

Способ сейсморазведки с возбуждением колебаний в воздушной или водной среде и фокусированием энергии в точках приема на границе акустической и упругой сред

■ Табаков А.А., ООО Геоверс, г. Москва

Возбуждение сейсмических колебаний является наиболее затратной частью сейсморазведки. Предложено использовать возбуждения в воздухе или в воде на значительных удалениях от поверхности твердого полупространства с последующей фокусировкой энергии в любой точке поверхности твердого полупространства предпочтительно с сейсмоприемником давления для точной регистрации вступления акустических импульсов.

Данные для каждого сейсмоприемника на поверхности твердого тела суммируются с опережениями, определенными в точке фокусировки, с образованием фиктивных сейсмограмм с возбуждением в точке фокусировки.

Модельный эксперимент показал возможность фокусировки энергии на малом участке поверхности диаметром менее четырех метров. Предлагаемая технология должна дать значительное сокращение затрат, времени и экологические преимущества.

Введение

Возбуждение упругих колебаний при сейсморазведке требует значительных затрат, особенно при необходимости строительства дорог и просек, что наносит экологический урон. В горных условиях, культурной зоне и в заповедниках отработка регулярных систем вообще невозможна. При возбуждении колебаний в воздухе на значительной высоте не возникает транспортных и экологических проблем, но из-за сильного преломления лишь незначительная часть энергии идёт на формирование глубинных отражений. Предложено формировать на поверхности твёрдой среды локализованный импульс давления путём накопления импульсов от многих воздействий с опережениями, равными времени прихода акустической волны в точку локализации [1].

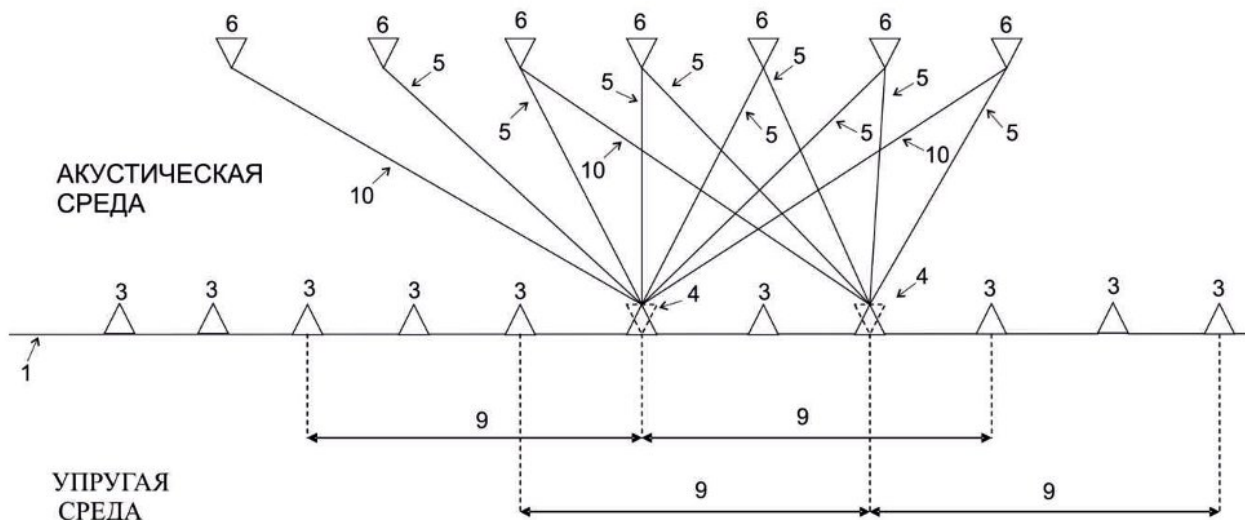
На модельном примере показано, что при возбуждении на высоте 800 м. возможна концентрация энергии на площадке диаметром менее 4 м.

Геометрия наблюдений

Для проведения сейсморазведки сейсмоприемники располагаются на всей или части исследуемой площади (Рис.1). В каждой точке приема ведется либо непрерывная регистрация с фиксацией астрономического времени, либо регистрация, синхронизированная с возбуждением. На значительной высоте в точках 6 (Рис.1) производится возбуждение звуковых колебаний любым взрывным или невзрывным источником во множестве точек так, чтобы каждый из сейсмоприемников был облучен со всех азимутов и зенитных углов. Индексом 5 обозначены пути звуковой волны из источника к приемникам, индексом 10 – лучи для предельных удалений от фиктивных источников 4. Индексом 9 обозначены диапазоны удалений от фиктивных источников 4.

Формирование фиктивных сейсмограмм

Фиктивные сейсмограммы могут быть сформированы в каждой точке поверхности твердого полупространства, над



▲ Рис.1. Геометрия наблюдений

которым произведены возбуждения. Предпочтительно совмещать эти точки с местами расположения сейсмоприемников, где к обычным датчикам полезно добавить датчики давления с целью уточнения времени прихода звуковой волны.

