

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*

Таблица 1

№ п/п	Дата	Время	Широта	Долгота	Класс	Расстояние
1	16 января	08 час. 25 мин	41.28	72.91	9.4	48
2	21 января	17 час. 24 мин	41.76	72.67	8.3	12.6
3	7 февраля	08 час. 18 мин	41.98	71.74	11.0	86
4	28 февраля	19 час. 43 мин	38.22	72.05	13.3	390
5	14 марта	17 час. 08 мин	38.95	73.38	13.1	308
6	4 апреля	10 час. 50 мин	36.95	71.23	11.8	550
7	18 апреля	05 час. 05 мин	37.77	70.66	13.7	580
8	3 мая	10 час. 47 мин	39.32	71.57	14.6	280
9	5 мая	11 час. 10 мин	39.46	71.53	14.3	270
10	6 мая	13 час. 16 мин	39.46	71.53	12	270
11	6 мая	15 час. 53 мин	36.82	71.42	14.1	560
12	9 мая	01 час 49 мин	41.53	72.49	8.0	18.5
13	13 мая	01 час 35 мин	41.91	72.32	9.1	40
14	16 мая	15 час. 07 мин	41.92	72.04	12.9	60
15	17 мая	21 час 29 мин	38.56	73.03	11.8	350
16	22 мая	15 час. 23 мин	39.37	73.77	12.5	280
17	31 мая	02 час. 16 мин	41.57	72.6	6.8	8
18	31 мая	15 час. 16 мин	41.86	72.32	9.5	37
19	8 июня	08 час. 33 мин	41.74	72.63	6.9	10
20	26 июня	05 час. 31 мин	36.84	70.83	13.5	560

За период с января по июнь 2017 г. на Токтогульском гидроузле зарегистрировано 20 землетрясений, половина из которых произошла в ближней зоне (таблица 1, рисунок 1).

Из близких событий максимальному воздействию в 4–5 баллов плотина подверглась при землетрясении 16 мая в 15 час 06 мин. с энергетическим классом  $K = 12.9$  (энергия  $10^{12.9}$  Дж), произошедшем в 60 км к северо-западу от гидроузла. На рисунке 2 приведена запись этого землетрясения

в 10-й точке наблюдений и её спектрограмма. Максимальные колебания наблюдались в “сейсмическом” диапазоне частот – от 0 до 20 Гц, но возмущение спектрального фона во время воздействия землетрясения заметно до 100 Гц (рисунок 2).

Интенсивность колебаний на плотине изменялась в пределах от 3-х баллов (в 8-й точке) до 5 баллов (на гребне), спектральная магнитуда – от 3.77 до 4.41 в тех же точках соответственно (рисунок 3, таблица 2).

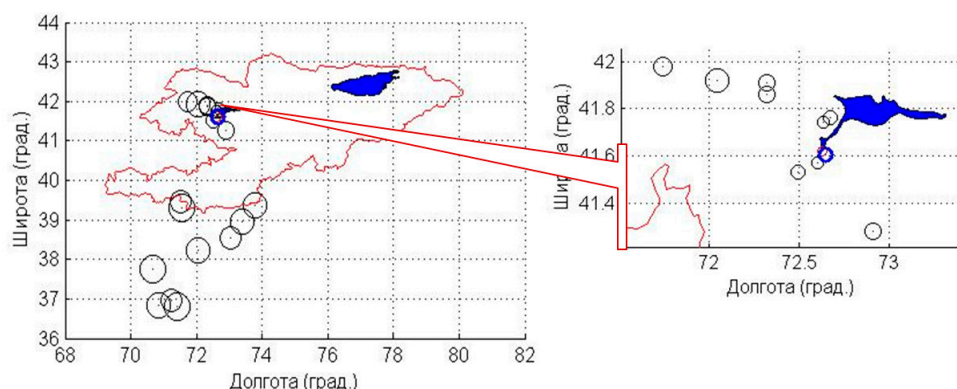


Рисунок 1 – Карта эпицентров зарегистрированных землетрясений за первое полугодие 2017 г. (слева); положение эпицентров близких толчков (справа)

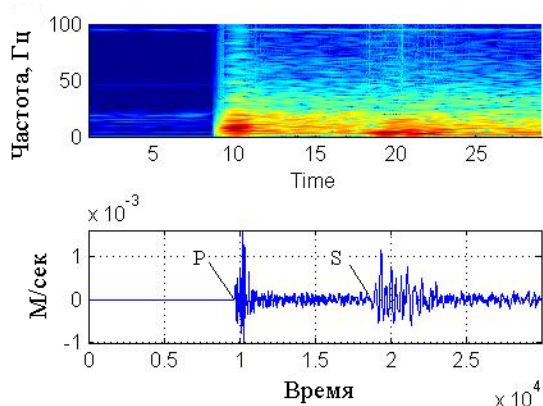


Рисунок 2 – Запись землетрясения (внизу) и её спектрограмма (вверху)  
Стрелками отмечены моменты вступления продольных Р и поперечных S волн

