

МЕТОД ИНФРАКРАСНОЙ РАДИОМЕТРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Беспалько Анатолий Алексеевич, Федотов Павел Иванович, Чулков Арсений Олегович, Штирц Владимир Александрович, Яворович Людмила Васильевна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.

Научный руководитель Беспалько А.А.

E-mail:besko48@tpu.ru

Ранее авторами методом ИК-радиометрии были выявлены изменения температуры поверхности горных пород в окрестности и внутри пробуренных скважин и шпуров в забоях и бортах выработок шахты «Таштагольская» (г. Таштагол, Кемеровской обл.). Максимальная разница температур в скважинах и окружающего их породного массива достигала 3,5°C. Для наглядности на рис.1 показано тепловое изображение забоя с явно выделяющимися разгрузочными скважинами орта 11 горизонта минус 350 (глубина 800 м) шахты Таштагольского рудника. Замеры температуры поверхности проводили с использованием тепловизора IRISYS IRI 4010B. Причем в последующем через 8 дней левая часть горных пород в забое была выдавлена.

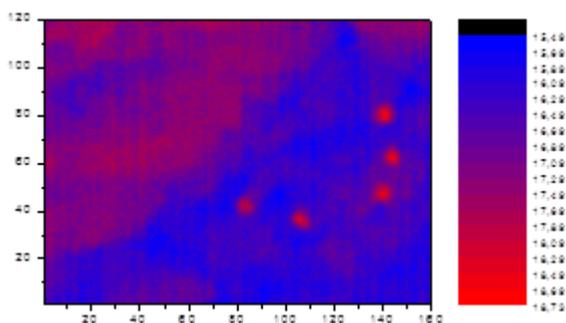


Рис. 1. Тепловое излучение поверхности забоя с разгрузочными скважинами орта 11 горизонта минус 350 шахты Таштагольского рудника после отстоя в течение 7 суток (глубина 800 м). Красные окружности – скважины диаметром 110 мм [1].

Подобное свечение всегда наблюдается в местах массива горных пород, находящихся под нагрузкой, вызванной особенностями отработки рудного тела, при проходке ортов и штреков, вблизи зон обрушения и т.д. Физические основы этого явления не были ясны.

В докладе приведены результаты физического моделирования инфракрасного свечения образцов магнетитовой руды и сиенита с дефектом в виде отверстия диаметром 7 мм при силовом одноосном нагружении на сжатие или сдвиг до разрушения. Образец подготавливался из кернов, взятых из рудного тела, содержащего до 75% магнетитовой руды, и вмещающей руду породы - сиенита. Образцы имели размеры в диаметре 42 мм и длину 80 мм. Ось отверстия располагалась посередине продольной части образца и имела протяженность 25 мм. Для записи термограмм использовали метод ИК-радиометрии. В лабораторных условиях для измерения ИК свечения использовали тепловизор NEC TN9100. В экспериментах осуществлялась непрерывная запись подготовки и развития разрушения образца и его тепловое излучение в ИК диапазоне 8–14 мкм. Съемка осуществлялась в течение 200 с и фиксировалась на 2000 кадров. Чувствительность тепловизора NEC TN9100 составляет 0,04°С.

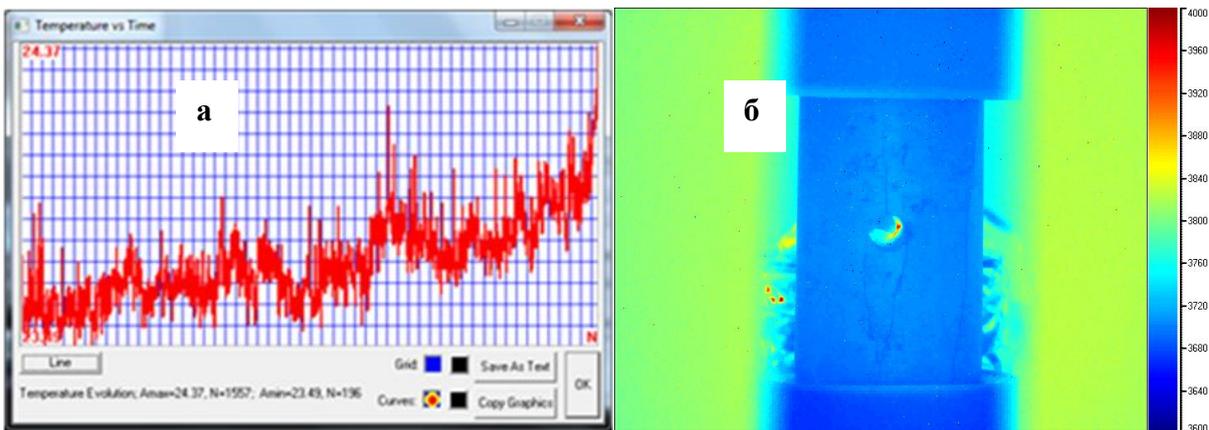


Рис.2. Изменения ИК–свечения в образце магнетитовой руды с включениями кальцита: а) – изменение ИК свечения воздуха в отверстии; б) – свечение отверстия при силовом одноосном нагружении сдвигом.

Анализ полученных в лабораторных экспериментах данных показал, что свечение отверстия в зависимости от этапов подготовки и развития разрушения видоизменяется. Температура воздуха в отверстии, температура на краю отверстия в твердотельной части и в 20 мм от его края существенно различаются. Такие изменения в интенсивности и спектре ИК – свечения обусловлены трением блоков из минералов, составляющих структуру горной породы, движением заряженных дислокаций и точечных дефектов в область образца с наименьшим механическим напряжением (область разгрузки), заряджением пограничных слоев контактирующих минералов или полостей, каковой является и отверстия в образцах горных пород или скважины в массиве горных пород, прорастанием трещин и имитацией электронов в воздушное пространство. В результате существенной разницы теплоемкости, коэффициентов теплопроводности и температуропроводности между твердотельными составляющими горных пород и воздухом (Таблица 1) происходит разогрев последнего. Особенно сильный разогрев воздуха в отверстии происходит на последних стадиях развития зон деструкции, предразрушения и прорастания магистральной трещины.

Таблица 1.

№ п.п.	Вещество	Плотность кг/м ³	Удельная теплоемкость, с _p , кДж/(кг·К)	Теплоемкость С, кДж/(м ³ ·К)	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Коэффициент температуропроводности а, 10 ⁻⁷ м ² /с
3.	Магнетитовая руда	5125	0.68	3312	2.0 ÷ 2.7	22.0
4.	Мрамор, кальцит	2880	0.75 ÷ 0.86	2375	1.6 ÷ 4.0	7.8 ÷ 12.2
5.	Сиенит	2630 ÷ 2800	0.74 ÷ 0.83	2160	1.8 ÷ 3.0	5.4 ÷ 7.9
6.	Воздух (20 С°)	1.175	1.005	1.18	0.0262	221.7

Таким образом, ИК–радиометрия отображает процесс подготовки разрушения и его свершение в определенном напряженно-деформированном объеме породного массива. Основываясь на этом можно успешно и эффективно использовать ИК–радиометрию для определения места установки регистраторов электромагнитных сигналов типа РЭМС1 и РЭМАС1 и определять направленность мониторинга развития геодинамических событий и краткосрочного прогноза их проявления.

ПРИМЕНЕНИЕ ТГ(М) МЕТОДА В ИССЛЕДОВАНИЯХ МАГНИТНЫХ КОМПОЗИТОВ

Астафьев Александр Леонидович, Лысенко Елена Николаевна
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Научный руководитель
Суржиков Анатолий Петрович
Astafyev@tpu.ru