

Технология скважинной сейсмотомографии малых глубин

Ларин С.В., Горячев В.В., Бондаренко Д.Н., Бучарский Б.В.,
 ООО «Ингеоком», г.Саратов

Специалистами ООО «Ингеоком» постоянно осваиваются и внедряются в состав применяемого комплекса геофизических исследований новые методики и технологии, предназначенные для эффективного решения задач инженерной геологии. Одной из новых осваиваемых технологий является метод сейсмического просвечивания (СП) в инженерно-геологических скважинах – скважинная сейсмотомография с регистрацией двух компонент (V_p и V_s).

Системы наблюдений в межскважинной сейсмотомографии играют ведущую роль для достоверного и детального решения задач инженерной геологии. Одно из основных условий, предъявляемых к системам наблюдения в межскважинной сейсмотомографии – это стремление к более полному по угловым координатам покрытию исследуемой области траекториями сейсмических лучей [1].

Конструктивно разработан и создан инструмент для реализации методики сейсмического просвечивания. Скважинный датчик-коса выполнен из герметичного пожарного рукава с герметично вмонтированными в него геофонами с интервалом 1 м. Для регистрации вертикальной компоненты упругого поля используются геофоны SF-20DX, горизонтальной – геофоны GS-20DX. Контакт-прижим геофонов к стенкам необсаженной скважины (пункта приема) осуществляется после спуска-погружения косы в скважину на глубину исследуемого интервала геологического разреза за счет заполнения пожарного рукава сжатым воздухом от компактного (автомобильного) компрессора (Рис.1).

Возбуждение упругих волн производится в скважине (пункт возбуждения), удаленной на расстояние исследуемого межскважинного пространства от сква-

жины пункта приема, с использованием пневмоударника (пневмопушки, разработка ООО «Пульс» г.Геленджик) с поинтервальным точечным ударом пневмопушки в диапазоне исследуемых глубин (шаг между ПВ = 1 м).

В зависимости от решаемых задач и требуемой детальности изучения, в межскважинной сейсмотомографии применяются различные системы наблюдений. В методе сейсмического просвечивания (СП) [2] используется встречная веерная система наблюдений: приёмный датчик-коса наблюдается по всему исследуемому интервалу глубин (от забоя до устья скважины) с заданным шагом (шаг приёма) с точечной фиксации положения источника при упругих колебаниях ПВ в скважине ПВ с тем же шагом. Такие наблюдения повторяются для различных положений источника, который перемещается с выбранным шагом (шаг возбуждения). Практикуется также смена скважин возбуждения и приёма (Рис.2). Технологический цикл при этом повторяется. В результате получается серия вертикальных волновых полей, соответствующая сетке лучей, равномерно покрывающих исследуемое межскважинное пространство (Рис.3).

Разрабатываемая в ООО «Ингеоком» технология предусматривает последовательное перемещение скважинного ударного источника (пневмопушки) по стволу скважины (ПВ) с заданным шагом при фиксированном положении датчика-косы (ПП). При смене скважин возбуждения и приема технологический цикл повторяется. В результате получается серия вертикальных волновых полей, соответствующая сетке лучей, равномерно покрывающей исследуемое межскважинное пространство.

В используемых трансформациях для решения ряда задач в межскважин-



Рис.1. Конструкция скважинной косы для сейсмотомографии

ных зонах реализованы [1] следующие возможности:

- асчет отношения V_p/V_s ;
- асчет модуля всестороннего сжатия K ;
- асчет модуля Юнга E ;
- асчет коэффициента Пуассона;

Необходимая для расчетов упругих параметров плотность определяется по абсолютной величине, как половина значения скорости Р-волн в текущей ячейке.

