

01 ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА НА ПОПЕРЕЧНЫХ ВОЛНАХ – ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

А.Г. Скворцов*, А.М. Царев*, М.Р. Садуртдинов*, А.В. Гаврилов**
(* ИКЗ СО РАН, Тюмень, ** РУП БЕЛГЕОЛОГИЯ, Минск)

HIGH-RESOLUTION SH-WAVE SEISMIC SURVEY: APPLICATION EXPERIENCE

A.G. Skvortsov*, A.M. Tsarev*, M.R. Sadurtdinov*, A.V. Gavrilov**
(**Institute of Earth's Cryosphere, SB RAS, Tyumen'*, ** *RUP BELGEOLOGIA, Minsk*)

Аннотация. В институте криосферы Земли СО РАН (ИКЗ СО РАН) разработана методика высокоразрешающей сейсморазведки на поперечных SH-волнах (ВСПВ). Методика является результатом многолетних экспериментальных и теоретических исследований особенностей структуры волнового поля отраженных SH-волн в условиях инверсного скоростного разреза, который практически не рассматривается в теории сейсморазведки. Основным элементом методики являются наземные исследования, дополнительным – скважинные наблюдения по методу ВСП. Методика ВСПВ прошла широкое опробование в различных сейсмогеологических условиях и в настоящее время успешно используется для изучения особенностей строения верхней части геологической среды, в том числе на урбанизированных территориях с высоким уровнем промышленных помех.

Abstract. We report on the technique of high-resolution SH-wave seismic survey developed in the Institute of Earth Cryosphere, SB RAS. This technique is the result of years of experimental and theoretical studies of the structural features of the reflected SH-wave field in an inverted velocity profile, which had not been widely considered in the theory of seismic exploration. Our approach is primarily based on ground observations, supplied with borehole observations by the VSP method. High-resolution SH-wave seismic technique has been widely tested in various seismic and geological conditions and is now being successfully used to study structural features of the upper part of the geological section.

В теории сейсморазведки рассматривается лишь один тип скоростного разреза – нормальный, при котором скорости распространения сейсмических волн с глубиной увеличивается. При таком типе скоростного разреза в структуре волнового поля всех типов волн присутствуют интенсивные низкоскоростные поверхностные волны. При изучении верхней части геологической среды наличие на сейсмических записях поверхностных волн затрудняет или делает невозможным выделение отраженных волн от неглубоких границ. По этой причине основным методом исследований при малоглубинных сейсмических исследований до настоящего остается метод преломленных волн.

Однако, в условиях инверсного скоростного разреза, существование которого определяется наличием высокоскоростного поверхностного слоя, использование преломленных волн может быть сопряжено со значительными трудностями.

В середине 70-х годов прошлого века в институте ВСЕГИНГЕО по инициативе и под руководством Н.Н. Горяинова были выполнены исследования [1, 2 и др.], выявившие кардинальное изменение структуры волнового поля поперечных SH-волн при смене типа скоростного разреза.

Характер этих изменений иллюстрируют данные наземных режимных наблюдений, полученные до и после появления высокоскоростного слоя сезонного промерзания (рис.1).

Формирование инверсного скоростного разреза приводит к исчезновению из структуры волнового поля поверхностных волн. Прямая волна становится высокоскоростной и однофазной. В результате в условиях инверсного скоростного разреза оказывается возможным прослеживание целого ряда хорошо разрешенных отраженных SH-волн от неглубоких границ.

Следует особо обратить внимание, что при изменении типа скоростного разреза резкая деформация структуры волнового поля характерна только для поперечных SH-волн.

С середины 90-х годов в ИКЗ СО РАН начали проводиться экспериментальные и теоретические исследования по изучению структуры волнового поля в условиях инверсных скоростных разрезов.

Было установлено, что инверсные скоростные разрезы имеют широкое распространение в различных сейсмогеологических условиях. Типизация сейсмогеологических разрезов по степени их инверсности предложена в [3].

