© Ю.В. Дубровский, 2007

УДК 550. 83

Ю.В. Дубровский

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ГЕОАКУСТИКИ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА

Семинар № 3

К числу наиболее информативных методов изучения верхней части геологического разреза (ВЧР) традиционно считаются сейсморазведка и электроразведка. Но неоднородность разреза и свойств горных пород сильно влияет на эффективность исследований стандартными методами и делает невозможным однозначную интерпретацию полученных результатов или даже невозможным применение самих этих методов. В связи с этим в геоакустике стали активно развиваться спектральные методы, которые основаны на выявлении зависимостей спектральных характеристик полей упругих сил от особенностей строения геологической среды. Применение спектральной геоакустики позволяет при изучении ВЧР абстрагироваться от источника возбуждения упругих колебаний и, в некоторой степени, от сложной волновой картины геологической среды, используя наблюдения резонанса на поперечных волнах в массиве горных пород.

Исследованиями в области акустических резонансных явлений и практическим применением занимаются: Ю.Н. Бауков, М.Д. Молев, А.Г. Гликман, П.Ф. Сидоренко, Л.С. Загорский, А.В. Левшин и др. Существует множество реализаций метода спектральных акустических исследований, позволяющих решать широкий спектр задач: картирование пластов-коллек-торов; исследование состояний фундаментов зданий; прогнозирование устойчивости кровли горных выработок; определение контуров угольных пластов и рудных тел и др. Изначально методика измерений и теория метода возникли и применялись в геоконтроле на угольных месторождениях для определения устойчивости кровли подземных выработок [1, 3]. Но как показала практика, данный метод применим не только на плотных скальных породах, но также и на верхней части геологического разреза [2].

На кафедре “Геофизика, техника разведки и бурение нефтегазовых скважин” ЮРГТУ (НПИ) в настоящее время ведётся научно-исследовательс-кая работа по созданию программно-аппаратурного комплекса на основе современной электронной элементной базы с применением компьютерных обрабатывающих программ для проведения, обработки и интерпретации спектральных геоакустических исследований. В ходе данной НИР мы столкнулись с проблемой отсутствия серийно выпускаемой аппаратуры. В настоящее время аппаратура для данного вида исследований выпускается лишь штучно или небольшими сериями, на заказ. Поэтому, на первом этапе выполнения НИР, не прибегая к каким-либо дополнительным расходам, после анализа на соот-

ветствие требуемым параметрам (в основном это анализ амплитудно-частотных характеристик) была опробована и применена имеющаяся в нашей лаборатории аппаратура. В результате была разработана и опробована, на основе общедоступных средств, методика регистрации, обработки и интерпретации, позволяющая решать ряд упрощенных задач спектральной геоакустики.

В общем виде спектральные полевые или шахтные исследования в случае одностороннего доступа к объекту исследований [3, 4] представляют собой следующую последовательность действий:

1. Регистрация акустического сигнала на поверхности исследуемого объекта с последующей записью на носитель информации в цифровом виде.

2. Математическая обработка записи сигнала: применение фильтров, построение спектра сигнала, пересчёт значений экстремумов спектра в значения глубины залегания на основа-нии установленных закономерностей и принятой физико-геологической модели.

3. Интерпретация – привязка акустического разреза к участку с извест-ным геологическим строением (при-вязка к скважине или разрезу по горной выработке).

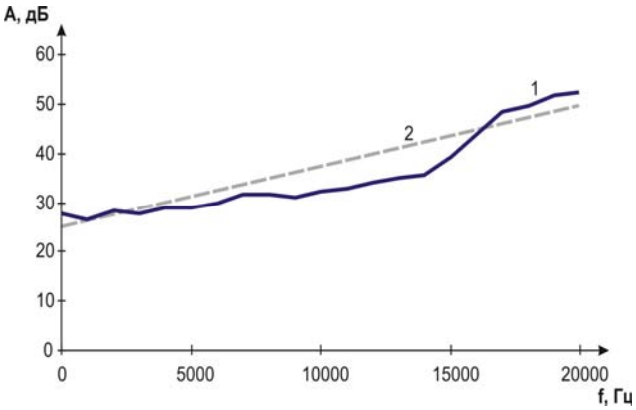
Перечень применяемой техники: notebook VAIO PCG-FRV26 со встроенной звуковой картой (аппаратно-реализованный кодек AC`97), электродинамические геофоны GS–20DX, экранированный кабель, набор разъёмов. Диапазон частот, регистрируемых звуковой картой 20–21400 Гц. Геофоны GS–20DX имеют ограничение чувствительности по частоте 400 Гц.

Было установлено, что наличие собственных АЧХ сейсмоприёмников и звуковой карты, применяемой в качестве АЦП (рис. 1), вносит некоторые искажения в запись сигнала, которые необходимо учитывать при математической обработке сигнала.

Запись сигналов и построение спектров проводилось при помощи демоверсии программы “Virtins Scins v 1.0 – Oscilloscope Demo” [5]. При построении спектров применялись различные алгоритмы – с прямоугольным окном, алгоритмы Хэмминга, Блэкмэна. Применение алгоритма Блэкмена (Blackman) хотя и позволяет уменьшить эффект расширения спектра сигнала, но ведёт себя менее корректно в том смысле, что спектральная плотность на частотах выше 400 Гц отображается отличной от нуля и содержит точки чётких экстремумов, что невозможно из-за ограничения динамического диапазона сейсмоприёмника GS-20DX. Таким образом, более целесообразным в данном случае, представляется использование прямоугольной выборки (Rectangle). Спектры строились по 32768 точкам. Исследуемый диапазон 20–500 Гц, что соответствует расчётной глубинности метода 2,5–31,25 м.

