

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЛНОВОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

А.С. Сердюков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

В работе рассматривается проблема построения скоростных разрезов сейсмических волн по данным малоглубинной сейсморазведки. Исследования проводятся на глубину порядка нескольких десятков метров. Для таких задач обычной ситуацией являются резкие перепады значения сейсмических скоростей с ростом глубины. Так, например, скорость продольных сейсмических волн в водонасыщенных дисперсных грунтах может более чем в два раза превосходить значения в обычном состоянии.

Другой типичной ситуацией является контрастная граница между грунтами и скальными породами. В таких условиях наблюдаются преломленные волны, и наиболее распространенным является метод  $t_0'$  [4], в основе которого лежат предположения о горизонтально-однородном скоростном строении исследуемой среды. Заметим, что даже на равнинных участках местности со слоистой структурой среды могут возникать горизонтально-неоднородные скоростные аномалии. Из-за неравномерных внешних воздействий физико-механические свойства изначально однородного слоя грунта (например, влажность, плотность) могут существенно изменяться. Изменение свойств приводит к горизонтально-неоднородному скоростному строению. Традиционным методом исследования распределения скоростей сейсмических волн является лучевая сейсмическая томография. В случае малоглубинной сейсморазведки масштаб размеров исследуемых скоростных неоднородностей сравним с доминирующими длинами волн.

Это приводит к недостоверным результатам из-за того, что лучевая томография основана на высокочастотной (лучевой) аппроксимации решений соответствующих волновых уравнений.

Метод волновой томографии, предложенный в работе [1], позволяет решать обратную кинематическую задачу без использования высокочастотной аппроксимации. Невязки времен пробега определяют по корреляции наблюдаемых и синтетических сейсмограмм. Это позволяет выявлять невязки, вызванные возмущениями скорости в среде, размеры которых сравнимы с доминирующей длиной волны. Такой способ более устойчив к техногенным помехам на сейсмограммах, чем методы лучевой томографии. Для расчета синтетических сейсмограмм применяются конечно-разностные схемы решения соответствующих уравнений [2]. Это позволяет достаточно точно моделировать распространение упругих колебаний в неоднородных средах без использования лучевой аппроксимации. Метод волновой томографии, в основном, используется в сейсмологии и в задачах межскважинного просвечивания [3].

В настоящей работе волновая томография была адаптирована с учетом специфики задачи (выраженных поглощающих свойств, наличия сильных помех в данных) и впервые применена для обработки данных малоглубинной сейсморазведки.

Приведем пример обработки реальных данных. Был выбран объект в районе п. Ключи, Новосибирская область. Наблюдения проводились по профилю протяженностью 252 м, с шагом по пунктам приема – 6 м, по пунктам возбуждения – 18 м. В качестве источника использовалась кувалда массой 5 кг.

Для данного профиля была построена скоростная модель, полученная на основе метода  $t_0'$ . После сглаживания слоистая модель использовалась в качестве начальной скоростной модели для волновой томографии. Разрез скоростей продольных волн показан на рис. 1.

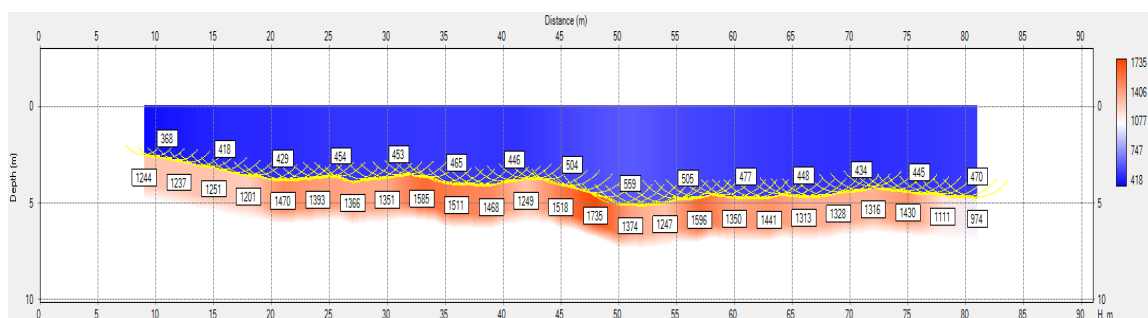


Рис. 1. Разрез скоростей продольных волн по профилю, полученный методом  $t_0'$

Предварительная обработка сейсмических данных включала определение времен первых вступлений для всех сейсмограмм общей точки взрыва (применение автоматических алгоритмов определения времен первых вступлений с последующим контролем и редактированием). Далее фиксировалось временное окно волновой формы первых вступлений. Вне временного окна первых вступлений амплитуда трасс полагалась равной нулю (со сглаживанием на краях окна) (см. рис. 2). Для оценки формы импульса для каждой сейсмограммы использовалось усреднение по всем приемникам. Обработка 14 сейсмограмм общей точки взрыва методом волновой томографии позволила построить уточненную модель скоростей продольных волн, на которой хорошо видна высокоскоростная аномалия (до 200 м/с). Результат показан на рис. 3.

