

ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ СЛОИСТЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СРЕД

Л.А.Молотков
(ПОМИ РАН, С-Петербург)

EFFECTIVE MODELS OF STRATIFIED PERIODIC SEISMIC MEDIA

L.A.Molotkov
(PBMI RAS, S-Petersburg)

Аннотация

Для исследования распространения волн в слоистых периодических сейсмических средах устанавливаются эффективные модели, описываемые специальными уравнениями. В эффективных моделях строятся фронты, выводятся скорости распространения волн, учитываются анизотропия и затухание.

Abstract.

In order to investigate wave propagation in stratified periodic seismic media, it is useful to establish the effective models. These models are described by special equations. In the effective models, the wave fronts are constructed, the velocities of waves are determined, anisotropy and attenuation are taken into account.

Для исследования распространения волн в слоистых периодических средах полезно устанавливать эффективные модели. Рассматриваемые слои могут быть упругими, жидкими и пористыми слоями Био, насыщенными жидкостью. Контакт между слоями может быть жестким, скользящим и содержащим разрыв смещения или напряжения. Сама периодическая среда предполагается ограниченной общей толщиной H , а период -состоящим из двух слоев с толщинами h_1 и h_2 . Для вывода уравнений эффективных моделей в волновом поле слоистой периодической среды совершается предельный переход при

$$h_1 \rightarrow 0, \quad h_2 \rightarrow 0, \quad \theta_1 = h_1/(h_1 + h_2) = const, \quad \theta_2 = h_2/(h_1 + h_2) = const, \quad H = const.$$

Полученное волновое поле описывается уравнениями эффективной модели.

Первые работы по осреднению слоистых периодических упругих сред появились 100 лет тому назад. Однако в первых работах осреднение было или неполным, или с ошибками. Первым правильно усреднил слоистую периодическую упругую среду Ж.Бейкус в 1962 [1]. После этой работы появились проблема осреднения упругих и жидких слоев, осреднения с учетом контакта между слоями, анизотропии и поглощения. Вклад в эту проблему внесла работа автора (1979, [2]), использовавшего при осреднении матричный метод.

Следующим этапом развития теории эффективных моделей стало исследование волновых полей, описанных эффективными моделями слоистых сред и моделью Био. Для этих моделей были установлены источники, фронты и скорости распространения волн в полупространствах, в изолированном слое и в более сложных средах, описываемых эффективными моделями. По этой

теме были написаны автором в 2001 г. монография [3] и в последующие годы множество статей.

В качестве примера рассмотрим эффективную модель среды, в которой чередуются упругие и жидкие слои. Эффективная модель является двухфазной. В ней распространяются передний фронт и “треугольный фронт” Для скоростей выводятся выражения.

Рассматриваемая периодическая среда экспериментально исследовалась в работе [4]. Тонкими твердыми слоями были очень тонкие слои алюминия и плексигласа, а жидкостью была вода. Теоретически рассчитанные скорости оказались в хорошем соответствии с экспериментально измеренными скоростями. Эти эксперименты подтвердили возможность применяемой методики осреднения.

Рассматриваемая эффективная модель является частным случаем трансверсально-изотропной среды Био. Используя этот факт, удается в эту модель ввести поглощение, связанное с трением между упругими и жидкими слоями [5]. В результате, в уравнения эффективной модели вводятся члены, описывающие затухание.

Также исследовалось распространение волн в средах, содержащих пористые слои, описываемые уравнениями эффективной модели. Такие исследования были проведены в случае свободного пористого слоя и пористого слоя, расположенного между упругими полупространствами. В обоих случаях были построены дисперсионные кривые, описывающие зависимости фазовых скоростей от волновых чисел и частоты.

Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 08-05-00285).

Литература.

1.G.Backus. Long-wave elastic anisotropy produced horizontal layering. J.Geoph.Res.1962. vol.67, N11, 4427-4440.

2.Л.А.Молотков. Об эквивалентности слоисто-периодических и трансверсально- изотропных сред. Зап. Научн. Семин. ЛОМИ.1979, 89, 219-233.

3.Л.А.Молотков. Исследование распространения волн в пористых и трещиноватых средах на основе эффективных моделей Био и слоистых сред. С-Петербург, Наука, 2001, 348с.

4.T.J.Plona, K.W.Winkler, M.Schoenberg. Acoustic waves in alternating fluid/solid layers. J. Acoust. Soc. Amer. 1987, vol.81, 1227-1234.

5.Л.А.Молотков. О затухании в эффективной модели, описывающей пористые и трещиноватые среды, насыщенные жидкостью. Зап. Научн. Семин. ПОМИ, 2003, 297, 216-229.
