

УДК 550.34; 531/534; 627.8

СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ТОКТОГУЛЬСКОЙ ГЭС

В.И. Довгань

SEISMOMETRIC SUPERVISIONS ON TOKTOGUL HYDROELECTRIC POWER STATION

V.I. Dovgan

За период с октября по декабрь 2013 г. цифровая система сейсмометрических наблюдений на Токтогульской ГЭС записала 6 землетрясений, основные параметры которых даны в таблице 1.

В таблице 1 приведены: дата, местное время (час и минута) записи землетрясения на плотине, координаты, энергетический класс (логарифм энергии землетрясения в джоулях), расстояние от гидроузла до эпицентра (в километрах).

Глубокое гиндукушское землетрясение 13 октября 2013 г. на плотине не ощущалось. Из двух удаленных 23 ноября и 6 декабря первое записа-

лось на плотине с интенсивностью порядка двух баллов. Близкие землетрясения 22 октября и 15 ноября были замечены только приборами.

Более детально остановимся на землетрясении 21 ноября, которое могло ощущаться в верхних точках плотины с интенсивностью более 3-х баллов. Спектрограмма его и записи в десятой точке показаны на рисунке 1.

Разность вступлений продольных и поперечных волн – 7 сек, эпицентральное расстояние по Токтогульскому географу Т.М. Сабитовой (при предполагаемой глубине очага 5 км) – 56 км. На-

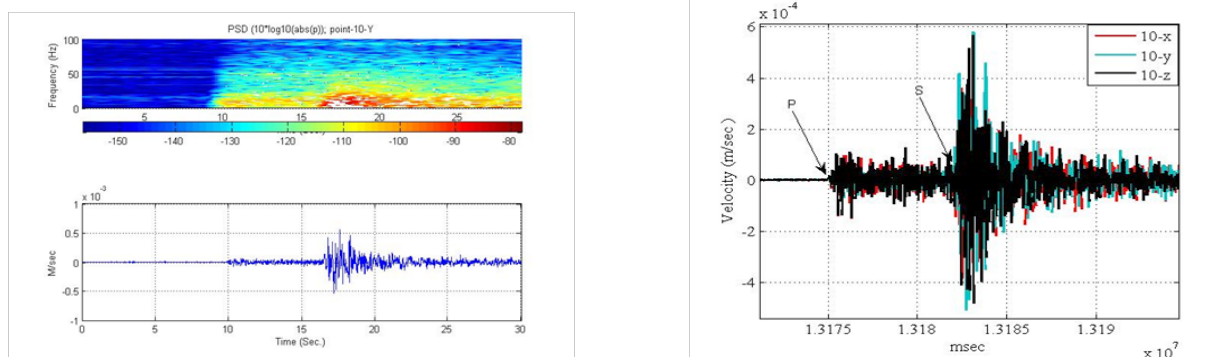


Рисунок 1 – Слева – спектрограмма, справа – записи землетрясения в десятой точке наблюдений по трем составляющим. Стрелками показаны моменты вступлений продольных и поперечных волн

Таблица 1 – Каталог основных параметров землетрясений, зарегистрированных системой сейсмометрических наблюдений за четвертый квартал 2013 г.

Дата	Время	Широта	Долгота	Класс	Расстояние, км
13.10.2013	07 час. 18 мин.	36,47	70,82	13	600
22.10.2013	03 час. 06 мин.	41,90	72,72	8,5	27
15.11.2013	12 час. 57 мин.	40,8	73,3	12	115
21.11.2013	21 час. 40 мин.	41,73	71,92	11,7	56
23.11.2013	15 час. 42 мин.	42,43	76,63	13,8	290
6.12.2013	16 час. 25 мин.	40,11	69,88	12,3	290

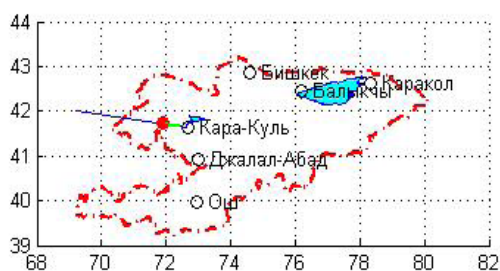


Рисунок 2 – Направление на эпицентр и его положение по нашим данным

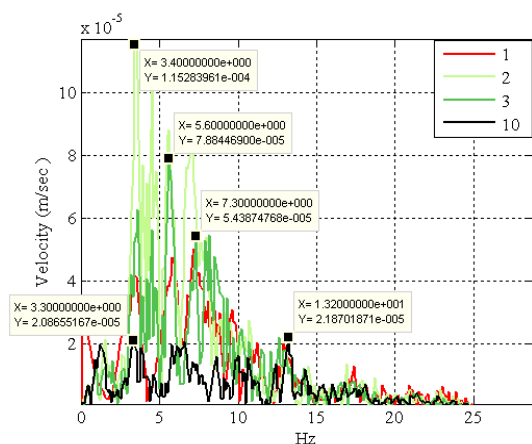


Рисунок 4 – Спектры по записям землетрясения в трех верхних и 10-й точках наблюдений

правление на эпицентр и его положение по нашим данным показано на рисунке 2.

