

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций»

X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «Химия нефти и газа»

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/351

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛОМНОЙ ЗОНЫ
С ПОМОЩЬЮ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ШУМА**

Беседина А.Н., Остапчук А.А.

ФГБУН Институт динамики геосфер Российской академии наук, Москва, Россия

При рассмотрении деформационных процессов, приуроченных к разломным зонам, наиболее чувствительным интегральным параметром к изменению напряженно-деформированного состояния является жесткость разлома [1]. Существующие методы оценки жесткости основаны на анализе параметров сейсмических колебаний от активного источника (взрыв, землетрясение), распространяющихся вдоль и/или поперек разлома [1]. В данной работе представлен новый метод оценки данного параметра на основе анализа динамических параметров микросейсмического шума. В основе этого метода лежит кросс-корреляция компонент сейсмического шума, который является результатом наложения источников, распределенных по поверхности Земли [2], а также кросс-спектральный анализ в скользящем окне [3]. Результаты длительного мониторинга вариаций скорости с помощью кросс-корреляции шумов зарекомендовали себя при определении физических механизмов деформирования разломной зоны [4], а также в качестве прогностического параметра при оценке состояния среды перед извержениями вулканов [5].

Особенностью данной работы является использование метода кросс-корреляции шумов на малых базах (менее 100 м) в диапазоне высоких частот (сотни Гц) для исследования деформационных характеристик разломной зоны. Объектом исследования является наиболее опасный участок разломной зоны Коробковского железорудного месторождения. Данный участок характеризуется как зона тектонических нарушений общей мощностью около 100 м. В его строении выделяются четыре зоны дробления с видимой мощностью 13, 34, 3, и 4 м [6]. Сейсмический мониторинг разломной зоны проводился с помощью двух измерительных точек на расстоянии около 64 м друг от друга, оборудованных пьезоэлектрическими акселерометрами Bruel&Kjaer 8306 (1 Гц-1 кГц), которые располагались на вертикальной стенке выработки в зоне влияния разлома. Ось датчиков ориентировали перпендикулярно стенке выработки. Частота опроса составляла 10кГц. Регистрация проводилась в день проведения массового взрыва в камерах шахты, поскольку только в этот период прекращались активных шахтные работы, вносящие существенные помехи при регистрации. Длительность регистрации составляла около 10 часов: 3 часа до взрывов и 7 часов после. За время регистрации, помимо основных подрывов в камерах шахты, были зарегистрированы сейсмические события как до взрыва, так и после.

Зарегистрированный сигнал делился на 115 5-минутных интервала, по каждому из которых рассчитывалась кросс-корреляционная функция (ККФ) для пары измерительных точек. По построенной ККФ можно определить скорость распространения и длину исследуемых поверхностных волн, которые составляют 1000 м/с и 3 м соответственно. Анализ временных вариаций параметров микросейсмического шума показал, что в исследуемый временной период вариация скорости составляет ± 3 м/с.

Для оценки жесткости разлома по полученным данным необходимо также иметь сведения о характерном размере нарушения сплошности, в качестве которого может выступать как ширина центральной зоны разлома (порядок метров), так и ширина зоны его влияния (сотни метров). Если предположить, что центральная зона разлома представляет собой область дезинтеграции толщиной L , которая и проявляется в виде моды поверхностных волн при анализе ККФ, то в нашем случае жесткость разлома k может быть оценена с помощью соотношения [1]:

$$k=\rho C^2/L=2000\cdot 1000^2/3\approx 650 \text{ МПа/м.} \quad (1)$$

Большим преимуществом такого метода определения жесткости является отсутствие необходимости использования искусственных источников сейсмических колебаний. Она может быть использована для контроля деформационных характеристик нарушенных

участков земной коры, в областях влияния которых ведутся горные работы, расположены объекты энергетики, гражданского и специального строительства. Возможность построения системы измерений на малых базах позволяет в быстрые сроки провести оценку состояния среды.

Проведение измерений выполнено в рамках государственного задания (проект № 0146-2014-0010). Анализ микросейсмических шумов выполнен при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (проект МК-2698.2017.5).

Литература

1. Кочарян Г.Г. Геомеханика разломов. - М.: ГЕОС, 2016, 424 с..
2. Snieder R., Extracting the Green's function from the correlation of coda waves: A derivation based on stationary phase // *Phys. Rev.* 2004. E 69: 046610.
3. Ratdomopurbo A., Poupinet G. Monitoring a temporal change of seismic velocity in a volcano: application to the 1992 eruption of Mt. Merapi (Indonesia) // *Geophysical research letters.* 1995. V. 22. N. 7. P. 7
4. Brenguier F., Campillo M., Hadziioannou C., Shapiro N.M., Nadeau R.M., Larose E. Postseismic relaxation along the San Andreas fault at Parkfield from continuous seismological observations // *Science.* 2008a. V. 321. P. 1478-1481.
5. Brenguier F., Shapiro N.M., Campillo M., Ferrazzini V., Dupute Z., Coutant O., Nercessian A. Towards forecasting volcanic eruptions using seismic noise // *Nature Geoscience.* 2008b. V. 1. P.126-130.
6. Адушкин В.В., Кишкина С.Б., Куликов В.И., Павлов Д.Н., Анисимов В.Н., Салтыков Н.В., Сергеев С.В., Спунгин В.Г. Построение системы мониторинга потенциально опасных участков коробковского меторождения КМА // *ФТПРПИ.* 2017. №4. С. 3-13.