

Оптимизация технологии проведения сейсморазведочных работ с использованием погружных геофонов

В.А. Детков, П.Ю. Щадин, А.В. Струнов, Ф.В. Сагитов, ОАО «Енисейгеофизика», г. Енисейск

При производстве сейсморазведочных исследований с появлением цифровых телеметрических сейсмостанций, трехмерных наблюдений, новых алгоритмов цифровой обработки и интерпретации, появилась возможность решения тонких задач оценки динамических параметров сейсмических записей. Это, в свою очередь, позволяет с высокой степенью вероятности оценивать литологический состав коллекторов, их пористость и флюидонасыщенность. Однако все эти возможности могут быть реализованы лишь при условии получения качественных полевых данных. Важнейшим компонентом приема и регистрации сейсмических данных является приемная линия и качество установки сейсμοприемников.

С целью повышения эффективности сейсмических исследований в ОАО «Енисейгеофизика» проведены опытные работы по совершенствованию методики полевых работ МОГТ с применением различных типов сейсμοприемников, параметров группирования и способов расстановки. Опытные работы проводились в два этапа – в весеннее - зимний период (апрель 2006 г.) и в летне-осенний период (октябрь 2006 г.). Испытания проводились в различных сейсмогеологических условиях - в южной части Эвенкийского автономного округа и в южной части Троицко - Михайловской площади Присяжно - Енисейской синеклизы (Красноярский край, район г. Канска). В обоих случаях использовались геофоны GS-20DX в различных корпусах и вариантах группирования.

На первом этапе испытаний в апреле 2006 года на профиле были установлены три типа расстановки, каждая длиной 1250 м:

- группа 12 сейсμοприемников (2 х 6 шт.) GS-20DX на базе 50 м, шаг ПП 50 м, всего 26 пунктов приема;

- группа 3 сейсμοприемников GS-20DX в точке, шаг ПП 50 м, всего 26 пунктов приема;

- группа 3 сейсμοприемников GS-20DX в едином корпусе PS-901, погруженном на глубину 40-50 см в точку, шаг ПП 25 м, всего 51 пункт приема.

Возбуждение проводилось группой из 4-х электромагнитных невзрывных источников «Енисей-СЭМ-100» с накоплением 12 воздействий, шаг ПВ 25 м. База группирования источников составляла 35-40 м.

Длина тестируемых расстановок составляла 1250 м каждая. Расстановки не коммутировались и оставались на месте. Первый пункт возбуждения располагался на расстоянии 2750 м от ближайшего канала расстановок, последующие пункты приближались к расстановкам с шагом 25 м, проходили вдоль расстановок и, последний пункт возбуждения удалялся от крайнего канала также на удаление 2750 м.

На втором этапе испытаний в октябре 2006 года на профиле были установлены два типа

расстановки, каждая длиной 1070 м:

- группа 6 сейсμοприемников (последовательное соединение) GS-20DX на базе 25 м, шаг ПП 20 м, всего 54 пункта приема;

- группа 3 сейсμοприемников GS-20DX в едином корпусе PS-901, погруженном на глубину 40-50 см в точку, шаг ПП 10 м, всего 108 пунктов приема.

Возбуждение проводилось группой из 4-х электромагнитных невзрывных источников «Енисей-КЭМ-4» с накоплением 16 воздействий, шаг ПВ 20 м. База группирования источников составляла 35-40 м.

Длина тестируемых расстановок составляла 1070 м каждая. Расстановки не коммутировались и оставались на месте. Первый пункт возбуждения располагался на расстоянии 4030 м от ближайшего канала расстановок, последующие пункты приближались к расстановкам с шагом 50 м, проходили вдоль расстановок и последний пункт возбуждения удалялся от крайнего канала на удаление 1450 м.

В качестве регистрирующей системы использовалась телеметрическая сейсмостанция Sercel-408UL.

Традиционно используемые группы сейсμοприемников (12 шт. на базе 50 м), а также группы из 3-х сейсμοприемников в точке устанавливались в утопанный снег вдоль тракторной колеи профиля. Шаг пунктов приема являлся стандартным для региональных работ – 50 м.

