

УДК 622.24

Некоторые практические аспекты изучения беспроводных каналов связи

Давиденко А. Н.

ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Поступила в редакцию 01.03.11, принята к печати 18.03.11

Аннотация

Показана возможность исследования скважин и массива горных пород посредством методов сейсмологии. Приведен пример решения конкретной задачи возникающей при анализе полученных данных.

Ключевые слова: сейсмические явления, скважина, слой, полупространство, уравнение, модель.

Постановка задачи

Рефрагированные и (или) головные волны, регистрируемые на записях первыми, - одни из основных источников информации о строении среды в инженерной сейсморазведке и инструмент исследования скважин, для получения геолого-геофизических данных. Использование в качестве канала связи массива горных пород для передачи с забоя к поверхности электротока и радиоволн несмотря на преимущества не находит широкого применения из-за значительного затухания сигналов [1, 2]. Модуляционные способы передачи информации через массив горных пород при разработке надежных и долговечных забойных конструкций, вероятно, будут достаточно широко использоваться при проведении весьма перспективных сейсмоакустических исследований скважин в процессе бурения. Преимущество применения сейсмоакустических методов – возможность оперативного и непрерывного определения и прогнозирования характера разрушения горных пород непосредственно в процессе бурения, выбор оптимальных показателей бурения, таких как нагрузка на долото, число оборотов, производительность насосов, оценка влияния аномально высокого пластового давления, степень износа долота, определение пространственного положения ствола скважины и др.

Поэтому целесообразно рассмотреть кинематические особенности годографов для сложно построенных сред.

Целью работы является разработка методов решения обратных задач посредством анализа с единых позиций ряда моделей среды, которые можно объединить в группу «градиентный слой на градиентном полупространстве».

Некоторые модели этой группы хорошо изучены и играют важную роль в теории интерпретации данных сейсморазведки [3].

Реальный характер изменения скорости в слое и в полупространстве, как правило, сложен. Однако для выяснения главных кинематических особенностей годографов в таких средах ограничимся [3], в первом приближении, линейным законом изменения скорости с глубиной, для которого можно получить сравнительно простые аналитические зависимости. Решения для отдельных моделей [3] не дают полного представления о годографах для всего класса моделей. Особенно это касается моделей сред с уменьшением скорости распространения упругих волн в слое [3].

Рассмотрим среду, состоящую из градиентного слоя, лежащего на градиентном полупространстве. Граница раздела сред горизонтальна. Скорости распространения упругих волн

меняются по законам в слое: $V_1(Z)=V_{01}(1+\beta_1 Z)$, $0 \leq Z \leq h$, в полупространстве: $V_2(Z)=V_{02}[1+\beta_2(Z-h)]$, $h \leq Z < \infty$ [3]. Будем предполагать, что константы разреза V_{01} , V_{02} , β_1 , β_2 удовлетворяют следующим условиям: $V_{01} > 0$, $V_{02} > 0$, $\beta_1 \geq 0$, $\beta_2 \geq 0$, $1 + \beta_1 h > 0$ [3].

В соответствии с этим могут иметь место две принципиально различные группы моделей: модели, у которых скорость распространения упругих волн всюду убывает («нормальные» разрезы), и модели, у которых имеются зоны убывания скорости («аномальные» разрезы) [3].

Далее В. И. Бондарев [3] вводит следующие обозначения: $n = V_{02}/V_{01} > 0$, $q = 1 + \beta_1 h > 0$, $U = \operatorname{tg} \alpha$, где α – угол к оси Z , под которым сейсмический луч, вышедший из пункта возбуждения колебаний встретит границу слоя и полупространства в некоторой точке А. Форма луча различна в зависимости от знака β_1 [3].

В указанных предположениях основное уравнение В. И. Бондарева запишется в виде [3]:

$$X = \frac{2}{U} \left(\frac{1}{\beta_1} (1 - \sqrt{1 - U^2 (q^2 - 1)}) \right) + \frac{1}{\beta_2 n} \sqrt{1 - U^2 (n^2 - 1)} \quad (1)$$

X – точка выхода луча на поверхность слоя [3].

Наша цель состоит в том, чтобы показать, что U эффективно может быть найдено из уравнения (1) при любых допустимых n , q , β_1 , β_2 .

