

УДК 534.8.081.7

**Обратная задача акустического каротажа при наличии сдвиговой инвариантности
по оси скважины**

Г.С. Щелик^{1,2}, И.Л. Софронов^{2,1}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Московский научный центр «Шлюмберже»

Современные приборы акустического каротажа собирают большое количество информации с распределенных вдоль оси и по азимуту приемников. Обработка этих данных, как правило, сводится к усреднению измерений по нескольким приемникам с последующим выделением волновых фронтов и определением скоростей их распространения и затухания. Однако, классические подходы к интерпретации каротажных данных имеют серьёзные ограничения для определения свойств анизотропных пород. Естественным шагом для улучшения качества обработки измерений является применение методологии решения обратных задач в полной постановке с учетом анизотропии породы, а также нецилиндрической геометрии скважины.

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 [1,2]. В качестве целевого функционала взят квадрат невязки данных, измеренных в точках приемников акустического каротажа и численного решения, представляемого ограниченной суммой «элементарных» волн (мод), распространяющихся вдоль z . Проведённые расчеты показали достаточную точность такого приближения численного решения даже 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 [3] для скважин в различных породах.

Следуя [4], на основе полученных результатов сформулирован алгоритм решения обратной задачи определения упругих постоянных породы. В продолжение анализа, начатого в [5], оптимизируется расчет градиента функционала по параметрам задачи на основе производных Фреше и решения сопряженной задачи.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, проект 15-11-00015.

Литература

1. *Treyssede, 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.
2. *Zharnikov, T. V., Syresin, D. E.* Repulsion of dispersion curves of quasidipole modes of anisotropic waveguides studied by finite element method. // *The Journal of the Acoustical Society of America* – 2015. – Vol. 137(6) – pp. EL396–EL402.
3. *Charara, M., Vershinin, A., Deger, E., Sabitov, D., Pekar, G.* 3D spectral element method simulation of sonic logging in anisotropic viscoelastic media. // *SEG Technical Program Expanded Abstracts. Society of Exploration Geophysicists.* – 2011. – pp. 432–437.
4. *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.
5. *Shchelik G.S., Sofronov I.L.*, Application of semi-analytical finite element method (SAFE) to inversion of acoustic logging data in non-cylindrical boreholes in anisotropic formation // *Proceedings of DAYS on DIFFRACTION 2016*, (accepted)