Для установки 3-х вертикально сгруппированных сейсμοприемников в едином корпусе PS-901 применялась следующая технология:

- стандартно разбитый профиль через 50 м

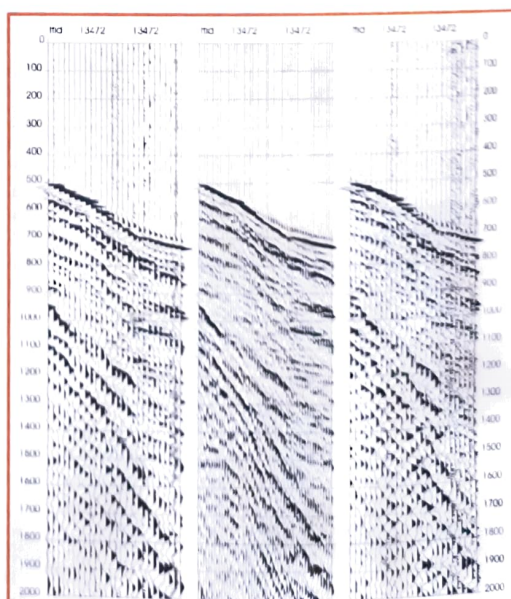


Рис. 1. Сейсмограммы ОПВ опытных работ. А – 12 геофонов на базе 50 м, Б – 3 геофона в скважине, В – 3 геофона в точке на поверхности.

И СНОВА О СЕЙСМОПРИЕМНИКАХ... ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

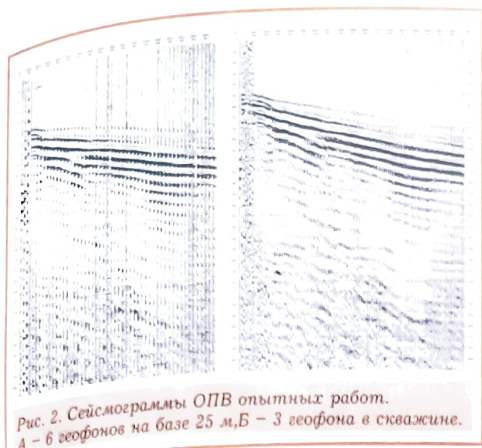


Рис. 2. Сейсмограммы ОПВ опытных работ.
А – 6 геофонов на базе 50 м, Б – 3 геофона в скважине.

разбивался с помощью мерного шнура через 25 м и через 10 м.

в пунктах приема расчищался снег до грунта для бурения скважины под установку сейсмоприемников.

на расчищенных площадках пунктов приема с помощью перфоратора бурилась скважина глубиной 0,5 м и диаметром 50 мм;

в пробуренную скважину устанавливался погружной сейсмоприемник в корпусе PS-901 и подключался к расстановке.

Скважины под погружные сейсмоприемники бурились с помощью строительного перфоратора, применяемого для сверления отверстий в бетонных стенах и перекрытиях. Перфоратор позволяет бурить скважины, как в мягких, так и твердых породах глубиной до 1,5 метра.

Полученные в результате опытных работ сейсмограммы общего пункта возбуждения (ОПВ) характеризуются интенсивными первыми вступлениями, низкочастотными (10-20 Гц) низкоскоростными (1500-2700 м/с) поверхностными волнами, а также отраженными волнами в интервале времен 900-1300 мс с видимой частотой 30-40 Гц (рис. 1, 2).

Несомненно, что самой оптимальной, с точки зрения уровня шумов, является расстановка с погруженными датчиками. Нерегулярные шумы профиля здесь находятся на очень низком уровне. Соответственно и соотношение сигнал/помеха на сейсмограммах с погружными датчиками выше. На других типах расстановок уровень микросейсм примерно одинаков, однако распределенная группа несколько сглаживает скачки шумов в некоторых частях

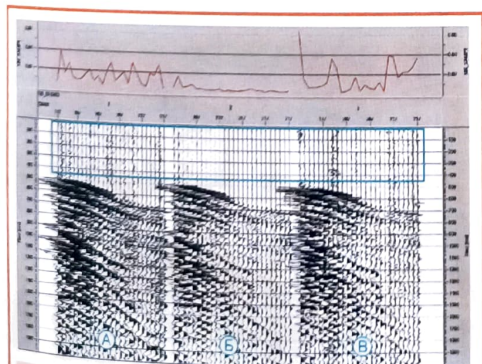


Рис. 3. Уровень микросейсм (красный график) в окне до первых вступлений.
А – 12 геофонов на базе 50 м, Б – 3 геофона в скважине, В – 3 геофона в точке на поверхности

