

О постановке обратной задачи акустического каротажа для скважин с некруговым сечением ствола в анизотропных породах

Г.С. Щелик^{1,2}, И.Л. Софронов²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Московский научный центр «Шлюмберже»

Современные методы обработки данных акустического каротажа на основе дисперсионного анализа кросс-дипольных измерений, см., например, [1], малопригодны для пород с сильной анизотропией и при нарушении геометрии ствола скважины. В таких случаях естественно рассмотреть полную постановку обратной задачи определения основных параметров упругой среды по акустическим измерениям в скважинах. Важными вопросами при формулировке алгоритма решения обратной задачи являются: а) поиск функционала, достаточно чувствительного к параметрам среды, подлежащим определению, и б) представление решения прямой задачи как можно меньшим набором «элементарных» решений с целью сокращения вычислительных затрат по времени и памяти.

В предположении отсутствия зависимости геометрии и свойств породы по оси скважины z прямая задача распространения упругих волн в породе со скважиной, заполненной жидкостью, после преобразования Фурье сводится к набору двумерных задач в плоскости (r, θ) . Для её решения использован полуаналитический метод конечных элементов [2]. В качестве целевого функционала взята норма отклонения данных, измеренных в точках приемников акустического каротажа от численного решения, представляемого суммой «элементарных» волн (мод), распространяющихся вдоль z . Проведённые численные оценки показали достаточную точность такой параметризации численного решения небольшим числом мод, а также хорошую чувствительность функционала к изменению искомым коэффициентов матрицы модулей упругости. В качестве исходных данных каротажных измерений были использованы результаты трехмерного моделирования методом спектральных элементов для скважин в различных породах. Получены оценки эффективности работы метода по определению упругих свойств в тестовых примерах. Следуя [3], на основе полученных результатов

сформулирован алгоритм решения обратной задачи определения упругих постоянных породы.

В докладе рассматривается постановка задачи, приводится описание основных элементов предлагаемого подхода, и обсуждаются результаты численных экспериментов.

Литература

1. *Patterson, D., Tang, X. M.* Shear wave anisotropy measurement using cross-dipole acoustic logging: An overview. // *Petrophysics* – 2001. – Vol. 42(2) – pp. 107-117.
2. *Treysede, F., Laguerre, L.* Numerical and analytical calculation of modal excitability for elastic wave generation in lossy waveguides // *The Journal of the Acoustical Society of America* – 2013. – Vol. 133(6) – pp. 3827-3837.
3. *Plessix, R.-E.* A review of the adjoint-state method for computing the gradient of a functional with geophysical applications // *Geophysical Journal International* – 2006. – Vol. 167(2) – pp. 495–503.