

ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФЛЮИДОЗАПОЛНЕННЫХ ПОЛОСТЕЙ В ТВЕРДОЙ ПЛАСТИЧНОЙ СРЕДЕ

Васильева Е.В., Васильев В.И., Жатнуев Н.С., Санжиев Г.Д.

Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, geojenny@mail.ru, geovladi@mail.ru, zhat@gin.bscnet.ru

Целью постановки экспериментов явились необходимость практической проверки состоятельности механизма вертикального движения флюидозаполненных полостей [2] в пластичной среде и оценка тектонофизических параметров этого процесса. Наиболее подходящим для наблюдения эволюции полостей и поведения модельной среды под напряжением был избран поляризационно-оптический метод на оптически активной среде. В качестве основы модельной среды был выбран желатин П-11. Для соблюдения условий подобия по соотношению плотностей модельных среды и флюида к желатину добавлялись различные утяжелители. В этих же целях был необходим как можно менее плотный модельный флюид. Если для газообразного модельного флюида хорошо подходил обычный воздух (~ 0.00129 г/см³), то выбор жидкого материала был более сложен. Наконец, из доступных веществ наиболее подходящим был признан этиловый спирт (~ 0.789 г/см³). Для лучшей видимости в желатиновой среде спирт окрашивался в различные цвета добавлением небольшого количества чернил. Для уменьшения желтого оттенка желатинового студня в его состав добавлялся пероксид водорода, являвшийся также и бактерицидным средством, что немаловажно при длительном течении опыта. Механические напряжения среды создавались с помощью дюралюминиевых пластин со сквозными отверстиями, приводившихся в движение пружинами по направляющим в стенках модельной емкости. Макроразрывы между модельной средой и пластинами при их движении предотвращались посредством застывания желатинового студня в отверстиях погруженных в него пластин. Использовались двух и трехслойные желатиновые студни с различной плотностью и прочностью слоев. Модельный флюид вводился снизу в желатиновый студень иглой сквозь резиновую мембрану. Эксперименты фиксировались фото- и видеоаппаратурой, результаты анализировались на собственном программном обеспечении.

Серия экспериментов, подробно описанная в [1], полностью подтвердила предложенный механизм подъема флюидозаполненных полостей и позволила сделать следующие выводы:

1. В изолированных полостях, заполненных флюидом, возникает избыточное давление флюида (ИДФ) зависящее от плотности флюида, протяженности полостей и от величины литостатического давления.
2. В гравитационном поле в пластической вмещающей среде происходит миграция флюидозаполненных полостей по механизму гидроразрыва, скорость которой зависит от величины избыточного давления.
3. Для начала миграции полостей необходима критическая высота полости, обеспечивающая критическое ИДФ, равное прочности породы.
4. Траектория движения зависит от напряженного состояния среды, в которой процесс развивается. Полость при движении отклоняется в зону растягивающих напряжений, избегая зоны напряжений сжатия.
5. При наличии барьеров, прочность на разрыв которых превышает величину ИДФ в полости, последняя некоторое время распространяется по латерали до момента понижения избыточного давления до уровня прочности вмещающей среды.
6. На основе анализа экспериментов было рассчитано статистически среднее критическое ИДФ, необходимое для гидроразрыва модельной среды: 375.39 Па. Следовательно, средняя критическая длина полости в модели составляет 6.01 см, что при природной прочности пород 130 кПа соответствует ~ 42.84 м, а при прочности 3 МПа соответствует ~ 988.59 м.

Литература

1. Васильева Е.В. Геохимия магматогенно-гидротермальных систем на границе пластично-хрупкого перехода в земной коре. Автореф. канд. дисс. Иркутск: ИГХ СО РАН. 2012. 24 с.
2. Жатнуев Н.С. Трещинные флюидные системы в зоне пластических деформаций // Докл. РАН, 2005. Т. 404. № 3. С. 380–384.