

**Лабораторное моделирование процесса сдвигового деформирования трещины с  
заполнителем.**

И.В. Батухтин<sup>1,2</sup>, А.А. Остапчук<sup>2</sup>, Д.В. Павлов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup>Институт динамики геосфер РАН

Управление сейсмическим режимом локального участка земной коры является актуальной задачей не только геомеханики и сейсмологии, но и многих других научных дисциплин. В настоящее время решение данной задачи представляется немного фантастическим. И для того, чтобы продвинутся в решении данной проблемы весьма полезным является лабораторное моделирование, в котором исследуются процессы деформирования модельных трещин [1].

В настоящем докладе представлены результаты лабораторных экспериментов, в которых исследуются закономерности сдвигового деформирования трещины, заполненной гранулированными средами. Эксперименты проводились в постановке классической «слайдер-модели», в которой блок под действием сдвигового усилия скользит по поверхности раздела [2]. Контакт между шероховатыми поверхностями заполнялся различными средами. В качестве компонент заполнителя использовались хлорид натрия с фракцией 0.16-0.32 мм, кварцевый песок 0.16-0.32 мм, пиррофиллит 0.05-0.16 мм, тальк 0.05-0.16 мм и глина 0.05-0.16 мм. Эти материалы кардинально различаются по своим свойствам. Гранулы соли характеризуются сильным межгранулярным взаимодействием, вследствие сильных ионных связей молекулы NaCl. В свою очередь, остальные компоненты характеризуются слабым межгранулярным взаимодействием. Для пиррофиллита и талька также характерна существенная анизотропия свойств по разным направлениям плоскостей межгранулярного взаимодействия.

В ходе экспериментов был получен широкий спектр режимов деформирования от стабильного скольжения до прерывистого. При этом все акты разупрочнения нарушения сплошности можно разделить на два типа: быстрые динамические события с максимальной скоростью подвижки более 1 мм/с и медленные события с максимальной скоростью менее 1 мм/с.

В процессе разупрочнения нарушения сплошности часть накопленной упругой энергии переходит в энергию упругих колебаний. В этой связи, важным энергетическим

параметром, характеризующим процесс разупрочнения, является приведенная сейсмическая энергия  $e_{lab}$  [3]. Закономерность изменения величины приведенной сейсмической энергии при различных режимах деформирования представлены на рис.1.

Можно видеть, что величина  $e_{lab}$  определяется не только типом события, но и структурой нарушения сплошности. Так, если для быстрых динамических событий  $e_{lab} \sim M^{1.9}$  при любых материалах-заполнителях трещины, то для медленных событий величина  $e_{lab}$  определяется именно структурой заполнителя.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №13-05-00780, НШ-3345.2014.5.*

### Литература

1. *W.F.Brace, J.D.Byerlee.* Stick-slip as a Mechanism for Earthquakes. – Science. 1966. Vol.153. no. 3739. – 990-992 с.
2. *H.Kanamory, E.E.Brodsky.* The physics of earthquakes. – Reports of progress in physics. 2004. 67. – 1439-1496 с.
3. *Павлов Д.В., Марков В.К., Свинцов И.С.* Экспериментальное исследование изменения жёсткости контакта при его сдвиговом деформировании. – Динамические процессы в геосферах: сб. научных трудов ИДГ РАН. Вып. 4. – М.: ГЕОС. 2013. – 110–117 с.

Рис. 1. Зависимость величины приведённой излученной энергии  $e_{lab}$  от величины условного сейсмического момента  $M_{lab}$ .

1 - события, реализованные при деформировании трещины заполненной смесью кварцевого песка и соли в разных пропорциях, 2 – смесь пиррофиллита и соли, 3 - смесь талька и соли, 4 – смесь глины и соли.