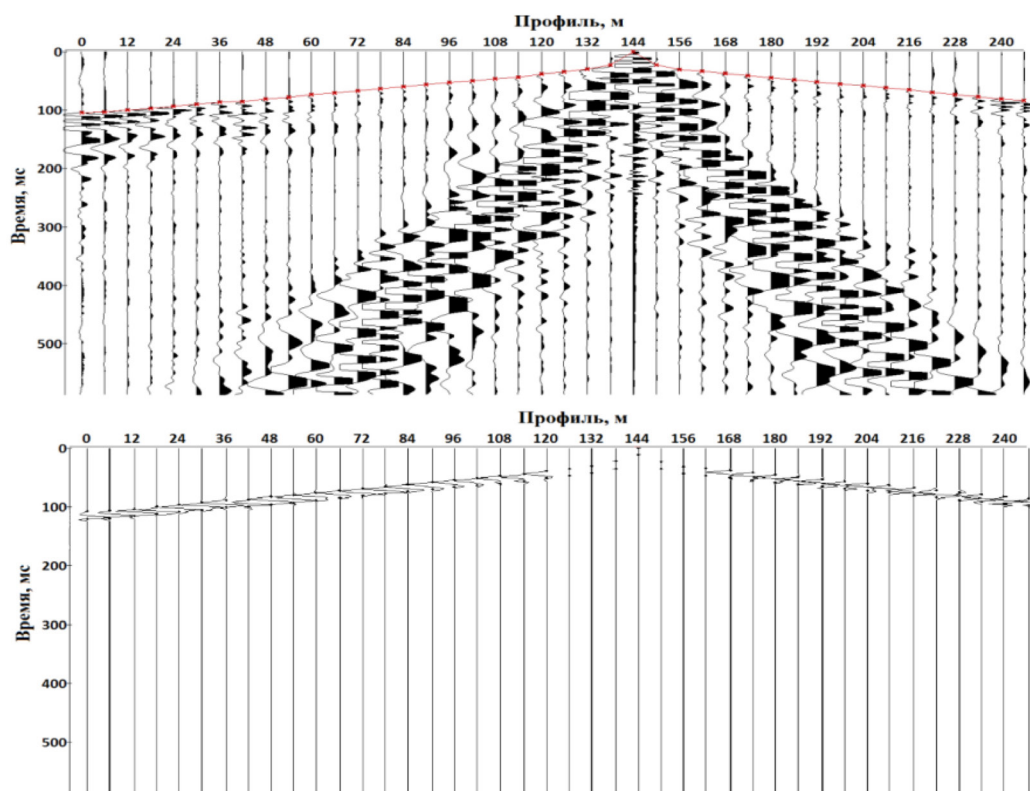


Рис.2. Записи с одного из ПВ: сверху – исходная сейсмограмма, внизу – вырезанные окрестности первых вступлений

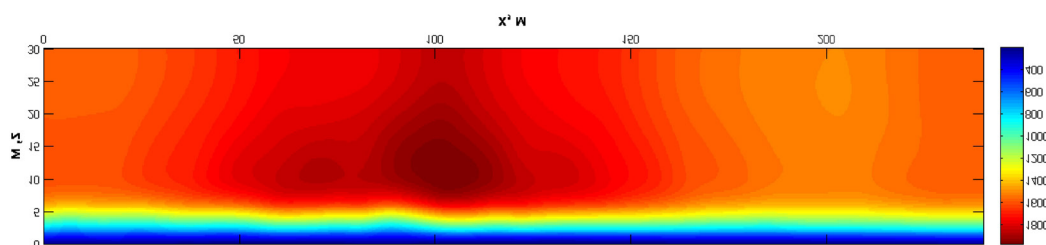


Рис.3. Распределение скорости продольных сейсмических волн вдоль исследуемого профиля до глубины 30 м

**Заключение.** Рассмотрена проблема исследования свойств зоны малых скоростей верхней части геологического разреза по данным малоглубинной сейсморазведки. Предложена и успешно апробирована на реальных данных методика построения разрезов скоростей продольных волн на основе волновой томографии.

Работа поддержана грантом Российским фонтом фундаментальных исследований РФФИ № № 16-35-60062.

#### Литература

1. Luo Y., Schuster G.T. Wave-equation travelttime inversion // Geophysics. – 1991. – Т.56. – №.5. – С. 645-653.
2. М.В. Курленя, А.С. Сердюков, А.В. Азаров, А.А. Никитин. Численное моделирование волновых полей при мониторинге микросейсмических событий в массиве горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2015. – №4. – С. 61-69.
3. М.В. Курленя, А.С. Сердюков, А.А. Дучков, С.В. Сердюков. Волновая томография очагов аккумуляции метана в угольном пласте // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – №4. – С. 3-10.
4. Метод преломленных волн / А.М. Епинаьева, Г.М. Голошубин, А.П. Литвин и др. М.: Недра, 1990. – 297с.