

УДК 622.02:531

Е.А. Новиков, Л.В. Цыдендоржиева

УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ НАРУШЕННОСТИ ГЕОМАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ РЕГИСТРАЦИИ ИХ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Дано описание разработанной авторами установки, позволяющей производить оценку нарушенности исследуемого геоматериала путем регистрации и анализа его акустической эмиссии при нагреве и длительной выдержке на любой температуре в интервале от +20 °С до +250 °С.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, нагрев, геоматериал, оценка нарушенности.

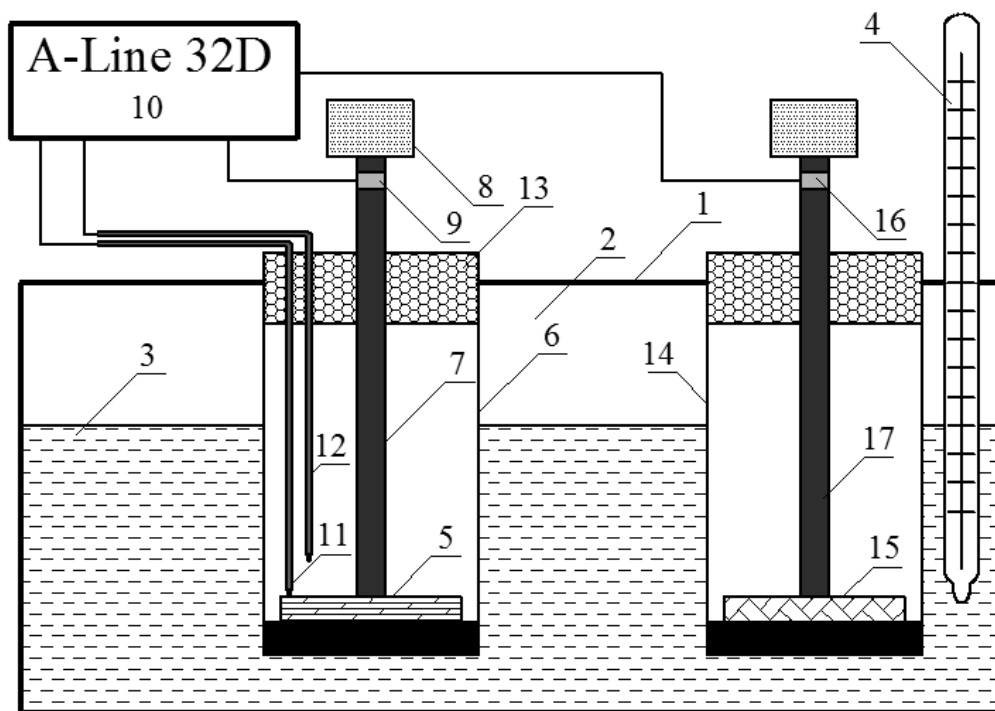
Воздействие полей различной физической природы на геоматериал приводит к возникновению в нем разномасштабной нарушенности. Проявления и развития указанного явления может быть связана со структурными, текстурными и физико-химическими преобразованиями, протекающими в геосреде. Результатом этих преобразований является изменение прочностных, упругих и других свойств горных пород, что необходимо учитывать при решении задач обеспечения эффективности и безопасности соответствующих геотехнологий.

В настоящее время необходимую информацию о нарушенности горных пород (особенно мелкомасштабной), получают в основном методами микроскопии на шлифах или рентгенографии. Эти методы характеризуются высокой чувствительностью и разрешающей способностью. В то же время они не лишены недостатков. Так оптический метод с использованием микроскопии характеризуется высокой трудоемкостью проведения измерений, весьма высокими требованиями к качеству образцов, невозможно-

стью уверенного выявления дефектов структуры с линейными размерами менее 5 мкм [1]. Кроме того он позволяет получать искомую информацию только с поверхности образца. Рентгенографический метод позволяет выявлять более мелкие дефекты (от 0,02 мкм), однако его применение сопряжено со значительными материальными затратами, трудоемкостью и повышенным риском здоровью оператора [2].

Предлагаемая в настоящей работе установка позволяет давать интегральную оценку как поверхностной, так и внутренней структурной нарушенности образца. Причем, вклад в такую оценку будут давать, как относительно крупные дефекты, так и сопоставимые по размерам с дислокациями. Кроме того, работа с предлагаемой установкой, которая реализует термоакустоэмиссионные измерения [3] и является конструктивно относительно простой, безопасна для персонала.

Отдельно отметим, что на предлагаемой к рассмотрению установке возможно одновременно испытывать сразу несколько образцов при отсут-



Блок-схема установки для проведения термоакустэмиссионных измерений направленных на оценку нарушенности образцов геоматериала

ствии потери качества отдельного измерения.

Блок-схема описываемой установки представлена на рисунке.

Основным элементом установки является жидкостный термостат 1 (показан разрез нагревательной полости 2 этого термостата). Термостат позволяет производить нагрев геоматериала от комнатной температуры до 250 °С, в качестве теплопередающей жидкости 3 могут быть использованы любые вещества, сохраняющие текучесть при заданной температуре и не имеющие опасности воспламенения при этой температуре (например, дистиллированная вода или силиконовое масло и др.). Помимо этого, имеется возможность выдержки образцов на любой доступной, в рабочих пределах, температуре в течение

длительного периода времени (более 6 часов) с точностью $\pm 0,5$ градуса. Контроль соответствия температуры нагревательной камеры термостата температуре, заданной оператором, производится с помощью термометра ртутного стеклянного 4, поверенного в соответствии ГОСТ 29224-91 (ИСО 386-77).