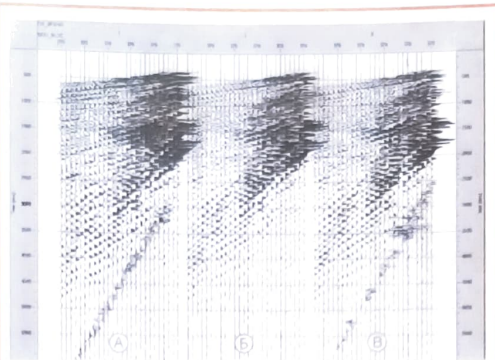


Рис. 4. Регистрация звуковой волны с пункта возбуждения. А – 12 геофонов на базе 50 м, Б – 3 геофона в скважине, В – 3 геофона в точке на поверхности.

профиля (рис. 3).

При работе с невзрывными источниками, в зависимости от рельефа и направления ветра, на сейсмограммах иногда появляется звуковая волна, зарегистрированная от пункта возбуждения (рис. 4). Как видно из этих рисунков, погруженные в скважину геофоны совершенно не чувствительны к такой интенсивной помехе

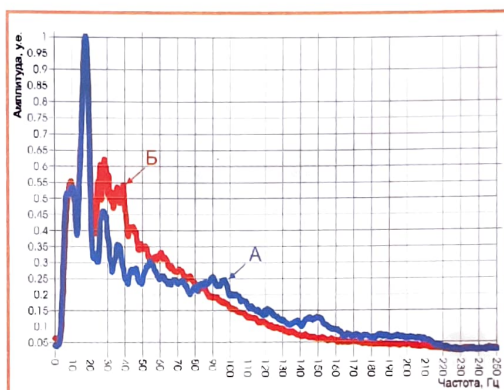


Рис. 5. Анализ частотного состава записей. А – 12 геофонов на базе 50 м, Б – 3 геофона в скважине.

как звуковая волна.

Анализ частотного состава записей группы из 12 геофонов (А) и погруженных в скважину датчиков (Б), показывает, что при уравнивании амплитуд первых вступлений частотой 18 Гц к

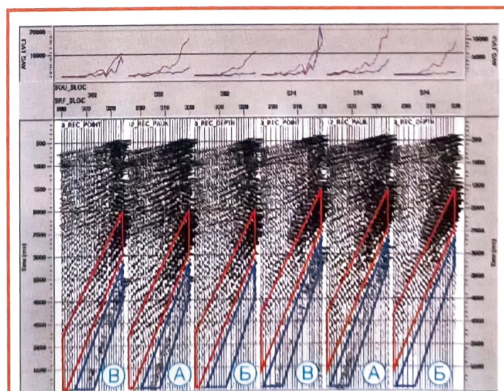


Рис. 5. Анализ интенсивности поверхностных волн (красное окно) и звуковых волн (синее окно). А – 12 геофонов на базе 50 м, Б – 3 геофона в скважине, В – 3 геофона в точке на поверхности.

И СНОВА О СЕЙСМОПРИЕМНИКАХ... ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

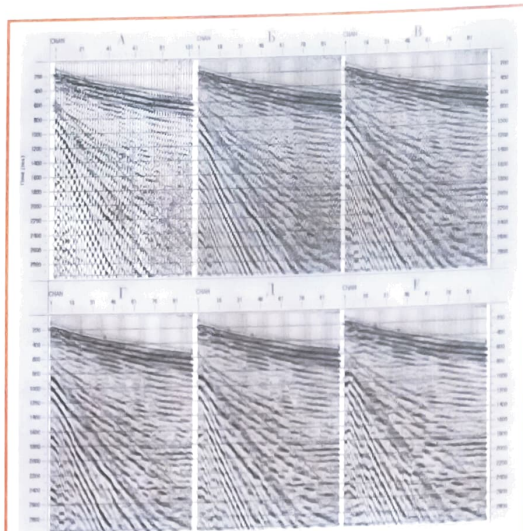


Рис. 7. Сейсмограммы ОПВ опытных работ. А – наблюдаемая, 6 геофонов на базе 25 м; Б – наблюдаемая, 3 геофона в скважине; В – лабораторное группирование 2 шт. PS-901 на базе 20 м; Г – лабораторное группирование 3 шт. PS-901 на базе 20 м; Д – лабораторное группирование 5 шт. PS-901 на базе 40 м; Е – лабораторное группирование 7 шт. PS-901 на базе 60 м.

