

В случае, когда амплитуда пиковых выбросов сопоставима с амплитудой полезного сигнала, предложено применить новый математический аппарат, основанный на вейвлет-разложении сигнала.

На основе предложенных алгоритмов разработаны программы предобработки данных ВСП в пакете «ЮНИВЕРС». При опробовании на реальных данных получен положительный результат повышения отношения сигнал/шум.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АНИЗОТРОПНОЙ ПАРАЛЛЕЛЬНО-СЛОИСТОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ГОДОГРАФОВ ПЕРВЫХ ВСТУПЛЕНИЙ ВСП ИЗ НЕСКОЛЬКИХ ПУНКТОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ

А.А. Табаков*, И.Е. Солтан*, П.М. Боков*, К.В. Баранов**,
А.К. Душутин**

(* ОАО «ЦГЭ», ** ООО «Геоверс», г. Москва)

В процессе обработки и интерпретации данных ВСП одной из наиболее важных задач является задача определения кинематических характеристик среды во вскрытой части разреза. Такая задача обычно решается путем построения толстослойной скоростной модели с использованием данных ГИС и ВСП из ближнего пункта возбуждения. Практика показывает, что построенная таким образом модель почти всегда плохо соответствует наблюдениям из удаленных пунктов возбуждения. Это может происходить за счет таких факторов, как наличие анизотропии, различие в условиях возбуждения, неоднородности среды, присутствия статических сдвигов в данных наблюдений и т.п. Тем не менее, для интерпретации данных из нескольких удаленных пунктов возбуждения и построения изображений околоскважинного пространства требуется иметь модель, наиболее адекватно описывающую распространение волн в окрестности скважины. Чаще всего на практике для того, чтобы построить такую модель, предполагают, что среда в окрестности

скважины является анизотропной, и подбирают параметры анизотропии для наилучшего соответствия модельных годографов первых вступлений и реальных данных наблюдений. При этом важно, чтобы построенная таким образом модель наилучшим образом согласовывалась одновременно с данными наблюдений со всех пунктов возбуждения.

Разработан оптимизационный метод решения задачи определения параметров анизотропной параллельно-слоистой модели среды по годографам первых вступлений ВСП из нескольких пунктов возбуждения.

В качестве модели среды рассматривается кусочно-однородная параллельно-слоистая модель. Кроме того, предполагается, что каждый из слоев является поперечно-изотропным (трансверсально-изотропным) с осью симметрии, совпадающей с нормалью к границам пластов. Модель будем описывать упругими параметрами (плотность ρ_i ; упругие модули c_{kl}^i или скорости α_i, β_i, \dots) каждого слоя, а также толщинами слоев $h_i, i = \overline{1, N}$ (N – количество слоев). Рассматривается частный случай поперечно-изотропной среды – поперечно-изотропная среда с эллиптической анизотропией, т.е. скорости распространения волн в каждом из слоев полностью определяются скоростями в направлениях вдоль и поперек оси анизотропии.

Пусть задана система точек наблюдения (x_m^R, y_m^R, z_m^R) , расположенных вдоль скважины, представляющую собой некоторую пространственную кривую. Заданы также координаты источников (x_m^S, y_m^S, z_m^S) . Несмотря на то, что задача является, вообще говоря, трехмерной, очевидно, что ее можно свести к двумерной постановке соответствующим поворотом системы координат. Поэтому для расчета кинематических характеристик сейсмической волны для фиксированной m -ой пары источник-приемник достаточно знать горизонтальное расстояние между источником и приемником L_m , а также вертикальные координаты как источника z_m^S , так и приемника z_m^R в такой

системе координат.

Для подбора параметров модели среды необходимо минимизировать функционал вида (1) в виде взвешенной суммы квадратов разностей времен, рассчитанных по модели и реальных времен первых вступлений по данным ВСП:

$$F^T(\mathbf{a}) = \sum_{m=1}^M w_m [t_m(\mathbf{a}) - \bar{t}_m + t_0(m)]^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где M – количество рассматриваемых приемников; w_m – весовой множитель; \bar{t}_m – экспериментальное время; $t_0(m)$ – статическая поправка ко времени распространения (может быть своя для каждого пункта возбуждения); $t_m(\mathbf{a})$ – модельное время; \mathbf{a} – полный набор параметров, описывающих модель среды (в качестве набора параметров модели в данном случае выступают скорости в направлениях вдоль и поперек оси анизотропии в каждом из слоев модели).

Для минимизации функционала (1) используются градиентные методы. Поскольку процесс минимизации является итерационным, то для решения поставленной задачи необходимо иметь быстрый алгоритм расчета времен первых вступлений в рамках рассматриваемой модели среды. Соответствующий алгоритм разработан на основе решения для каждой пары источник-приемник нелинейного уравнения вида:

$$f(p) = L + \sum_{i=1}^{N_s} h_i \frac{dm_i(p)}{dp} = 0, \quad (2)$$

где $m_i(p) = \sqrt{v_i^{-2}(p) - p^2}$, L – горизонтальное расстояние источник-приемник, $v_i(p)$ – скорость в слое с номером i в направлении, определяемом лучевым параметром p , а p – искомый лучевой параметр.

После того, как из уравнения (2) определяется неизвестный лучевой параметр p , время первого вступления прямой волны

для данной пары источник-приемник рассчитывается по формуле:

$$t = pL + \sum_{i=1}^{N_s} h_i m_i(p) \quad (3)$$

Аналогичным образом рассчитывается время первого вступления в случае головных волн.

На основе изложенного подхода разработана программа для системы обработки данных ВСП «ЮНИВЕРС». Программа опробована на реальных данных ВСП на различных площадях Западной Сибири. Получены реалистичные модели среды, обеспечивающие хорошее совпадение результатов обработки данных ВСП с данными ГИС и наземной сейсморазведки.

**ОЦЕНКА ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ
ПО ТРЕХКОМПОНЕНТНЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ ВСП**
А.А. Табаков*, И.Е. Солтан*, К.В. Баранов**, А.К. Душутин**
(ОАО «ЦГЭ», ООО «ГЕОБЕРС» г. Москва)

Наблюдения методом ВСП потенциально позволяют оценивать большое количество параметров изучаемой среды. Причем многие из них можно оценить только по данным поляризованного метода ВСП, в котором изучается полный вектор сейсмических колебаний. Однако до недавнего времени методика полевых работ и качество полевых данных не позволяли полноценно произвести векторную обработку материалов. С этим также связано медленное развитие промышленного программного обеспечения, нацеленного на такую обработку.

В последнее время качество многокомпонентных полевых данных возросло. Это связано как с совершенствованием аппаратуры, так и с усилением контроля качества полевых работ. Кроме того, на основе накопленного опыта работ по ВСП большое внимание уделяется проектированию методики полевых наблюдений. Например, ближние пункты взрыва теперь относятся на 250-300м. При таком удалении становится