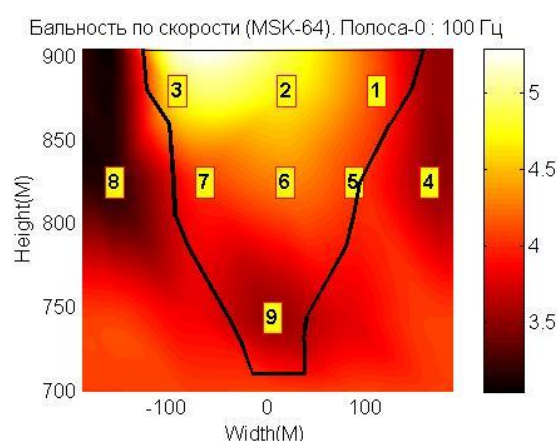


Рисунок 3 – Распределение интенсивности колебаний по телу плотины

Максимальное смещение наблюдалось между точками 2 и 3 и составило -0.12 мм, суммарное движение по шву между этими точками – 0.2 мм (таблица 3, рисунок 4). Эти значения невелики и не представляют для плотины серьезной угрозы.

Из близких событий два землетрясения: 21 января в 17 час 24 мин (энергетический класс  $K = 8.3$ , эпицентрального расстояние  $R = 13$  км) и 7 февраля в 8 час 18 мин ( $K = 11.0$ ,  $R = 86$  км) могли ощущаться в верхних точках плотины с интенсивностью 2.5–2 балла.

Все далекие землетрясения зарегистрированы на юге, за пределами Кыргызстана. Из них только одно, достаточно сильное, могло ощущаться в разных точках плотины с интенсивностью от 2 до 4-х баллов. Произошло оно в Таджикистане 3 мая

Таблица 2

	Балл	Md
1	4,10	4,03
2	4,71	4,22
3	4,80	4,22
4	3,53	3,82
5	4,06	3,91
6	4,29	3,98
7	4,06	3,95
8	3,16	3,77
9	3,54	3,82
10	4,06	3,89
905	5,29	4,41

Таблица 3

Относительное движение по шву			
Точки	X	Y	Z
Точки 1 и 2: Макс.	0,03355	0,095213	0,034753
Точки 1 и 2: Мин.	-0,03201	-0,10295	-0,03
Точки 2 и 3: Макс.	0,037244	0,076514	0,033837
Точки 2 и 3: Мин.	-0,02557	-0,1241	-0,03792
Точки 5 и 6: Макс.	0,027773	0,033035	0,027018
Точки 5 и 6: Мин.	-0,02971	-0,03147	-0,0229
Точки 6 и 7: Макс.	0,014424	0,023862	0,026947
Точки 6 и 7: Мин.	-0,01642	-0,02482	-0,02617

в 10 час 47 мин с энергетическим классом  $K = 14.6$ . Дошедшие до плотины низкочастотные колебания воздействовали на гидросооружение в целом, а не на отдельные его блоки и не могли вызвать каких-либо повреждений. Афтершоки этого землетрясения, зарегистрированные 5 и 6 мая,

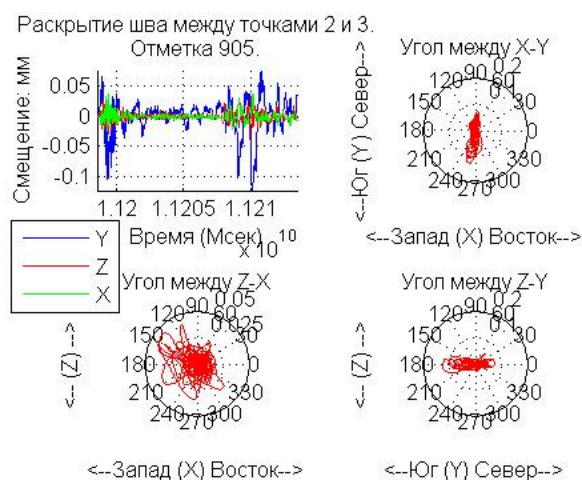


Рисунок 4 – Раскрытие шва между блоками, в которых расположены точки 2 и 3 и проекции движения шва на три плоскости

были значительно слабее. Один из них, 5 мая в 11 час 10 мин, мог ощущаться на плотине с интенсивностью от 2 до 3.5 баллов.

Следует отметить, что второй квартал отличался общим увеличением сейсмичности и значительным её усилением вблизи плотины.