

Анализ кинематических и динамических характеристик записей при сейсмоакустических исследованиях в водонаполненных скважинах

А. Н. Ошкин

(Геологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова)

Kinematic and dynamic record features analysis in water-filled borehole seismic.

A. N. Oshkin.

(Lomonosov MSU)

Несмотря на общие физические основы сейсморазведка малоглубинная очень сильно отличается от сейсморазведки глубинной, выполняемой для поисков нефти и газа. Значительная часть приемов, используемых в глубинной сейсмике, не может быть перенесена на сейсмику малоглубинную. В связи с этим адаптация уже имеющихся в арсенале нефтянки технологий к вопросам инженерных изысканий может представлять собой определенный интерес.

Скважинная сейсмика в этом ключе не является исключением. Использование трехкомпонентных прижимных зондов для целей микросейсмокаротажа позволяет определить времена вступления упругих волн, в ряде случаев также выявить отраженные волны (в большинстве случаев лишь с весьма небольшим соотношением сигнал/шум). Поэтому до сих пор в инженерной сейсмике используется термин «сейсмокаротаж», при котором регистрируются лишь времена прихода волн, но не термин ВСП, подразумевающий гораздо более глубокий анализ волновой картины.

А причиной всему является небольшая глубина скважин в сравнении с длиной волны. В этом смысле выполнение ВСП в неглубоких скважинах с использованием спаркера в качестве источника и датчика давления в качестве приемника позволяет коренным образом изменить ситуацию благодаря существенному повышению частот используемых волн [3].

Частоты сигнала, генерируемого спаркером, могут достигать 1.5 – 2 кГц, что при средней скорости продольных волн 2000 м/с в песчано-глинистых отложениях верхней части разреза соответствует длине волны 1 – 1.5 м. При такой длине волны даже скважины глубиной 20 м достаточно, чтобы увидеть все разнообразие регистрируемого волнового поля.

Выполнение ВСП с шагом по профилю 10 см позволяет воспользоваться такой мощной процедурой «глубокого» ВСП, как разделение волн разного типа по их скоростям. Это в свою очередь позволяет построить трассу коридорного суммирования. Хотя эту трассу практически нельзя использовать для привязки данных наземной сейсмике (разница в частотах достигает двух порядков), тем не менее, она дает геологу наглядное представление о положении сейсмических границ, точно привязанных по глубине (уточнение геологического разреза в инженерной геологии является весьма частой задачей).

Использование высоких частот положительно влияет и на возможности анализа динамических характеристик. Несмотря на небольшие дистанции пробега волн, поглощение является столь существенным, что видно невооруженным взглядом. Это, в свою очередь, позволяет ввести в рассмотрение такую характеристику среды, как коэффициент затухания, определяемого с минимальными ошибками. С точки зрения геологии коэффициент затухания позволяет разделять горные породы по литологии. И, в особенности, помогает выявлять небольшие по геометрическим размерам ослабленные зоны.

Наконец, присутствие в таком волновом поле гидроволн в случае открытого ствола не только не является помехой, но и может принести дополнительную информацию. Ранее в докладе [1] уже упоминалась возможность использования гидроволн для расчета скоростей поперечных волн. Хотя эта методика и сыровата и требует дальнейшей проработки, анализ амплитуд гидроволн волн позволяет оценивать проницаемость горных пород, по крайней мере, на качественном уровне.

Суть подхода заключается в следующем. Известно, что поглощение, а стало быть, и амплитуда гидроволны сильно зависят от проницаемости горных пород – чем больше проницаемость, тем больше поглощение и тем меньше амплитуда [2]. Специально для этих целей выполнялся вертикальный профиль в скважине с фиксированным расстоянием между источником и приемником.

Электроискровой спаркер работает весьма стабильно, таким образом, фиксация расстояния позволяет исключить из влияния на амплитуду гидроволны параметры съемки, оставляя только лишь параметры среды.

Таким образом, при выполнении сейсмических работ в водонаполненных скважинах с использованием спаркера и датчика давления возможно получать широкий спектр характеристик о среде с высокой детальностью. И что особенно актуально, наилучшие результаты, метод показывает в низкоскоростных песчано-глинистых разрезах, что является главным объектом инженерно-геологических изысканий для строительства на территории таких городов как Москва и Санкт-Петербург.

Список литературы:

1. Ошкин А.Н., Владов М.Л., и др. Опыт применения сейсмоакустических скважинных исследований при изысканиях для крупных сооружений. Тезисы докладов «Гальперинские чтения 2010».

2. Уайт Дж. Э. Возбуждение и распространение сейсмических волн. М., Недра, 1986.

3. Электроискровой источник упругих волн для целей наземной сейсморазведки. Под редакцией А. В. Калинина. Изд-во Московского университета, 1989.

