), широкая полоса 1-100 кГц (1в), а также изменение акустической эмиссии (АЭ) на рис. 1б и интенсивности ЭМЭ (счет) на рис. 1а, характеризующие изменения ЭМЭ, как в низкой полосе частот, так и в высокой.

Анализируя полученные результаты следует отметить, что момент массового взрыва четко отслеживается регистратором. В момент самого взрыва резко возрастает уровень ЭМЭ во всем диапазоне регистрируемых частот. Это свидетельствует о том, что значительная часть энергии взрыва расходуется на разрушение определенной части массива горных пород, в которых происходят механоэлектрические преобразования.

Результатом механоэлектрических преобразований является регистрируемая электромагнитная эмиссия в широком диапазоне частот. Продолжительность электромагнитного возмущения от действия самого взрыва продолжалась 23-30 сек. После взрыва по каналам: «счет», широкой полосе и по каналу 100 кГц наблюдалось снижение уровня электромагнитной активности по сравнению с фоновым значением, зафиксированным до взрыва. По каналам 2 кГц и 15 кГц наблюдается увеличение электромагнитной активности. В этот период времени наблюдается активная акустическая эмиссия (рис.1б), что является следствием релаксации горного массива после взрывного воздействия. Акустическая активность проявляется в виде толчков различной интенсивности, соответствующих 2-3 классу по шкале интенсивности геодинамических событий. Сравнивая полученные результаты можно заметить, что на общем фоне изменения характеристик ЭМЭ, зарегистрированных с использованием датчиков ДИП, наблюдаются моменты резкого возрастания. Эти возрастания электромагнитной активности также соответствуют моментам толчков, зафиксированных сейсмостанцией Таштагольского рудника.

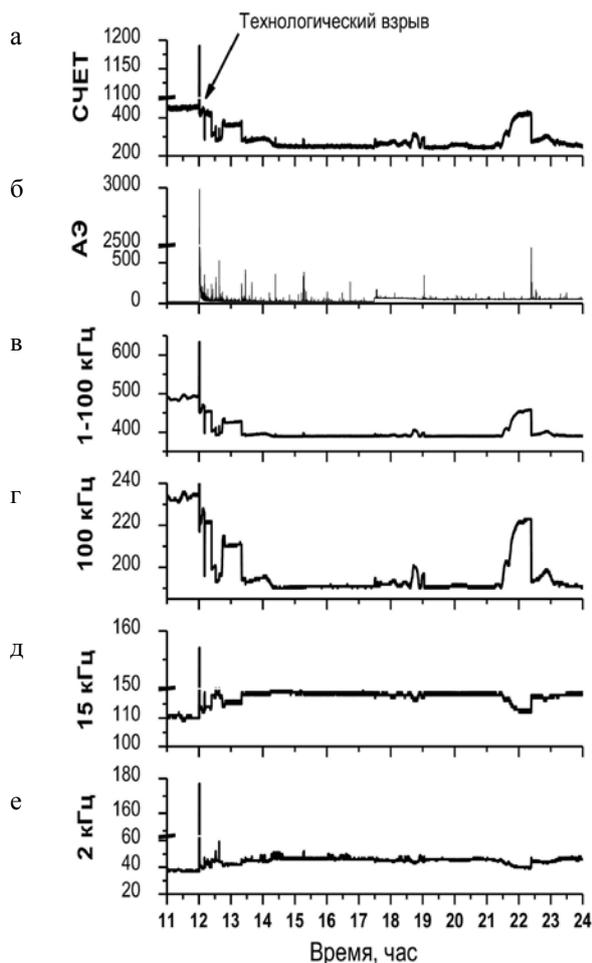


Рис.1 Изменение усредненной амплитуды ЭМС и интенсивности ЭМЭ в период проведения массового взрыва в Таштагольском руднике:
а – интенсивность ЭМЭ; б – интенсивность акустической эмиссии; в – усредненная амплитуда ЭМС в широкой полосе частот от 1 до 100 кГц; г - усредненная амплитуда ЭМС на частоте 100 кГц; д - усредненная амплитуда ЭМС на частоте 15 кГц; е - усредненная амплитуда ЭМС на частоте 2 кГц.

Обращает на себя внимание резкое увеличение электромагнитной активности через 10 часов после взрыва по каналам «счет», 1-100 кГц и 100 кГц. Это увеличение продолжалось 1,5 часа. Затем последовал резкий сброс. В это же самое время по

каналам 2 кГц и 15 кГц наблюдается снижение электромагнитной активности, продолжающееся также 1,5 часа. По каналу АЭ в это время наблюдается резкий выброс. Этот выброс соответствует произошедшему толчку, зафиксированному сейсмостанцией «Таштагол» с энергией $8,9 \cdot 10^4$ Дж на расстояние от места установки регистрирующей аппаратуры 151 м. Анализируя полученные результаты следует отметить, что в данном случае произошедшему геодинамическому событию предшествовало изменение характеристик ЭМЭ. По высокочастотным характеристикам наблюдается повышение усредненной амплитуды ЭМЭ, а по низкочастотным наоборот снижение. Основываясь на этих экспериментально полученных результатах можно предположить, что увеличение амплитуды высокочастотных составляющих ЭМЭ может служить предвестником готовящегося геодинамического события.

Литература

1. Bepal'ko, A.A., Surzhikov, A.P., Yavorovich, L.V., Fedotov, P.I. Controlling the structural distortions of mine-field rock masses using the parameters of mechanoelectric transformations// Russian Journal of Nondestructive Testing.-2012.- 48 (4).- pp. 221-225.
2. Bepal'ko, A.A., Yavorovich, L.V., Fedotov, P.I. Diagnostics of destruction zone development in rock specimens during uniaxial compression based on the spectral characteristics of electromagnetic signals// Russian Journal of Nondestructive Testing.- 2011.- 47 (10).-pp. 680-686.
3. Bepal'ko, A.A., Yavorovich, L.V., Viitman, E.E., Fedotov, P.I., Shirts, V.A. Dynamoelectric energy transfers in a rock mass under explosion load in terms of the Tashtagol mine// Journal of Mining Science.-2010.- 46 (2).-pp. 136-142.
4. Bepal'ko, A.A., Yavorovich, L.V., Fedotov, P.I. Mechanoelectrical transformations in quartz and quartz-bearing rocks under acoustic action//Journal of Mining Science.-2007.- 43 (5).- pp. 472-476.