

**01 СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ГЛУБИННОГО РАЗРЕЗА ПО
ДАНЫМ НЕПРОДОЛЬНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО
СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ**

Бондарев В.И., Крылатков С.М.

(УГГУ, г. Екатеринбург)

**WAY OF CONSTRUCTION OF THE DEEP SECTION
ACCORDING TO OFFSET VERTICAL SEISMIC PROFILING**

Bondarev V.I., Krylatkov S.M.

(UrSMU, Yekaterinburg)

Аннотация.

Способ не продольного вертикального сейсмического профилирования (НВСП) достаточно широко применяется на разных стадиях изучения нефтегазовых резервуаров (Бондарев и др, 2011, Гальперин, 1994). Получаемые с его помощью временные/глубинные разрезы по серии линий, ориентированных в различных азимутах, позволяют получать уточненные данные о строении среды, осуществлять более уверенную интерпретацию результатов наземной сейсморазведки. Существуют многочисленные технологии построения временных разрезов по данным НВСП (Шехтман и др. 1984), основанные на использовании в специфических скважинных условиях технологий, разработанных в МОГТ. Ниже предлагается еще один подход к построению околоскважинных временных/глубинных разрезов, который обладает, по мнению авторов, рядом отличительных особенностей.

Abstract.

The way of offset vertical seismic profiling (Offset VSP) is widely enough applied at different stages of studying of oil-and-gas tanks (Bondarev and other, 2011, Galperin, 1994). Time/deep sections received with its help on a series of the lines focused in various azimuths, allow to obtain the specified data on a structure of environment, to carry out more confident interpretation of results of ground seismic prospecting. There are numerous technologies of construction of time sections on data Offset VSP (Shekhtman and other 1984), based on use in specific borehole conditions of the technologies developed in CDP. One more approach to construction near well time/deep sections which possesses, in opinion of authors, by a number of distinctive features below is offered.

На вертикальном сейсмическом профиле (рис.1), который представляет собой скважина с помещенными приемниками, от плоских горизонтальных границ раздела могут наблюдаться отраженные волны только в том случае, если координата точки отражения x_D не превышает $l/2$, где l – величина удаления ПВ от устья скважины. Предположим, что

отражающая граница в окрестности отражения (в точке с координатой x_D) локально плоская и горизонтальная, а отраженный луч пересечет скважину в точке $z_{\text{всп}}$. Используя уравнение прямой линии для луча отраженной волны, можно получить следующее выражение для определения координаты точки его пересечения с осью скважины (при $x=0$):

$$z_{\text{всп}} = z_D \cdot \frac{l - 2 \cdot x_D}{l - x_D} . \quad (1)$$

Используя эти параметры легко найти время прихода отраженной волны t к скважинному сейсмоприемнику, находящемуся на глубине $z_{\text{всп}}$:

$$V \cdot t(z_{\text{всп}}) = \sqrt{(l - x_D)^2 + z_D^2} + \sqrt{x_D^2 + (z_{\text{всп}} - z_D)^2} . \quad (2)$$

На основе этого уравнения нами построен простой алгоритм построения временного/глубинного разреза околоскважинного пространства по зарегистрированному волновому полю НВСП.

В алгоритме используется известная информация о скоростной зависимости $V(t_0)$ или $V(z)$. На линии “устье скважины – ПВ” в интервале удалений до $l/2$ выбираем некоторое количество точек (центров бинов) с равным шагом. Эти параметры и позволяют для каждого значения времени t_0 (глубины z_D) и координаты x_D находить по полученным формулам на каждой трассе временного воля НВСП соответствующее значение регистрируемого времени прихода отраженной волны $t(z_{\text{всп}})$. Определив на этом времени амплитуду сейсмического сигнала, переносим ее на трассу временного разреза (в точку x_D, t_0) или глубинного разреза (в точку x_D, z_D). Повторяя такие пересчеты с заданным шагом по оси t_0 (по оси глубин z_D) для различных x_D , можно получить искомые разрезы в интервале удалений от устья исследуемой скважины до удалений, приблизительно равных, $(0,40 \div 0,45) \cdot l$. Если параметр x_D менять с достаточно малым шагом (5-20м), то в последующем для получения более устойчивых изображений среды можно осуществлять осреднение по 5-9 трассам в скользящем окне.

Для опробования возможностей предлагаемого способа использовался набор теоретических сейсмограмм, которые могли бы быть зарегистрированы в вертикальной скважине при расположении пункта возбуждения сейсмических волн на поверхности на заданном удалении от устья скважины, сравнимом с глубиной до изучаемых объектов в разрезе. При этом использовалось предположение о возможности применения для такого моделирования различных скоростных моделей среды. Рассматривались различные группы моделей: от простейших сред с одной горизонтальной отражающей границей – до сложно построенных многослойных сред с локальными объектами.

Расчеты сейсмограмм проводились на основе сверточной модели сейсмической трассы и годографов, рассчитанных по известным

уравнениям. Пример теоретической сейсмограммы для модели среды с тремя отражающими границами показан на рис.2.

Рассчитанные теоретические сейсмограммы подавались на вход специально написанной программы решения обратной задачи, которая и позволяет получать искомые временные/глубинные разрезы околоскважинного пространства. Для сравнения на всех таких полученных разрезах линией красного цвета показано истинное положение модельного объекта. На рис. 3 показан результат построения глубинного разреза для модели среды с одной горизонтальной отражающей границей. Получен почти идеальный глубинный разрез в интервале удалений до 0.45l. На рис. 4 показан результат инверсии для случая наклонной границы, угол падения которой уже около 20 градусов. Видно, что отклонение результатов расчетов от исходной модели (красным цветом всюду показано истинное положение объекта) становится уже чрезмерно большими и требует последующего применения миграции. Для получения правильного представления о наклонных отражающих границах с углами наклона более 7-10 градусов необходимо полученные предложенным способом разрезы обязательно подвергать процедуре миграции.

На рис. 5 показан результат решения обратной задачи по ранее показанному волновому полю (рис. 2) для трех отражающих границ. При этом одна из границ находится ниже забоя скважины (глубина скв -1600м). Как и следовало ожидать, глубинное изображение этой границы восстанавливается только на части профиля.

Инверсия волнового поля дифрактора дает изображение ложной сейсмической границы антиклинальной формы (рис. 6).

В докладе приводятся данные об опробовании способа на других модельных, а также экспериментальных материалах.

Выводы:

- предложен технологичный и эффективный способ обработки данных НВСП с целью получения временного (глубинного) изображения околоскважинного пространства;

- способ легко адаптируется для использования более сложных скоростных моделей среды;

- результаты численного моделирования подтвердили правильность исходных предположений, положенных в основу теории способа.

Литература:

1. Бондарев В.И, Крылатков С.М., 2011. Сейсморазведка. Учебник для вузов в двух томах. Екатеринбург, Изд-во УГГУ. Том-1-400с., том-2 -400с.
2. Гальперин Е.И., 1994. Вертикальное сейсмическое профилирование: опыт и результаты. М: Наука, 320с.
3. Шехтман Г. А., Зернов А.Е. 1987. Преобразование записей продольного ВСП в сейсмический разрез. Труды XXXII Международного геофизического симпозиума. Дрезден, С.-218-224.