

# Применение сейсмических вибраторов для исследования сейсмоакустических эффектов и геоэкологической угрозы от техногенных взрывов

АВРОРОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ  
e-mail: sergey.avrorov@gmail.com

ЯКИМЕНКО АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ  
e-mail: al-1e@yandex.ru

Проблема прогнозирования геоэкологического воздействия разного типа техногенных взрывов – короткозамедленных карьерных [1,2], полигонных [3], от падающих ступеней ракет [4] и др. – на окружающую природную среду и социальную инфраструктуру является весьма актуальной. Известно, что основные геоэкологические эффекты таких взрывов связаны с сейсмическими и акустическими воздействиями, формированием и распространением пылевого облака, электрических импульсов, воздушной ударной волны. Наибольший интерес представляет изучение сейсмического и акустического эффектов массовых взрывов, которые определяют целостность промышленных и жилых объектов, ударное воздействие на биообъекты. Подобные эффекты ранее рассматривались рядом авторов [1]. В то же время следует отметить, что подобные эффекты в большей мере определяются совокупностью внешних факторов – направлением и силой ветра и температурной инверсией [5], турбулентностью атмосферы, а также рельефом местности. С учетом влияния отмеченных факторов возникает необходимость решения проблемы прогнозирования геоэкологического риска от техногенных одиночных и массовых взрывов.

Для проведения подобных исследований авторами предлагается подход, основанный на применении сейсмических вибраторов в качестве источников, имитирующих взрывы, но обладающих намного меньшей мощностью в сравнении ними. Очевидно, что при этом достигаются экологическая чистота и высокая повторяемость экспериментов. Это обусловлено высокими метрологическими силовыми и частотно-временными характеристиками источников [6], гарантирующими высокую повторяемость результатов исследований в отличие от взрывов. Протяженные зондирующие сигналы от вибраторов в пунктах приема сворачиваются в короткие корреляционные (вибрационные) сейсмограммы, являющиеся аналогами взрывных сейсмограмм [6].

Эквивалентность сейсмических волновых полей взрывов и вибраторов по кинематическим характеристикам изучалась в широком диапазоне дальностей «источник-приемник». Методика основывается на наблюдениях по встречному годографу, когда колебания от вибратора регистрировались вблизи места проведения карьерного взрыва, а сами карьерные взрывы регистрировались в месте расположения виб-

ратора. По такой схеме в широком диапазоне дальностей «источник-приемник» авторами были получены взрывные сейсмограммы от короткозамедленных карьерных взрывов Кузбасса и вибрационные сейсмограммы от сейсмического вибратора ЦВ-100 [7]. Было показано, что структуры полученных сейсмограмм обладают высокой эквивалентностью по отношению к основным типам волн.

В результате экспериментальных исследований показано, что существующие на сегодня низко- и высокочастотные типы сейсмических вибраторов и компактных автономных сейсмостанций типа «RFТек», «Байкал» в комплекте с трехкомпонентными малогабаритными сейсмодатчиками типа GS-3С позволяют охватить диапазон частот от 5 до 100 Гц, что позволяет с необходимой детальностью изучать особенности распространения сейсмических и акустических волн в районах карьеров в широком спектре частот и на разных азимутальных направлениях с учетом геологических и метеорологических условий и параметров взрывной технологии. Также экспериментально установлено, что при определенных внешних метеороусловиях соотношения максимальных и минимальных уровней акустических колебаний в зависимости от азимута достигают 50 и более раз, а сами акустические воздействия сопоставимы с сейсмическими. Показан эффект фокусировки акустосейсмических колебаний по пространству, который может нести в себе геоэкологическую угрозу окружающим биообъектам и строениям.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №10-07-00387-а , №11-07-10000-к

## Литература

1. Адушкин В.В., Спивак А.А., Соловьев С.П. Геоэкологические последствия массовых химических взрывов на карьерах. Геоэкология. Инженерная Геология. Гидрогеология. Геокриология, 2000, №6, с.554-563.
2. Физические процессы в геосферах: их проявление и взаимодействие. М.: Наука, 1999.
3. Авроров С.А., Хайретдинов М.С. Автоматизированная процедура поточного обнаружения и идентификации сейсмических событий. // Вестник НЯЦ РК, 2008. – С.70-75
4. Краснов В.М., Дробжева Я.В., Маслов А.Н. Акустическое поле на земле при взрыве ракеты-носителя. Вестник НЯЦ, вып.2, 2006, с.79-85.
5. Алексеев А.С., Глинский Б.М., Дряхлов С.И., Ковалевский В.В., Михайленко Б.Г., Пушной Б.М., Фатьянов А.Г., Хайретдинов М.С., Шорохов М.Н. Эффект акустосейсмической индукции при вибросейсмическом зондировании. Доклады АН, т.346, N 5, 1996, с.664-667.
6. Алексеев А.С., Глинский Б.М., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. и др. Активная сейсмология с мощными вибрационными источниками / Отв. ред. Г.М. Цибульчик. Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, Филиал "Гео"Издательства СО РАН, 2004. 387с.
7. Глинский Б.М., Еманов А.Ф., Ковалевский В.В., Соловьев В.М., Хайретдинов М.С. Экспериментальные исследования по калибровке сейсмических трасс в Западной Сибири и Алтае-Саянском регионе. Вестник НЯЦ РК, вып., 2004, с. 28-34.