Получение фиктивных сейсмограмм

Записи, полученные таким образом, накапливаются в соответствии с формулой 1.

$$S_n^I(w) = \sum_{m=M_1}^{M_2} S_n^m(w) \cdot e^{i w (\delta t_{m,I})} \quad (1)$$

где w - круговая частота; $S_n^I(w)$ - преобразование Фурье для суммарной трассы, представляющей собой приближение к трассе в точке «п» (Рис.1, приемник (3)) в пределах выбранного максимального расстояния (9) от выбранного фиктивного источника (4) от фиктивного источника в точке $n=I$ (Рис.1, элемент (4)); $S_n^m(w)$ - преобразование Фурье от реальной сейсмической записи, зарегистрированной сейсмоприёмником в точке приёма «п» (Рис.1, приёмник (3) в пределах выбранного максимального расстояния (9) от выбранного фиктивного источ-

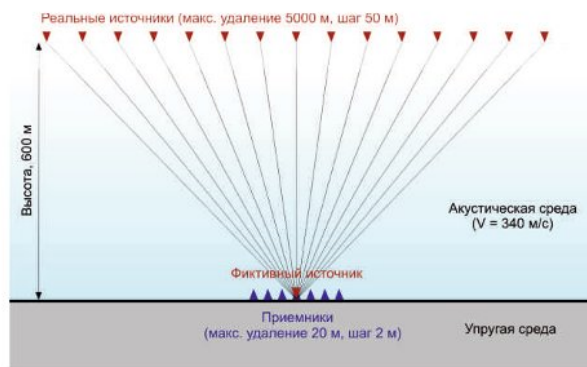
ника (4)) от одного из реальных сейсмических источников (Рис.1, реальный источник (6) на расстоянии (5), меньшем или равном выбранному максимальному расстоянию (10) от выбранного фиктивного источника (4)), расположенного в точке «т» (Рис.1, реальный источник (6) на расстоянии (5), меньшем или равном выбранному максимальному расстоянию (10) от выбранного фиктивного источника (4)).

$\delta t_{m,I}$ - время пробега волны от реального источника, расположенного в точке «т» (Рис.1, реальный источник (6) на расстоянии (5), меньшем или равном выбранному максимальному расстоянию (10) от выбранного фиктивного источника (4)) до фиктивного источника, расположенного в точке I (Рис.1, элемент 4).

M_1 - реальный источник, расположенный на левой крайней границе выборки реальных источников (Рис.1, элемент 6);

M_2 - реальный источник, расположенный на правой крайней границе выборки реальных источников (Рис.1, элемент 6).

Суммарные сейсмограммы, полученные таким образом, могут быть использованы в дальнейшей обработке как обычные.



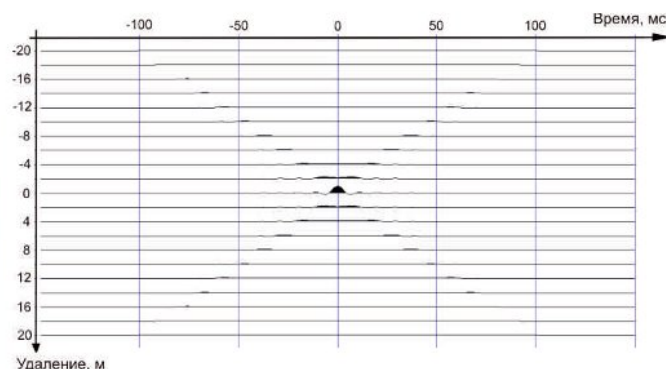
▲ Рис.2. Схема модельного эксперимента

Модельный эксперимент

Модельный эксперимент выполнен на схеме, изображенной на Рис.2.

Точки возбуждения располагались на удалениях до 5 км от точки расположения фиктивного источника на прямолинейном профиле на высоте 600м с шагом 50 м. Для оценки распределения давления на поверхности после фокусировки сейсмоприемники расположены на удалении до 20 м от фиктивного источника с шагом 2м.

Результаты модельного эксперимента показывают, что область фокусировки имеет диаметр менее 4 м для диапазона частот 3-150 Гц (Рис.3).



▲ Рис.3. Результат накопления акустических сигналов на поверхности

Выводы

Представлен новый способ воздушной сейсморазведки, обеспечивающий фокусировку энергии акустических волн, новизна и техническая осуществимость которого подтверждены патентом РФ. На модельном эксперименте показано, что степень фокусировки достаточна для целей сейсморазведки.

Использование предположенной технологии может обеспечить кратное сокращение затрат на сейсморазведку при резком сокращении экологического ущерба.

Литература

Патент РФ: Способ сейсморазведки, RU 2517010 C1 с приоритетом от 13.01.20