

Г. И. АКСЕНОВИЧ, Р. М. ГАЛЬПЕРИНА, Е. И. ГАЛЬПЕРИН,  
И. Л. НЕРСЕСОВ

## ОПЫТ И РЕЗУЛЬТАТЫ СТАЦИОНАРНЫХ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЕ

(Представлено академиком М. А. Садовским 18 I 1971)

При изучении сейсмического режима крупных промышленных городов, расположенных в сейсмически активных областях, требуется резкое увеличение полезной чувствительности аппаратуры. Одним из способов является удаление от дневной поверхности и установка сейсмоприемника в глубокие скважины (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>).

Большой опыт изучения волновых полей во внутренних точках среды (скважинах), накопленный в сейсморазведочном диапазоне частот при развитии метода вертикального сейсмического профилирования (ВСП) (<sup>3</sup>), позволил перейти в область существенно более низких частот и приступить к стационарным сейсмологическим наблюдениям в глубоких скважинах.

В настоящем сообщении описан опыт и некоторые предварительные результаты наблюдений в глубокой скважине в Алма-Ате. Наблюдаемое в настоящее время затишье сейсмической активности очень затрудняет изучение сейсмического режима в этом районе и определяет особую актуальность проводимых исследований. Для наблюдений была использована старая заброшенная скважина № 10Г, расположенная на северо-восточной окраине г. Алма-Аты. Скважина глубиной 3200 м проходима сейчас только до 2000 м. Следует отметить, что условия наблюдений в данной скважине из-за ее технических недостатков нельзя считать благоприятными.

За период с 1968 по 1969 г. общая продолжительность регистрации составляла около года. За время наблюдений было зарегистрировано свыше 1000 землетрясений, из них примерно 100 слабых местных землетрясений (с  $\Delta t_{s-p} < 13$  сек., из которых около 15 с  $\Delta t_{s-p} \leq 3$  сек.).

Наблюдения выполнялись аппаратурой с частотной характеристикой канала, столбобразной в полосе пропускания от 1,5 до 8—10 гц по смещению. Кроме того, применялась регистрация в разном диапазоне частот с октавными фильтрами резонансного типа. Максимумы частотных характеристик находились на 1,5; 3,0; 6,0; 12,0 гц. Сигнал передавался на дневную поверхность по четырехжильному бронированному каротажному кабелю во фторопластовой изоляции.

Работы показали следующее.

1. Фон сейсмических помех убывает с глубиной значительно быстрее, чем полезный сигнал. Несмотря на неблагоприятные условия наблюдений, полезная чувствительность аппаратуры на больших глубинах, как

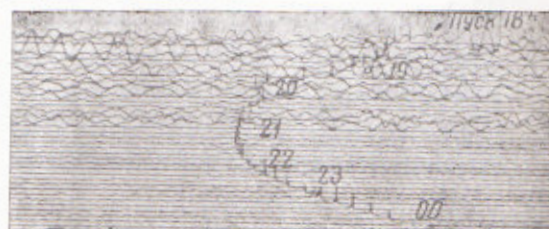


Рис. 1. Фон наблюдаемых электрических помех

правило, ограничивалась не сейсмическими, а электрическими помехами, уровень и характер которых сильно меняется во времени. Для них характерна приуроченность к одному и тому же интервалу времени между 21 и двумя часами местного времени. Наиболее благоприятное время для регистрации наступает ночью, когда уровень помех падает (рис. 1). В это время удавалось реализовать увеличение аппаратуры до  $2 \cdot 10^3$ .

2. Наиболее интенсивный сейсмический фон помех на записях глубинной станции наблюдался в основном в периоды сильных штормов на

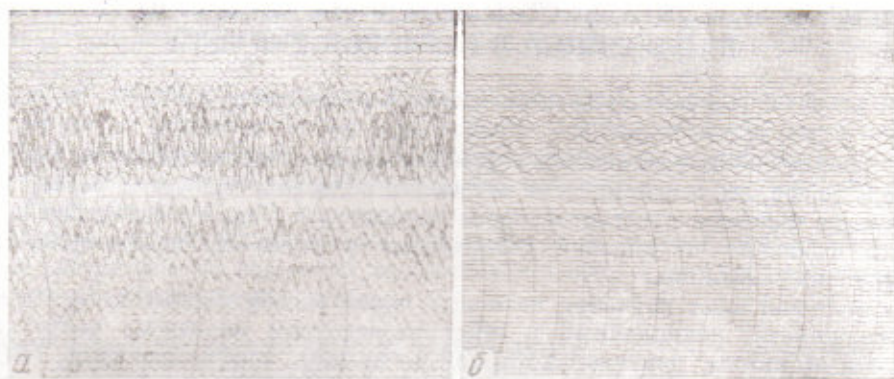


Рис. 2. Микросейсмические помехи, вызванные штормом на Иссык-Куле на записях наземной (а) и глубинной станции (б)