Изучены особенности трансформации структуры волнового поля в процессе формирования инверсного скоростного разреза. Установлено, что кардинальное изменение структуры волнового поля SH-волн возможно даже при маломощном высокоскоростном поверхностном слое. Мощность такого слоя может составлять всего несколько

сантиметров. Степень инверсности скоростного разреза в большей степени зависит от горизонтальных размеров этого слоя [4].

Теоретическое и экспериментальное изучение кинематики сейсмических волн в условиях инверсных разрезов дало основание ввести понятие зоны больших скоростей [5]. Были выполнены количественные оценки влияния зоны больших скоростей на кинематические параметры регистрируемых отраженных волн.

Детальное изучение структуры волнового поля в натуральных условиях с помощью наземных и скважинных наблюдений показало перспективность и целесообразность использования отраженных поперечных SH-волн для изучения особенностей строения верхней части сейсмогеологического разреза. В условиях инверсного скоростного разреза минимальная глубина границ, от которых возможно получение разрешенных SH-волн, составляет 2-5м, в условиях нормального скоростного разреза – 15-20м. Высокая разрешенность сейсмических записей определяется небольшой длиной поперечных SH-волн. В верхней части песчано-глинистых разрезов длина поперечных волн равна 5-7м.

Результатом выполненных исследований явилось создание методика высокоразрешающей сейсморазведки на поперечных SH-волнах (ВСПВ) [6, 7]. Основой методики являются наземные наблюдения, дополнительным видом исследований – скважинные наблюдения по методу вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Для этих целей в ИКЗ СО РАН разработаны трехкомпонентные сейсмические зонды прижимного типа. Целью скважинных исследований является сейсмогеологическая идентификация отраженных волн, зарегистрированных при наземных наблюдениях, получение опорной информации о скоростном разрезе и особенностях его пространственной изменчивости. Методика ВСПВ прошла широкое опробование в различных сейсмогеологических условиях. В настоящее время она успешно используется для решения геологических, геокриологических, инженерно-геологических, гидрогеологических и экологических задач. Методика ВСПВ эффективна в городских условиях и на территориях промышленных предприятий и сооружений при высоком уровне промышленных помех. С учетом накопленного опыта представляется перспективным использование методики ВСПВ при работах на нефть и газ в районах развития многолетнемерзлых пород.

Список литературы

1. Горяинов Н.Н., Скворцов А.Г. Сейсмоакустические методы при инженерно – геокриологических исследованиях // Инженерное мерзлотоведение. Материалы 3 международной конференции по мерзлотоведению. – Новосибирск: Наука: Сибирское отделение, 1979.- с.267-272.
2. Применение сейсмоакустических методов в гидрогеологии и инженерной геологии // Мин-во геол. СССР; Всесоюз. науч.-исслед.ин-т. гидрогеол. и инж. геол. / Под ред. Н.Н. Горяинова. – М.: Недра, 1992. – 264 с.
3. Скворцов А.Г. Особенности структуры поля упругих колебаний в нелитифицированных многолетнемерзлых породах. – Криосфера Земли, 1997, т.1, №3, с. 66-72.
4. Snegirev A.M, Velikin S.A., Istratov V.A., Kuchmin A.O., Skvortsov A.G., Frolov A.D. Geophysical monitoring in permafrost areas. // Permafrost: 8th International conference on permafrost. – Zurich: ICOP, 2003. – pp.1079-1084.
5. Скворцов А.Г. Об особенностях кинематики сейсмических волн в толще нелитифицированных многолетнемерзлых пород // “Проблемы криологии Земли”. Тезисы докладов конференции 20-24 апреля 1998г. - г. Пущино Пущинский НЦ РАН, 1998.-с.260 –261.
6. Скворцов А.Г. Высокора разрешающая сейсморазведка на поперечных волнах при изучении верхней части геологической среды. //Конференция “Инженерная геофизика, 2005”. – МГУ, Геленджик, 2005.- с.16-18.
7. Скворцов А.Г. Высокора разрешающая сейсморазведка на поперечных волнах (ВСПВ) – физические основы, технология и опыт применения // 6-я международная научно-практическая конференция и выставка “Инженерная и рудная геофизика - 2010”. Учебный курс. - Геленджик, 2010.- Электронная версия.