В случае недостаточного количества жидкости в нагревательной полости термостата или перегрева мотора происходит автоматическое отключение нагревательного органа, и производится соответствующее контрольное уведомление, указывающее о причинах отключения, что уменьшает вероятность выхода из строя оборудования и позволяет оператору быстро выявить и устранить неисправность.

В ходе апробации описываемой установки на образцах гранита, мрамора и известняка, взятых с различных месторождений показана высокая сходимость получаемых при многократных измерениях результатов, а также качественная сходимость с результатами оценки нарушенности методами микроскопии и рентгенографии.

Измерения на предлагаемой установке не требуют трудоемкой и высокоточной подготовки образцов. Проводимая подготовка сводится к обработке только одной поверхности исследуемого геоматериала, с которой контактирует кварцевый цилиндрический волновод диаметром 10 мм. Допустимые максимальные размеры образцов: длина и высота до 35 мм, ширина до 25 мм. Ограничением при изготовлении образцов является исключение при шлифовке любого рода жидкостей, для недопущения попадания последней в поры.

Исследуемый образец 5 помещают в стакан 6 выполненный из сплава на основе латуни ЛС-59, далее производится его фиксация путем прижима подвижным цилиндрическим стержнем 7 из кварцевого стекла. Постоянство контактных условий стержня с образцом достигается путем применения пригруза 8 с контролируемой массой. Упомянутый кварцевый стержень используется в качестве волновода, по которому происходит передача сигналов акустической эмиссии (АЭ) от образца к преобразователю 9 АЭ и далее на регистрирующее устройство, в роли которого используется акустоэмиссионная измерительная система 10 A-Line 32 D производства фирмы ООО «Интерюнис», г. Москва.

Мониторинг динамики температуры непосредственно в области нагрева образца осуществляется с помощью

термопар 11, 12, информация с которых также записывается системой A-Line 32 D на встроенный жесткий диск или иной тип постоянного носителя информации. Необходимость использования двух термопар связана с целесообразностью создания резервного канала получения термометрической информации и измерения градиента температур в полости стакана 6. Надлежащая фиксация термопар и волновода, а также герметизация области нагрева образца от притока кислорода из атмосферы осуществляется посредством пробки 13 из фторопласта марки ФТ-4. Отметим, что данная установка может быть достаточно легко приспособлена для проведения измерений в инертной среде и при заданном давлении.

Во время работы термостата создаются неизбежные акустические шумы и вибрация от работающего мотора, которые являются существенной помехой для измеряемого акустоэмиссионного сигнала. При этом применение разного рода фильтров не смогло снизить воздействие этого помехового фактора до приемлемого уровня. С целью решения задачи выделения именно полезного сигнала в установку был добавлен дополнительный стакан 14 по исполнению аналогичный стакану 6. Стакан 14 не предназначен для помещения в него какого-либо образца, кроме уже имеющейся в нем имитации 15, выполненной из пластика, не подверженного термическому разрушению при температуре нагрева до +250 оС включительно. Таким образом, во время эксперимента он не является источником сигналов термоакустической эмиссии (ТАЭ).

В ходе работы установки преобразователь АЭ 9 фиксирует полезный

сигнал и помехи, а преобразователь АЭ 16 - только помехи. Оба стакана (6 и 14) находятся на равном расстоянии от источника помех, и степень ослабления помех на их пути до волноводов 7 и 17 примерно одинакова. Благодаря этому в обоих измерительных каналах помехи регистрируются одинаково, что позволяет их исключить путем взаимного вычитания.

Отметим, что разработанная ранее установка [4] для термоакустоэмиссионных измерений на образцах горных пород, на основе трубчатой печи типа Nabertherm RT 50/250/11 с контроллером типа Р 320, по сравнению с предлагаемой отличается трудностью обеспечения надежных контактных условий между волноводом и образцом и не позволяет проводить измерения в инертных средах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов В.Н. Количественный анализ микроструктуры горных пород по их изображениям в растровом электронном микроскопе // Соросовский образовательный журнал, 1997, №8, С. 72-78.
2. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982, 632 с.
3. Лавров В.В., Шкуратник В.Л. Акустическая эмиссия при деформировании и разрушении горных пород обзор (обзор) // Акустический журнал, 2005, том 51, Приложение. – С. 6-18.
4. Вознесенский А.С., Шкуратник В.Л., Вильямов С.В., Винников В.А. Установка для акустоэмиссионных исследований горных пород при их нагревании//Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. - №12. - С. 143-150. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Новиков Евгений Александрович – студент,
Цыдендоржиева Любовь Валерьевна –
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



ДИССЕРТАЦИИ ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ГОУ ВПО «ТИХООКЕАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»			
ЛЕЩИНСКИЙ Александр Валентинович	Научно-техническое обоснование рациональных средств и методов разрушения скальных пород при открытых горных работах	25.00.20	д.т.н.