Координаты эпицентра:  $\varphi = 41,73$ ;  $\lambda = 71,92$ . Сумма максимальных смещений в продольных и поперечных волнах  $A_p + A_s = 3,5 + 20,4 = 23,9$  микрона, энергетический класс  $K = 11,7$ . О величине воздействия на плотину при этом землетрясении можно судить по следующим данным (рисунок 3, таблица 2).

На плотине землетрясение ощущалось: максимальная интенсивность колебаний, близкая к 4-м баллам, наблюдалась во 2-й и 3-й точках наблюдений. Магнитуда  $M_d$  с учетом спектрального состава изменялась в пределах от 3,32 – в 8-й точке до 3,94 – 2-й.

О величине раскрытия швов при этом землетрясении можно судить по данным таблицы 3.

Максимальное раскрытие шва наблюдалось между блоками, в которых расположены точки 1 и 2 по составляющей  $Y$  и составило 132 микрона.

Относительное движение бортов каньона приведено в таблице 4.

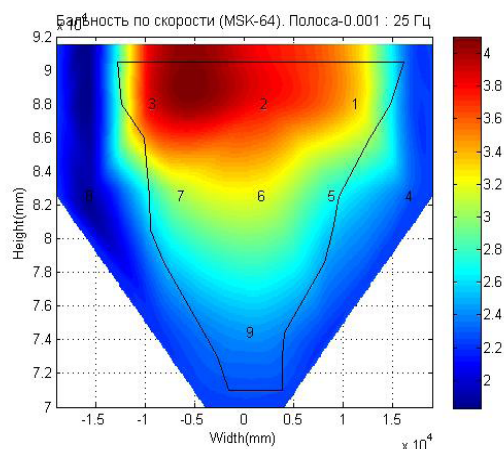


Рисунок 3 – Распределение интенсивности колебаний по телу плотины. Цифрами показано расположение точек наблюдений: 7 – в теле плотины, 2 – в бортах, 10-я опорная находится за пределами гидроузла в скале. Линией выделен контур плотины

Таблица 2 – Интенсивность колебаний по телу плотины

№ точки	Балл по скорости	Магнитуда, $M_d$
1	3,3	3,77
2	3,8	3,94
3	3,9	3,84
4	2,3	3,49
5	2,7	3,59
6	3,2	3,68
7	3,0	3,65
8	1,9	3,32
9	2,4	3,53
10	2,2	3,50

Максимальное относительное движение бортов каньона 32,5 микрона наблюдалось по направлению В-З.

Спектральный состав колебаний на примере четырех точек наблюдений показан на рисунке 4.

Землетрясение отличается высокочастотным составом колебаний – это видно и на спектрограмме (см. рисунок 1, слева). Спектр по записи в опорной 10-й точке достаточно широкий и имеет максимумы на частотах 1,2; 3,3; 6,6 и 13,2 Гц. Максимальные колебания в верхних точках происходят на собственных частотах блоков, в которых эти точки расположены: 3,4 Гц – для 2-й точки, 5,6 Гц – для 3-й и 7,3 Гц – для 1-й.

Таким образом, четвертый квартал 2013 г. отличался слабой местной сейсмической активностью – землетрясений вблизи плотины не было.

Таблица 3 – Раскрытие швов между точками

13-11-21-21-40-32_evn1.EVN1 Смещение (М)	Относительное движение по шву	
	макс.	мин.
Точки 1 относительно 2 по X	3,72E-05	-4,61E-05
Точки 1 относительно 2 по Y	8,42E-05	-0,00013253
Точки 1 относительно 2 по Z	3,50E-05	-2,97E-05
Точки 2 относительно 3 по X	3,32E-05	-2,58E-05
Точки 2 относительно 3 по Y	3,19E-05	-4,73E-05
Точки 2 относительно 3 по Z	3,83E-05	-3,42E-05
Точки 5 относительно 6 по X	1,80E-05	-1,82E-05
Точки 5 относительно 6 по Y	2,69E-05	-2,07E-05
Точки 5 относительно 6 по Z	2,51E-05	-2,01E-05
Точки 6 относительно 7 по X	1,48E-05	-1,09E-05
Точки 6 относительно 7 по Y	1,73E-05	-2,56E-05
Точки 6 относительно 7 по Z	2,83E-05	-2,48E-05

Таблица 4 – Относительное движение бортов каньона

13-11-21-21-40-32_evn1.EVN1 Смещение (М)	Относительное движение бортов каньона	
	макс.	мин.
Точки 4 относительно 8 по X	3,25E-05	-2,22E-05
Точки 4 относительно 8 по Y	2,08E-05	-2,68E-05
Точки 4 относительно 8 по Z	1,94E-05	-1,82E-05

Единственное событие, которое могло ощущаться в отдельных точках наблюдений с интенсивностью 3–4 балла, произошло 21 ноября 2013 г. в 56 км

от плотины и не представляло для нее серьезной угрозы. Удаленные достаточно сильные землетрясения были замечены только приборами.