единице, амплитуда наиболее полезной части записи частотой 25-40 Гц и далее до 80 Гц у погруженных в скважину датчиков заметно превышает амплитуды аналогичных частот группы геофонов (рис. 5).

Такой результат вполне предсказуем, поскольку рассредоточение группы геофонов на базе 50 м приводит к некоторому растяжению импульса регистрируемого сигнала и, соответственно, понижению частоты.

Основное назначение группирования сейсмоприемников, как интерференционной системы, заключается в подавлении или, по крайней мере, в ослаблении поверхностных волн-помех. Анализ интенсивности поверхностных волн на расстановках с различным типом группирования сейсмоприемников показывает, что при традиционно используемом группиро-

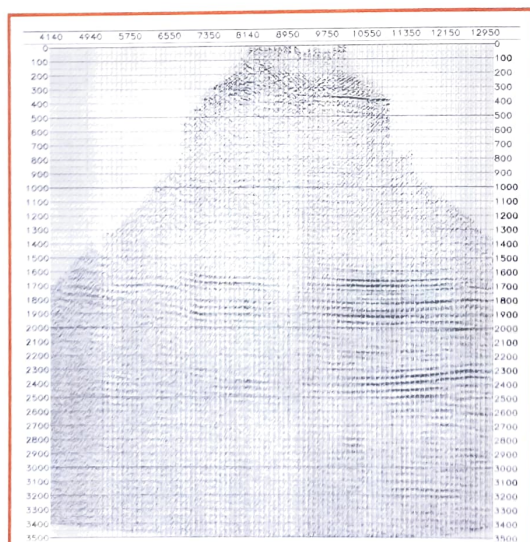


Рис. 8. Временной разрез опытных работ, полученный с использованием групп из 6 геофонов на базе 25 м, шаг ОГТ 10 м.

вании геофонов на базе 50 м, функция подавления поверхностных волн-помех не очевидна (рис. 6).

Кроме того, при точечном группировании сейсмоприемников, роль интерференционной системы может выполнять группа импульсных источников) или при необходимости, может производиться лабораторное группирование в процессе цифровой обработки (рис. 7).

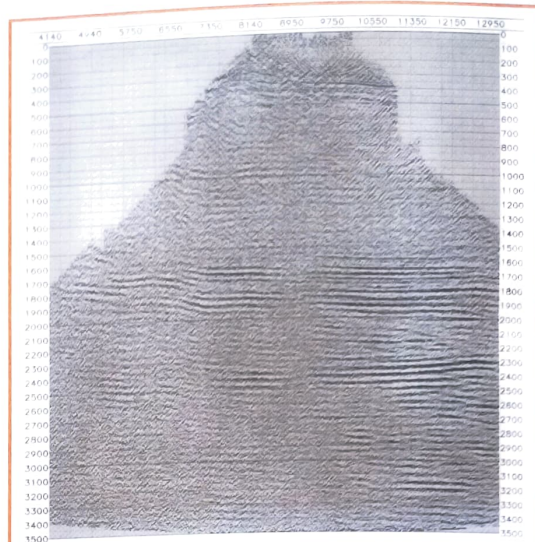


Рис. 9. Временной разрез опытных работ, полученный с использованием лабораторного группирования погруженных сейсмоприемников 3х3 шт. на базе 20 м, шаг ОГТ 5 м.

Несомненно, сгущение шага наблюдения (в данном случае до 10 м между каналами) открывает возможности не только создавать в процессе обработки интерференционные системы с различными характеристиками, но и благоприятно сказывается на информативности сейсмических данных.

Проведенные опытные работы показали, что наиболее оптимальным является регистрация колебаний с использованием погружных датчиков серийного производства, т.к.:

1. Помещение точечной группы в скважину исключает невертикальную установку и защищает от ветровых помех.

2. Погруженные в скважину геофоны не чувствительны к интенсивной звуковой волне-помехе.

3. За счет меньшего уровня микросейсм на сейсмограммах с погруженными сейсмоприемниками возрастает соотношение сигнал/помеха.

4. Точечное группирование исключает проблему статических сдвигов внутри группы, не ослабляя высоких частот.

5. Для районов Сибирской платформы характеризующихся сложным строением ВЧР, связанного с широким распространением туфогенных образований нижнего триаса и насыщенных траппами образований карбона-перми, повышение горизонтальной разрешенности наблюдений ОГТ за счет расположения пунктов возбуждения через 40-50 м и сгущения пунктов приема до 5-10 м, может существенно поднять информативность сейсмозвездочных данных.