

МЕТОДИКА 2D, 3D+ВСП СОВМЕСТНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ И В СКВАЖИНЕ

* А. А. Табаков¹, А.С. Кашик¹, Г. Н. Гогоненков¹, К. В. Баранов²
1 – ОАО «ЦГЭ», Россия, 123298 Москва, ул. Народного ополчения, д. 38, корп.3;
2 – ООО «ГЕОВЕРС»

2D, 3D+VSP acquisition geometries combining surface and downhole measurements

* A. A. Tabakov¹, A. S. Kashik¹, G. N. Gogonenkov¹, K. V. Baranov²
1 – CGE, 38-1, Narodnogo opolcheniya str., Moscow 123298, Russia; 2 – Geovers ltd.

Summary

Two applications of combined surface and downhole acquisition geometries are described. They are called “2D+VSP” and “3D+VSP”. The advantages are based on the use of downhole arrival times and signatures to improve surface seismic data. The case stories approve the proclaimed features of proposed technology.

Аннотация

Рассмотрена технология совмещенных наземно-скважинных сейсмических наблюдений в вариантах «2D+ВСП» и «3D+ВСП». Преимущество этой технологии основано на использовании годографов первых вступлений и формы импульсов глубинного прибора для коррекции записей наземных сейсмоприемников. Приведенные примеры применения технологии подтверждают преимущества использования таких наблюдений.

Введение

Основными геофизическими методами, используемыми при поисках, разведке и мониторинге нефтяных и газовых месторождений, являются геофизические исследования скважин (ГИС), сейсморазведка на поверхности (2D и 3D) и в скважинах (ВСП, НВСП).

Методы ГИС обладают высокой разрешающей способностью по глубине, однако изучают самую ближайшую область около скважины. Сейсморазведка на поверхности обладает возможностью получения связного изображения больших объектов, но недостаточной разрешенностью и точностью для решения задач высокой детальности. ВСП обеспечивает большую детальность изучения околоскважинного пространства по сравнению с наземной сейсморазведкой, но в ограниченном диапазоне удалений от скважины.

При эксплуатационном бурении на нефть и газ часто возникает потребность детального изучения продуктивных пластов на расстояниях до 1.5 – 2 км от скважины, не достигаемых для исследований методом ВСП. Наличие глубокой скважины может существенно повысить точность и детальность исследований 2D- или 3D-сейсморазведки в окрестностях этой скважины, если использовать одновременные наблюдения на поверхности и в скважине, то есть совместить преимущества сейсморазведки на поверхности и ВСП. Методика совмещенных наблюдений, при которой возбуждения на поверхности на профиле 2D (или сетке 3D) регистрируются зондом ВСП, расположенным вблизи забоя глубокой скважины, названа “Локальный проект 2D+ВСП” (“Локальный проект 3D+ВСП” соответственно). По сути, предлагаемая технология базируется на трехмерных системах наблюдения.

Описание метода

Рассматривается методика наблюдений многоточечным трехкомпонентным зондом ВСП вблизи забоя глубокой скважины для оценки неоднородностей верхней части разреза и компенсации различий формы импульса возбуждения в сейсмограммах наземных приемников [4].

На рисунке 1 приведена упрощенная схема системы наблюдений и хода лучей в сечении 2D для условной двукратной системы наблюдений.