Запишем уравнение (1) в эквивалентном виде

$$\frac{XU}{2} - \frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_1} \sqrt{1 - U^2 (q^2 - 1)} = \frac{1}{\beta_2 n} \sqrt{1 - U^2 (n^2 - 1)}. \quad (2)$$

Возводим обе части (2) в квадрат, тогда

$$\begin{aligned} \left(\frac{XU}{2} - \frac{1}{\beta_1} \right)^2 + \left(XU - \frac{2}{\beta_1} \right) \frac{1}{\beta_1} \sqrt{1 - U^2 (q^2 - 1)} + \frac{1}{\beta_1^2} (1 - U^2 (q^2 - 1)) = \\ = \frac{1}{\beta_2^2 n^2} (1 - U^2 (n^2 - 1)) \end{aligned} \quad (3)$$

Уравнение (3) эквивалентно уравнению

$$\begin{aligned} \left(XU - \frac{2}{\beta_1} \right) \frac{1}{\beta_1} \sqrt{1 - U^2 (q^2 - 1)} = \\ - \left(\frac{XU}{2} - \frac{1}{\beta_1} \right)^2 - \frac{1}{\beta_1^2} (1 - U^2 (q^2 - 1)) + \frac{1}{\beta_2^2 n^2} (1 - U^2 (n^2 - 1)) \end{aligned} \quad (4)$$

Возводя уравнение (4) в квадрат, окончательно получаем:

$$\begin{aligned} U^4 \left[\frac{X^2 (q^2 - 1)}{2\beta_1^2} + \frac{X^4}{16} + \frac{(n^2 - 1)^2}{\beta_2^2 n^4} + \frac{(q^2 - 1)^2}{\beta_1^2} + \frac{X^2 (n^2 - 1)}{2\beta_2^2 n^2} - \frac{2(n^2 - 1)(q^2 - 1)}{\beta_1^2 \beta_2^2 n^2} \right] + U^3 \left[-\frac{2X(q^2 - 1)}{\beta_1^2} - \frac{X^3}{2\beta_1} - \frac{2X(n^2 - 1)}{2\beta_2^2 n^2} \right] + U^2 \left[\frac{X^2}{\beta_1^2} - \frac{2(n^2 - 1)}{\beta_2^2 n^4} - \frac{X^2}{2\beta_2^2 n^2} + \frac{2(n^2 - 1)}{\beta_1^2 \beta_2^2 n^2} + \frac{2(n^2 + q^2 - 2)}{\beta_1^2 \beta_2^2 n^2} \right] + \frac{2X}{\beta_1^2 \beta_2^2 n^2} U + \left[\frac{1}{\beta_2^2 n^4} - \frac{4}{\beta_1^2 \beta_2^2 n^2} \right] = 0. \quad (5) \end{aligned}$$

Уравнение (5) – четвертной степени, а решить уравнение в радикалах – это значит выразить его корни через коэффициенты с помощью конечного числа рациональных действий и извлечения корней. Уравнение 4-ой степени, как известно [2], разрешимо в радикалах.

Выводы

Показаны возможности применения методов сейсмоакустики при исследовании скважин; аналитически доказано, что из уравнения по теории В. И. Бондарева, при линейном законе изменения скорости с глубиной, всегда для главных кинематических особенностей годографов можно записать в радикалах сравнительно простые аналитические зависимости.

Библиографический список

1. Германдзе В. Е., Панфилов Г. А. Исследование тракта передачи информации с помощью магнитных электрополей, распространяющихся в массиве горных пород // Технология бурения скважин в Западной Сибири. – Тюмень: ТГУ, 1976. – С. 79 – 84.
2. Рукавицын В. Н., Кузнецов О. Л., Васильев Ю. С. Геоакустический метод исследования скважин в процессе бурения // Ядерногеофизические и геоакустические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. – М.: ВНИИЯГГ, 1975. – С. 82-97.
3. Бондарев В. И. Кинематические особенности годографов первых волн, связанных с полупространством, перекрытым однородным или градиентным слоем // ИВГР. – 1963. - № 3. С. 19-21.
4. Шапиро Г. М. Высшая алгебра. – М.: ГУП, 1938. – 412 с.

© Давиденко А. Н., 2011.

Анотація

Показано можливість дослідження свердловин та масиву гірських порід засобами сейсмології. Наведено приклад розв'язання конкретної задачі, що виникає при аналізі даних.

Ключові слова: сейсмічні явища, свердловина, шар, напівпростір, рівняння, модель.

Abstract

Possibility of research of mining holes and array of mountain breeds is shown by means of seismology. An example of decision of concrete task is made arising up at the analysis of the got data.

Keywords: seismic, mining hole, layer, half-space, equalization, model.