

Разработка и создание лабораторной установки для моделирования упругих волн

Мягков Д.С.¹, Чуркин А.А.²

*1 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, 2 - МГУ - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, Москва, Россия
E-mail: asaphus.ussr@mail.ru*

Для получения качественного и количественного представления об особенностях волновых процессов в упругой среде широко применяется моделирование данных процессов, заключающееся в проведении процесса, подобного рассматриваемому, с помощью специально создаваемой лабораторной установки, либо при компьютерном моделировании процесса. Первый случай представляет т.н. физическое моделирование, позволяющее решать широкий класс исследовательских задач и имеющее прочную традицию применения для исследования волновых процессов в упругих средах [1]. Создание физической модели представляет собой нетривиальную задачу: математические соотношения между реальной средой и физической моделью даёт хорошо разработанный математический аппарат теории подобия [2], однако структура модели сама по себе уже является лишь приближённым подобием структуры реальной среды и, поэтому, должна быть выбрана наиболее адекватно среде и, одновременно, быть максимально приспособленной для изучения конкретных изучаемых процессов.

Цель данной работы – определение оптимальных параметров модели, непосредственное создание модели и использование её для изучения процессов распространения головных и отражённых упругих волн, моделирования методов наземной сейсморазведки. Кроме того исследовалась возможность обнаружения карстовых полостей в упругих средах методом сейсмической томографии, для чего была создана специальная модель.

Перед непосредственным созданием моделей был проведён ряд экспериментов по изучению распространения волн ультразвукового диапазона для определения принципиальной возможности регистрации полезного сигнала при различных возможных параметрах модели и используемых излучателях и регистраторах упругих волн, в результате чего были выявлены оптимальные параметры модели и рабочий комплект аппаратуры.

В результате в используемую установку вошли: ультразвуковой прибор УК-10 ПМС (используемый в качестве генератора сигнала), двухканальный осциллограф АСК-3106 (используемый для оцифровывания регистрируемых приемником данных), персонального компьютера (для визуализации и обработки данных), комплекта из пьезоэлектрических источника и приемника Parametrics (центральная частота 100 кГц) и непосредственно модели.

Определение требуемых характеристик аппаратуры проводилось на блоке оргстекла, расположенном в ёмкости с водой. При моделировании процессов распространения упругих волн в двухслойной среде (соответствующих методам преломленных и отражённых волн наземной сейсморазведки) в качестве модели среды использовалась погруженная в жидкость бетонная плита сложной формы, имеющая ровную и наклонную (с изменяющимся углом наклона границы) противоположные грани, на границе

которой с водой образуется контрастная акустическая граница - для возможности изучения годографов упругих волн от прямых и наклонных геологических границ. Для моделирования межскважинной амплитудной томографии был использован бассейн с помещёнными в него объектами с пониженной плотностью.

Полученные результаты наглядно демонстрируют преимущества использования физического моделирования для изучения упругих процессов и могут быть использованы самым различным образом - начиная от дальнейшего детального моделирования сейсмической томографии и до изучения перспектив применения моделирования волновых процессов в более сложных средах на базе построенных моделей. Помимо этого, возможно применение полученных моделей в учебных целях, для создания на их основе практикума для студентов - сейсмозондировщиков.

Литература

1. Ивакин Б.Н. Методы моделирования сейсмических волновых явлений. М.: Наука, 1969. - 287 с.
2. Кирпичев М.В., Конаков П.К. Математические основы теории подобия. Энергетический институт АН СССР, Москва, Ленинград, Изд-во АН СССР, 1949, 106 с.

Слова благодарности

Выражаем глубокую благодарность нашему научному руководителю - Ошкину Александру Николаевичу!