Для опробования метода было проведено физико-геологическое моделирование, целью которого было обнаружение тоннеля для коммуникаций проходящего на глубине 2 м в плоскопараллельной среде.

Точки записи располагались на профиле с шагом 0,5 м. Источник возбуждения упругих колебаний – молоток весом 0,5 кг. Геофон располагался на пикете, удар производился в 20 см от геофона. На каждом пикете выполнялось по три возбуждения. Запись велась во всём доступном для



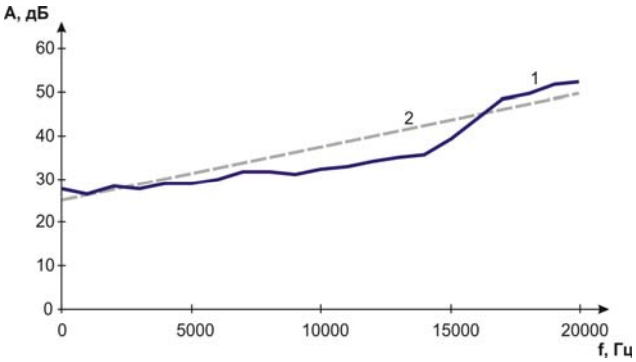


Рис. 1. Амплитудно-частот-ная характеристика звуковой карты notebook VAIO PCG-FRV26 (аппаратный кодек AC`97): *1* – кривая АЧХ; *2* – линия тренда

регистрации интервале частот при максимальной частоте дискретизации (96000 Гц). Во избежание аляйсинг-эффекта, при построении спектров частота дискретизации уменьшалась математически и устанавливалась согласно теореме Котельникова-Шенно-на в два раза большей максимальной требуемой (для 500 Гц частота дискретизации 1024 Гц).

На рис. 2 приведены результаты обработки суммарного спектра всех пригодных по качеству сигналов, зарегистрированных на одном пикете (По оси X спектральные

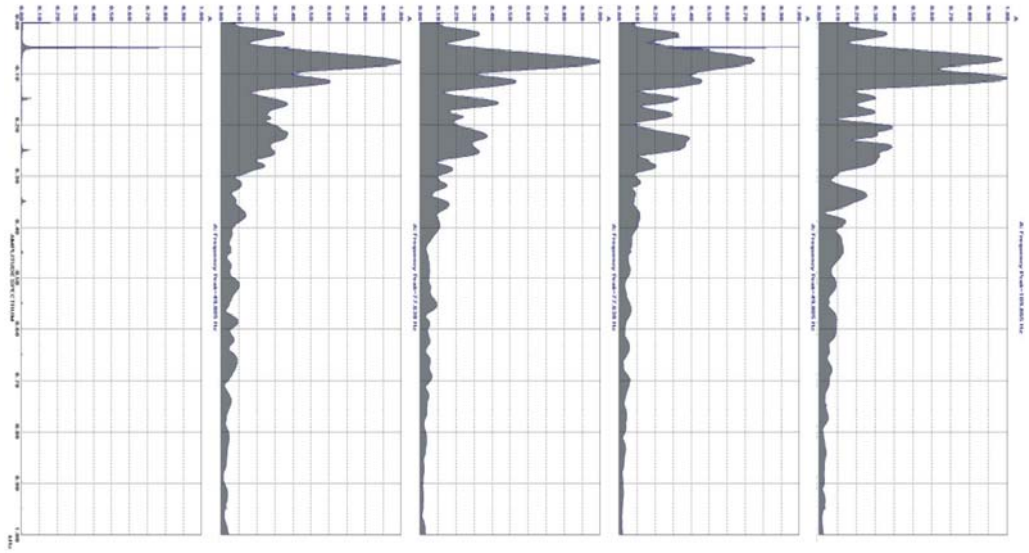


Рис. 2. Суммарные спектры сигналов. Слева направо: запись шумов при открытом входе, записи на четырёх пикетах с шагом 0,5 м

плотности, по Y – частота сигнала.). При обработке была отмечена хорошая повторяемость спектров сигналов. Представленный на рисунке разрез представляет собой решение обратной задачи спектральной геоакустики – восстановление границ ослабленного механического контакта (ОМК).

Таким образом, для решения некоторых упрощённых инженерно-геологических задач, требующих определения границ ослабленного механического контакта, можно применять вышеописанную достаточно простую и эффективную методику. Для повышения эффективности, а также расширения перечня решаемых спектральной геоакустической задач, необходимо применение аппаратуры способной регистрировать сигналы в более широком диапазоне частот. Также очевидна необходимость разработки специализированного программного обеспечения позволяющего оперативно проводить обработку и интерпретацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев В.П., Гликман А.Г.* Геоакустический метод выявления поверхностей ослабленных механических контактов. – Уголь, № 9, с. 52–58.
2. *Бауков Ю.Н.* Надёжность виброакустического метода дефектоскопии отслоений в массиве горных пород. – Изв. вузов. Горный журнал, 1988, № 11, с. 74–81.
3. *Гликман А.Г., Стародубцев А.А.* О роли геофизических методов при решении инженерно-геологических задач. Жизнь и безопасность. № 2-3, 1998, с. 518–524.
4. *Загорский Л.С.* Спектральные методы определения строения горного массива / под ред. Акад. В.Н. Страхова. – Москва: 2001. – 80 с.
5. http://www.virtins.com – сайт посвящённый серии продуктов фирмы Virtins Technology. ГИАБ

Коротко об авторах

Дубровский Ю.В. – Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт).

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БУРОВАЯ ТЕХНИКА» – ВНИИБТ»			
ПОТАПОВ Олег Александрович	Разработка метода оперативной оценки оптимального времени работы долота на забое в квазиоднородном интервале при	25.00.15	к.т.н.

	роторном бурении		