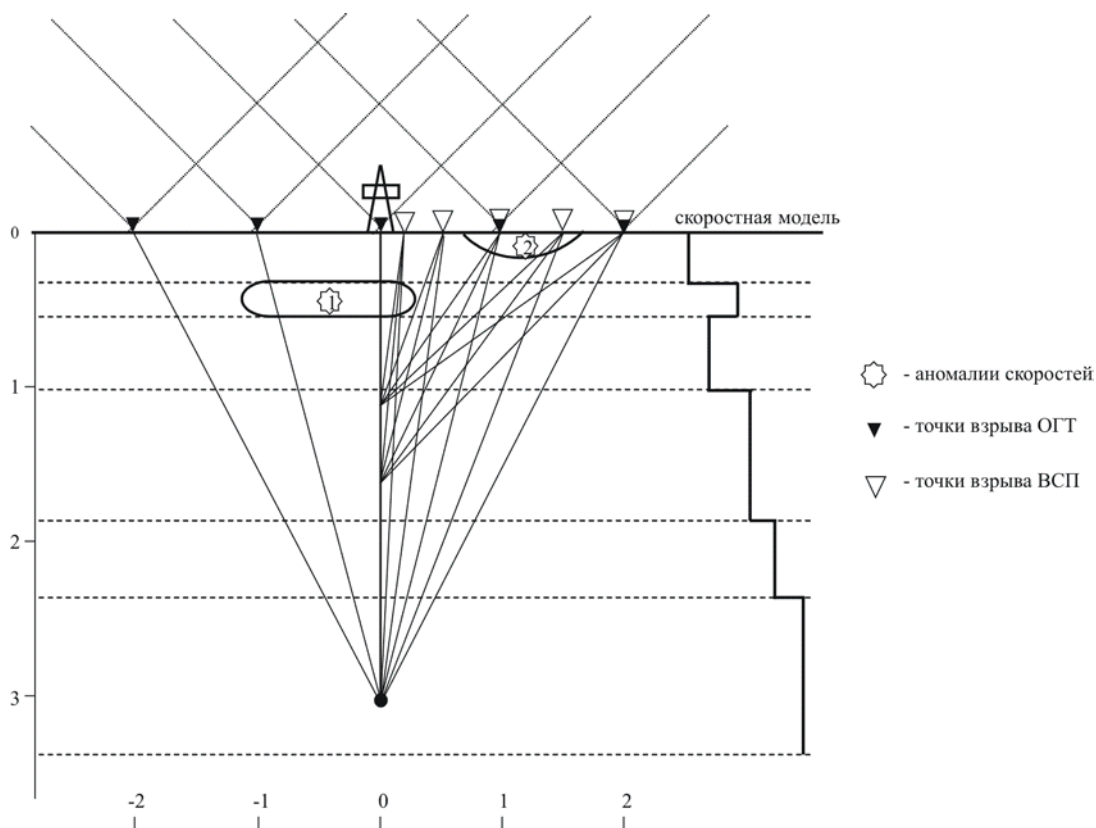


Рис. 1 Схема проведения полевых работ по методике «2D+ВСП»

Каждое возбуждение на профиле 2D (или сетке 3D) регистрируется многоточечным трехкомпонентным зондом, расположенным вблизи забоя глубокой скважины, с шагом между приемниками не менее 15 м. Использование многоточечного трехкомпонентного зонда обеспечивает возможность выделения прямой продольной волны для последующей компенсации изменений формы сигнала в записях наземных сейсмоприемников. Система наблюдений для наземных расстановок проектируется по обычным принципам.

В скважине проводятся также работы ВСП из ближнего и нескольких удаленных пунктов возбуждения. Данные ближнего пункта возбуждения ВСП используются для привязки отражений, регистрируемых на поверхности, к литологическому разрезу, прогнозу геологического разреза ниже забоя скважины, а также для повышения разрешающей способности методов наземных наблюдений путем применения дополнительной деконволюции разрезов ОГТ по трассе однократных отражений ВСП.

Проведение ВСП из нескольких пунктов взрыва позволяет более достоверно и точно оценить скоростную модель среды (скорости, коэффициенты анизотропии, наклоны пластов) в окрестности скважины.

Описание графа обработки

Обработка данных совмещенных наблюдений состоит из трех этапов. На первом этапе осуществляется обработка данных ВСП из всех пунктов возбуждения. Основным результатом первого этапа является скоростная модель среды [3].

Далее выполняется обработка записей глубинного зонда ВСП, которая включает в себя кинематическую и динамическую обработку [1]. Основой для кинематической обработки служит годограф первых вступлений зонда ВСП. Предполагается, что функциональная зависимость годографа от координат источников обусловлена следующими факторами:

- средой распространения, описываемой слоисто-однородной моделью;

- локальными неоднородностями ВЧР;
- неоднородностями условий возбуждения.

Разность между наблюдаемым годографом и синтетическим, рассчитанным с использованием скоростной модели среды, определяет поле статических поправок. Гладкая составляющая этих поправок характеризует локальные неоднородности скоростей ВЧР, а высокочастотная - неоднородности условий возбуждения.

