

Гидроразрыв пласта и сопутствующая сейсмичность

Турунтаев С.Б. (1, 2, 3), Зенченко Е.В. (1), Зенченко П.Е. (1),
Тримонова М.А. (1), Барышников Н.А. (1), Рига В.Ю. (3)

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

(2) Московский физико-технический институт, Москва, Россия

(3) Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики, Москва, Россия

e-mail: stur@idg.chph.ras.ru

Гидравлический разрыв пласта, осуществляемый путем закачки жидкости в заданный интервал скважины под давлением, превышающим прочность пород и минимальные напряжения, остается основным методом увеличения притока нефти к скважине. Несмотря на достаточно большую историю применения этого метода и существование большого количества расчетных пакетов программ, предназначенных для дизайна ГРП (симуляторов ГРП), нефтедобывающие и нефтесервисные компании зачастую сталкиваются с проблемами при проведении гидроразрыва, ряд из которых связан с недостаточной проработанностью физических моделей, заложенных в расчетные программные пакеты. Развитие и усложнение этих моделей требует постановки новых экспериментов в лаборатории, позволяющих оценить вклад тех или иных факторов на развитие трещин ГРП.

Побочным эффектом проведения работ по ГРП является появление сейсмических событий, индуцированных воздействием на подземные флюидные системы. С одной стороны, события малой магнитуды (микросейсмические события) используются как основной индикатор распространения трещин гидроразрыва, ее положения, геометрических размеров. С другой стороны, в ряде районов интенсивной разработки месторождений и массового применения ГРП отмечается многократное возрастание сейсмической активности и появление ощутимых землетрясений.

В докладе приводится обзор данных по сейсмичности разного уровня, регистрируемой при проведении гидроразрыва пласта, результаты анализа возможностей сейсмического мониторинга для определения положения трещин ГРП, рассматриваются модели возникновения сейсмических событий при изменении порового давления. Приводятся результаты лабораторных экспериментов по моделированию ГРП в проницаемых средах, находящихся в условиях неравнокомпонентного напряженного состояния, рассматривается взаимодействие трещин ГРП, создаваемых в близких скважинах. Проведена серия экспериментов по созданию трещин ГРП с одновременной регистрацией акустической эмиссии (аналог сейсмических событий в реальных условиях) и измерением изменения параметров акустических импульсов, излучаемых с заданным интервалом, при прохождении через образец до и после образования трещин. Показано, что, в зависимости от соотношения вязкостей жидкости гидроразрыва и пластовой жидкости, следует ожидать разной информативности микросейсмического мониторинга и предполагать разные сценарии развития сейсмичности. Так, если вязкость жидкости ГРП существенно (в лабораторных экспериментах на два порядка) превышает вязкость пластовой жидкости, положение гипоцентров импульсов микросейсмической эмиссии соответствует положению трещины ГРП. Демонстрируются возможности использования моделей трения типа rate-state для оценки магнитуд возможных сейсмических событий.