Каждому инженерно-геологическому элементу (ИГЭ) соответствует некоторый диапазон скоростей упругих волн, который определяется, в том числе, по результатам анализа кернавого материала, извлеченного из пробуренных скважин, и по результатам проведенных в этих скважинах исследований

На основе полученных соответствий между ИГЭ и скоростями упругих волн выполняется построение геолого-геофизических разрезов до глубин, на которых имеются достоверные определения значений скоростей упругих волн. По каждой заданной точке линии разреза в плане определяется значение скорости продольной волны. Отметки границ между выделенными ИГЭ определяются с помощью интерполяции. Таким образом, получают представление о детальном строении разреза исследуемого участка при малом количестве пробуренных скважин [2].

С применением комплекса новых методов геофизики повышается эффективность инженерно-геологических исследований на стадии разработки проектной документации объектов промышленного строительства, разработки месторождений полезных ископаемых. Скважинная сейсмотомография совместно с данными бурения скважин, избирательного отбора и изучения керна, обеспечивает более полное, детальное и достоверное изучение геологической среды, геологических процессов и явлений в верхней части разреза и прогнозирование последствий техногенного вмешательства [1] Метод скважинной сейсмотомографии давно широко применяется для детального изучения разреза в районах развития карстовых и суффозионных процессов [2].

В настоящее время разрабатываемая технология скважинной сейсмотомографии проходит опытное опробование на инженерно-геологическом полигоне ООО «Ингеоком».

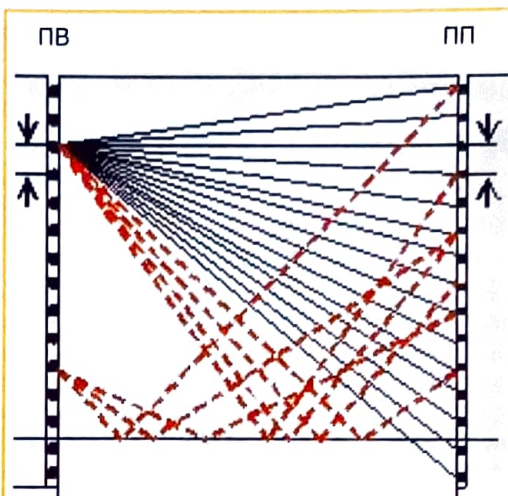


Рис. 2 Системы наблюдений в методе СП (по А.Г.Болгарову, Ю.В.Рослову): сплошные линии - прямые волны; пунктирные - отраженные волны

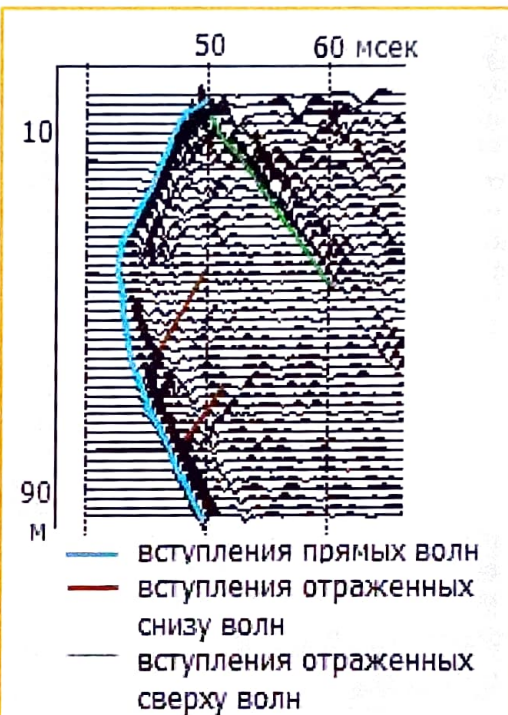


Рис. 3 Пример полевой сейсмограммы ОПВ (по А.Г.Болгарову, Ю.В.Рослову)

Литература

1. А.Г. Меховников Принципы применения сейсмотомографии и обработка ее результатов при инженерно-геологических изысканиях // УГГУ, ИГИГ, ГИН Екатеринбург. 2005
2. А. Г. Болгаров Ю. В. Рослов Межскважинная сейсмическая томография для решения инженерно-геологических задач// ОАО НПП ВНИИГИС, Октябрьский. ФГУ НПП «Севморгео», Санкт-Петербург//Доклад на симпозиуме «Неделя горняка-2008»