Динамическая обработка записей контрольного зонда ВСП служит для выравнивания формы импульса возбуждения и состоит из выделения падающей волны и получения эталонного сигнала для расчета корректирующего оператора. Эталонный сигнал рассчитывается путем накапливания трасс падающих волн, имеющих равное удаление от устья скважины.

Результатами этого этапа являются поправки за аномалии скоростей ВЧР и операторы, компенсирующие различия формы импульса возбуждения.

На последнем этапе выполняется обработка записей наземных сейсмоприемников с учетом результатов, полученных на предыдущих этапах. В заключение обработки выполняется деконволюция разреза ОГТ с использованием трассы однократных отражений ВСП. Эта процедура обеспечивает расширение спектра трасс ОГТ и приведение формы импульса к нуль-фазовому [3].

Результаты обработки

Основные специфические результаты применения методики совмещенных наблюдений, обеспечивающие преимущества перед стандартной сейсморазведкой, получаются на втором этапе обработки.

Первое преимущество использования такой методики наблюдений заключается в получении карты скоростей верхней части разреза, которая используется для коррекции среднечастотных статических сдвигов в записях наземных сейсмоприемников. Пример такой карты, построенной по наблюдениям «3D+ВСП» на одном из месторождений Западной Сибири, приведен на рисунке 2. На рисунке также изображен реальный речной комплекс, с наличием которого на этой площади связаны зоны растепления вечной мерзлоты, сопровождающиеся существенным понижением скорости в ВЧР.

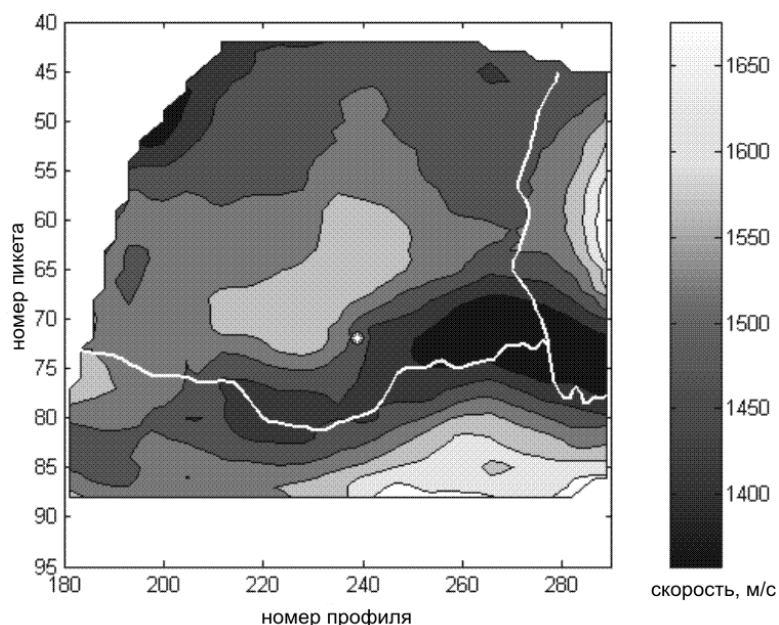


Рис. 2 Карта скоростей слоя, включающего зону мерзлоты (белая точка – скважина, белая линия – речной комплекс)

Другим преимуществом такой методики является возможность использования операторов, выравнивающих неоднородности формы импульса в записях наземных сейсмоприемников. На рисунке 3 приведены исходные записи одного из наземных приемников от нескольких взрывов и результат коррекции статических поправок и компенсации различий формы импульса. Заметно улучшение коррелируемости отраженных волн, что подтверждает возможность использования

статических поправок и операторов, рассчитанных по записям глубинного зонда, для компенсации влияния неоднородностей условий возбуждения в записях наземных приемников.

