

Этапы формирования разломной зоны при сдвиге по простиранию и сопутствующие динамические эффекты

Бакеев Р.А. (1, 2), Стефанов Ю.П. (1, 2), Кочарян Г.Г. (3)

(1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН), Томск, Россия

(2) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия

(3) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук (ИДГ РАН), Москва, Россия

e-mail: yu_st@mail.ru

Скорость деформации, а соответственно и смещений по разрыву, зависит от скорости разрушения в результате накопления повреждений и снижения сцепления, а также величины и закона изменения трения. При этом величина смещения определяется протяженностью разрыва, накопленной энергией и внешними условиями. Таким образом, динамические явления связанные как с формированием, так и развитием разрыва зависят от множества факторов, в число которых входит строение и этап эволюции разломной зоны.

В работе представлены результаты численного исследования формирования магистрального разлома и опережающих разломных структур в осадочном чехле в условиях продольного сдвига блоков фундамента (strike-slip). Выполнен анализ влияния гравитационных и локальных тектонических напряжений, а также прочностных свойств среды на строение и этапы развития цветковых структур нарушений и магистрального разлома, влияние соотношения субгоризонтальных напряжений на вертикальное движение центральных блоков над разрывом в основании.

Показано, что в условиях сдвига по простиранию можно выделить несколько этапов формирования и развития разрыва. На каждом из этапов последовательно формируются отдельные зоны нарушений с разной скоростью деформации. Начальные этапы характеризуются наиболее плавным развитием деформации, в ходе чего происходит зарождение множества нарушений в вершине разлома в основании осадочного чехла, а также формированием полос локализации в поверхностных слоях. По мере увеличения смещения происходит рост опережающих структур от стыка блоков в основании к поверхности. Скорость деформации существенно возрастает в момент их выхода на поверхность и формирования опережающих структур. На следующем этапе происходит дальнейшее смещение вдоль оперений, как правило, сбросового типа. Форма опережающих нарушений и магистрального разлома определяется как начальным напряженным состоянием, так и упругопластическими свойствами среды. Заключительной стадией является замыкание разломов верхней и нижней частей по всей высоте и формирование магистрального разлома на заключительной стадии процесса. Этот этап характеризуются наибольшей скоростью деформации и смещения вдоль всего разрыва.

Моделирование осуществлялось в трёхмерной постановке, решалась система уравнений динамики упруго-хрупкопластической среды. Неупругое поведение среды описывалось в рамках модифицированной модели Друккера-Прагера-Николаевского с неассоциированным законом течения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №19-05-00378