

ИЗУЧЕНИЕ НАРУШЕННОСТИ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ ПИРОКСЕНИТОВ АКУСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Д.В. Морозов, Иванов П.Н., С.С. Саркисов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Е.Б.Черепецкая

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,

Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 4, 119991

E-mail: moroz_off_123@mail.ru; Pasha-19951995@mail.ru; sarkfoil@ya.ru

Разработка месторождений в сложных горногеологических условиях, увеличение глубины карьеров, крутизны бортов определяют актуальность проблемы повышения безопасности ведения открытых горных работ, при которых необходимо учитывать влияние процессов выветривания на структуру и свойства геоматериалов [1,2].

Для исследования изменения внутренней структуры образцов геоматериалов под влиянием факторов выветривания необходимо различать структурные элементы различных масштабов от 10 мкм до 1 см. Любая неоднородность может быть обнаружена, если ее характерный размер сравним с длиной волны ультразвукового сигнала. Необходимость диагностики дефектов со столь большим разбросом размеров приводит к требованию широкополосности возбуждаемых сигналов, частота которых должна изменяться от 50 МГц до 200 кГц. Данный частотный диапазон соответствует пространственной протяженности зондирующих сигналов менее 0,2 мм. Поскольку в горных породах затухание ультразвука велико, амплитуда каждой гармоники должна иметь достаточную величину, чтобы при прохождении через исследуемый образец ее значение хотя бы в несколько раз превосходило уровень шумов. Единственным на сегодняшний день методом неразрушающего контроля, при котором можно реализовать данные параметры акустических сигналов, является лазерная ультразвуковая структуроскопия. Использование лазера с энергией в импульсе не более 300 мДж позволяет возбуждать сигналы упругих волн с амплитудой давления до 1,5 МПа и длительность менее 100 нс.

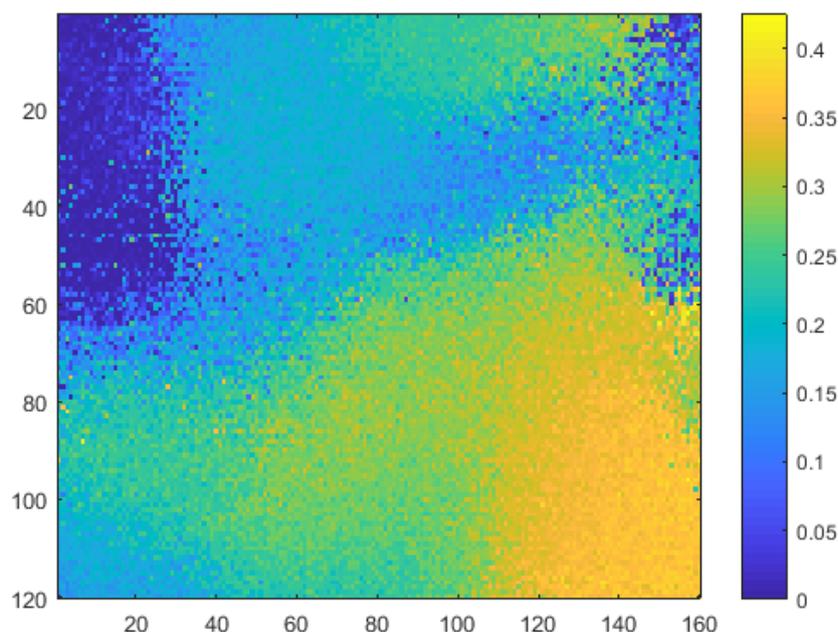


Рис. 1 Пористость образца

В настоящей работе методом лазерно-ультразвуковой спектроскопии исследуется внутренняя структура образцов геоматериала, подвергнутых процессам выветривания.

В установках ультразвуковые импульсы возбуждались в специально разработанных оптико-акустических генераторах (ОАГ). Поглощение лазерного излучения происходило в данном генераторе. Последующее расширение нагретой области приводило к возбуждению коротких мощных ультразвуковых импульсов продольных волн. Использование наносекундных лазерных импульсов с

энергией в импульсе не более 300 мДж позволяет возбуждать импульсы упругих волн с амплитудой давления до 1,5 МПа и длительность менее 100 нс [3]. В результате регистрации рассеянных на неоднородностях акустических сигналов и их обработке строилось изображение внутренней структуры и определялась с высокой точностью скорость упругих волн в нескольких точках образца с шагом 1 мм по поверхности. По формуле

$$P = \left(1 - \left(\frac{c}{c_0}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

рассчитывались значения локальной пористости в каждой точке образца. Результаты расчетов приведены на рис. 1 для образца пироксенита размерами 120 мм на 160 мм и толщиной 8 мм. Шкала справа показывает относительную объемную пористость.

Таким образом, использование широкополосных акустических сигналов и прецизионное измерение скоростей упругих волн позволяет измерять локальную пористость образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jiang. M Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 2015 p.327–336
2. Potyondy D.O., Cundall P.A. A bonded–particle model for rock. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 2004; 41(8):1329–64
3. Карабутов А.А., Макаров В.А., Черепецкая Е.Б., Шкуратник В.Л. Лазерно-ультразвуковая спектроскопия горных пород. М.: Изд "Горная книга", 2008, 176 с.