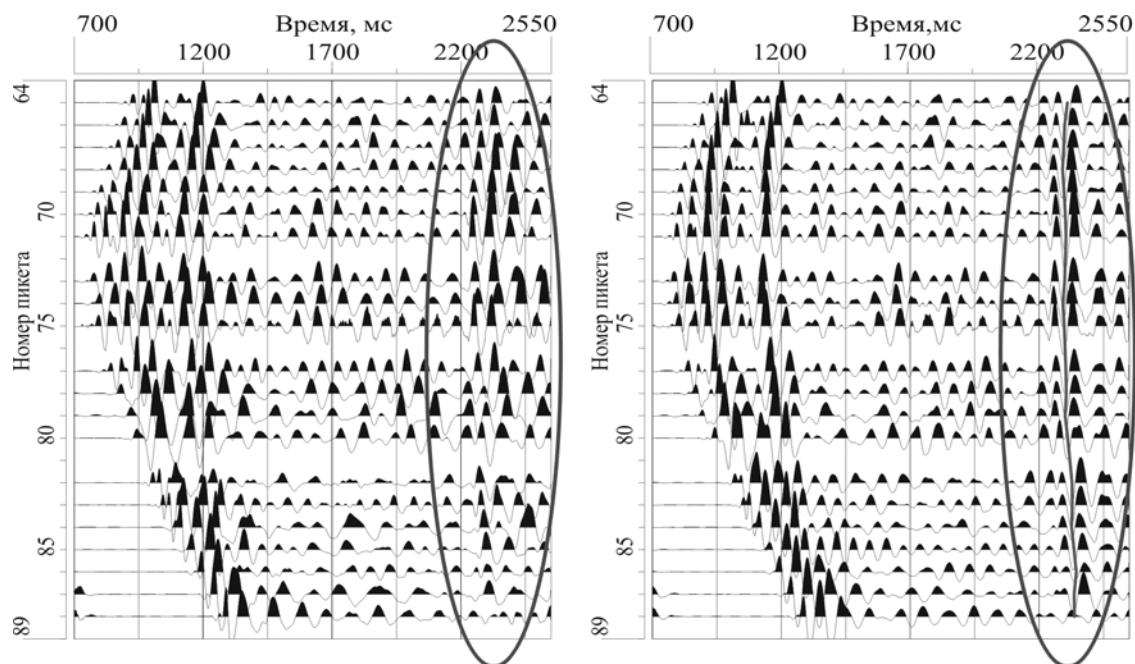


Рис. 3 Записи наземного приемника для нескольких пунктов взрыва (слева – до коррекции, справа – после коррекции формы импульса и статики с использованием записей зонда ВСП)

Выводы

Методика совмещенных наблюдений позволяет получить преимущества перед наземной сейсморазведкой при наличии глубокой скважины на площади исследований [2].

Основные преимущества совмещенных наземно-скважинных наблюдений можно сформулировать следующим образом:

- возможность компенсации неоднородностей условий возбуждения за счет контроля формы импульса каждого воздействия и деконволюции по форме сигнала,
- возможность использования достоверных статических поправок за возбуждения,
- возможность использования точного скоростного закона на скважине по данным ВСП и учета горизонтального градиента скоростей ВЧР, оцениваемого по вариации времен прихода прямой волны при возбуждении на сетке наземных наблюдений.

Литература

1. Баранов К.В., Табаков А.А., Бикеев В.С., Яковлев И.В., Барков А.Ю., 2001, Коррекция статических поправок и формы импульса возбуждения при наземно-скважинных наблюдениях «Локальный проект 3D+ВСП»: Сборник докладов научно-практической конференции, посвященной 5-летию юбилею ООО «КогалымНИПИнефть», Когалым, 91 - 97.
2. Баранов К.В., Бикеев В.С., Стариков Н.В., Табаков А.А., 2002, Результаты применения методик «3D+ВСП Локальный проект» и «2D+ВСП Локальный проект» в условиях Западной Сибири: Тезисы докладов научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития метода ВСП», М., 69.
3. Гальперин Е.И., 1994, Вертикальное сейсмическое профилирование: опыт и результаты: М., Наука – 320 с.
4. Табаков А.А., Бикеев В.С., Баранов К.В., Яковлев И.В., Барков А.Ю., 2001, Методика совмещенных наземно-скважинных наблюдений «Локальный проект 3D+ВСП» для детального изучения околоскважинного пространства: Тезисы докладов научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития метода ВСП», М., 32.