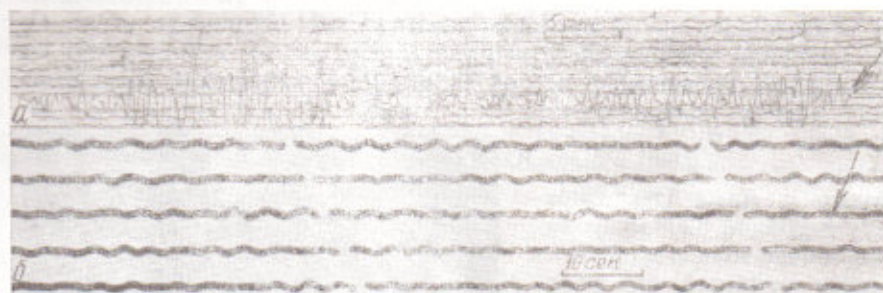


Рис. 3. Записи землетрясения 15 II 1969 г.,  $43^{\circ}57'$ , полученные глубинной (а) и наземной (б) станцией «Алма-Ата». Стрелками указан момент вступления продольной волны

Иссык-Куле. Однако уровень этих помех был существенно ниже, чем на дневной поверхности (рис. 2).

3. Записи глубинной станции и наземной сейсмической станции «Алма-Ата», расположенной в городе, оказались практически несопоставимыми. На сейсмограммах наземной станции большинство землетрясений, записанных глубинной станцией, не зарегистрировано (рис. 3). Записи землетрясений, читаемые на сейсмограммах наземной станции, на сейсмограммах глубинной станции полностью размыты.

4. Сопоставление записей глубинной и наземной станции «Талгар», расположенной в 25 км от Алма-Аты в благоприятных в сейсмическом отношении условиях (сейсмоприемники станции «Талгар» помещены в глубокую 100-метровую штольню, пройденную в кристаллических породах), показало, что из всех зарегистрированных в скважине в 1968—1969 гг. местных землетрясений четвертая часть приходится на последний этап наблюдений (полтора месяца), когда уровень электрических помех уда-



лось значительно ослабить, что позволило поднять полезную чувствительность аппаратуры. В этих условиях большинство записей местных землетрясений, полученных глубинной станцией, соизмеримы или более интенсивны, чем записи этих же землетрясений на наземной станции «Талгар» (рис. 4). Некоторые местные землетрясения записаны только в скважине, а станцией «Талгар» не зарегистрированы.

5. Сопоставление записей местных землетрясений глубинной и наземных станций, располагавшихся за чертой города в благоприятных усло-

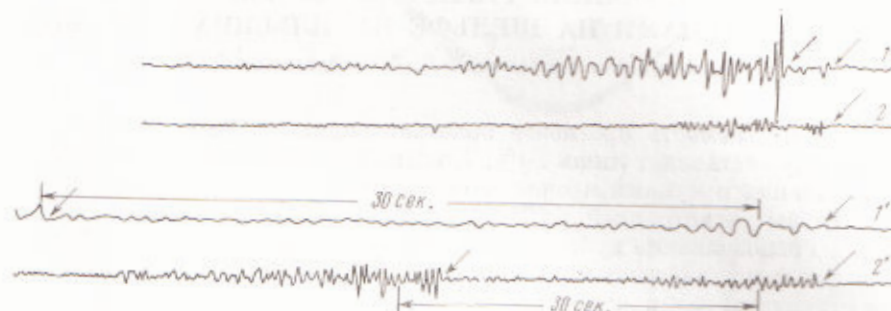


Рис. 4. Записи слабого местного (1, 2) и близкого (1', 2') землетрясений 11 III 1969 г., 5<sup>h</sup>06<sup>m</sup>, и 11 III 1969 г., 3<sup>h</sup>58<sup>m</sup>, соответственно, полученные глубинной (1, 1') и наземной (2, 2') станциями. Стрелками показаны моменты вступления продольных и поперечных волн

виях, но на осадочных породах, мощность которых составляла 2—3 км, показало, что на последнем этапе наблюдений глубинной станцией зарегистрировано на 30% землетрясений больше, чем наземными станциями.

Полученные результаты позволяют рекомендовать при изучении сейсмического режима крупных городов, расположенных в сейсмически активных областях, создание в окрестности городов высокочувствительных станций с сейсмоприемниками, погруженными в глубокие скважины.

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта  
Академии наук СССР  
Москва

Поступило  
27 XI 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. Е. Тател, М. А. Туве, In Honor of Bena Gutenberg, London, 1958, p. 152.  
<sup>2</sup> К. Takano, Т. Hasiwaka, Bull. Earth. Res. Inst., 44, 1135 (1966).  
<sup>3</sup> Е. И. Гальперин, Вестн. АН СССР, № 1 (1966).