

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

А.А. Табаков

к.т.н., генеральный директор¹

¹ООО «Геоверс», Москва, Россия

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.

Материалы и методы

Математическое моделирование.

Ключевые слова

способ сейсморазведки, звуковая волна, фокусировка

1. 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 идет на формирование глубинных отражений. Предложено формировать на поверхности твердой среды локализованный импульс давления путем 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

2. 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.

3. Формирование фиктивных сейсмограмм

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

4. Получение фиктивных сейсмограмм

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

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

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 $p = l$ (рис. 1, элемент 4);

$S_n^m(w)$ — преобразование Фурье от реальной сейсмической записи, зарегистрированной сейсмоприемником в точке приема «п» (рис. 1, приемник (3) в пределах выбранного максимального расстояния (9) от выбранного фиктивного источника (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)).

$\delta t_{m,l}$ — 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 l (рис. 1, элемент 4).

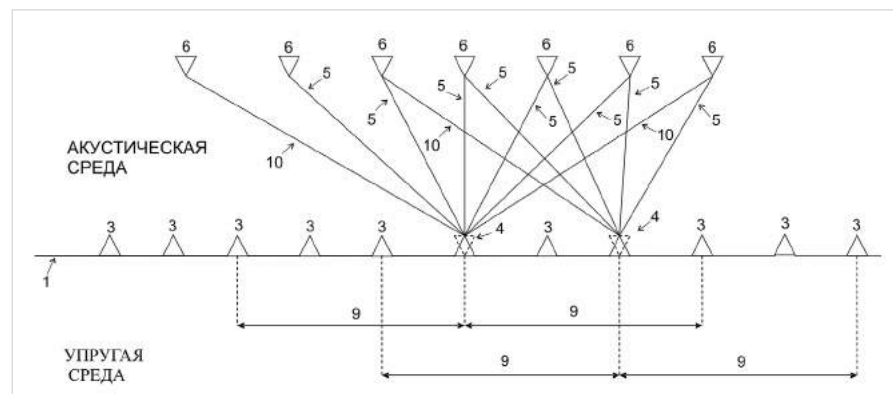


Рис. 1 — Геометрия наблюдений

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.

5. 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 600 м с шагом 50 м. Для оценки распределения давления на поверхности после фокусировки сейсмоприемники расположены на удалении до 20 м от фиктивного источника с шагом 2 м.

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

Итоги

Инновационная технология сейсморазведки.

Выводы

Представлен новый способ воздушной сейсморазведки, обеспечивающий фокусировку энергии акустических волн, новизна которого и техническая осуществимость подтверждаются патентом РФ.

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

Список оспользуемой литературы

1. Патент РФ: Способ сейсморазведки, RU 2517010 C1 с приоритетом от 13.01.2013.

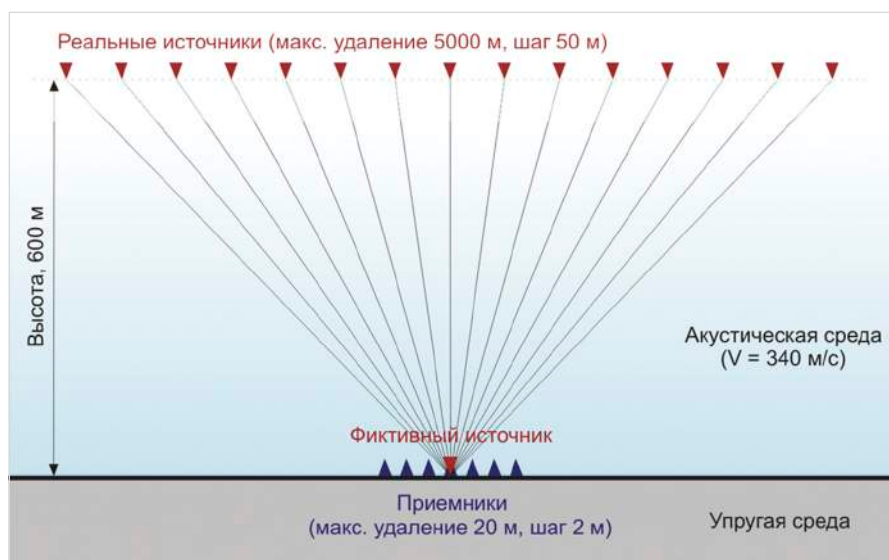


Рис. 2 — Схема модельного эксперимента

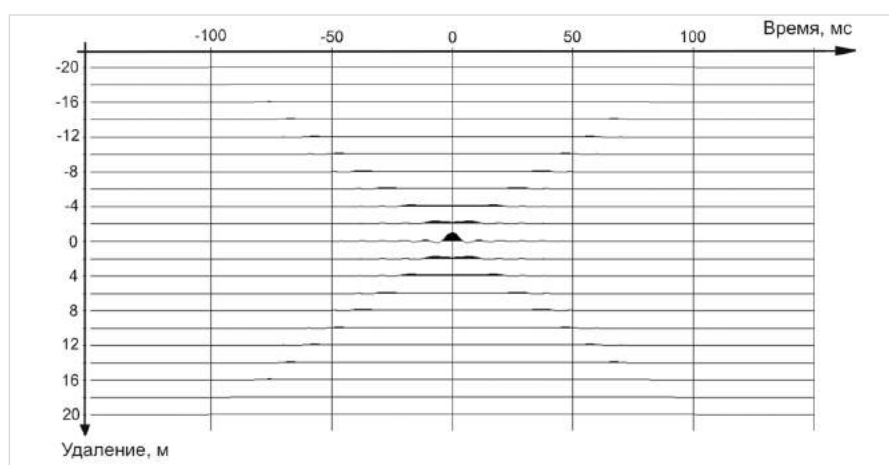


Рис. 3 — Результат накопления акустических сигналов на поверхности

ENGLISH

GEOPHYSICS

Seismic method with the excitation of vibrations in the air or the water environment and focusing energy in receiving points on the boundary of the acoustic and elastic media

UDC 550.3

Authors:

Aleksandr A. Tabakov — ph.d, general manager¹;

¹Geovers LCC, Moscow, Russian Federation

Abstract

Generation of seismic energy is one of the most expensive parts of seismic prospecting, especially under complicated surroundings. It is proposed to use shots in air and water media on remote distances from the surface of solid semispace with later focusing of energy on any point of solid surface preferably with pressure geophone to register time of acoustic arrivals. Records for each geophone on the surface of solid semispace are stacked to provide fictitious seismogram

with shots in the points of focusing. Model simulation has shown possible concentration of energy on small area less than four meters in diameter. Proposed technology promises high shortening of expenses and ecological advantages.

Materials and methods

Mathematical modelling.

Results

Innovation seismic technology.

Conclusions

New technology of airborne seismic prospecting is presented providing focusing of sound waves energy. Innovation and reality are confirmed by RF patent. The use of proposed technology may provide sufficient economy and ecological safety.

Keywords

seismic prospecting technology, sound wave, focusing

References

1. RF Patent: Method of seismic, RU 2517010 C1 with a priority from 13.01.2013