ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Տեխնիկական գիտութ. սերիա XVII, № 1, 1964 Серия технических наук

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Э. Е. ХАЧИЯН

РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ПО АКСЕЛЕРОГРАММАМ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Сообщение 3.

В настоящем сообщении приводятся спектры перемещений, упрощенные способы учета влияния высших форм колебаний, а также данные о максимальных скоростях колебания грунта, вычисленные по акселерограммам.

1. Спектры перемещений

При расчете сооружений на сейсмостойкость используется сейсмический спектр ускорений. По спектру ускорений решается задача прочности различных конструкций. Исследование спектров ускорений приводится в [1а]. Для обеспечения сейсмостойкости сооружения существенное значение имеют также вопросы жесткости конструкции, характеризуемые горизонтальными максимальными перемещениями. Зависимость максимальных перемещений системы с одной степенью свободы от периода ее свободных колебаний С. В. Медведев [2] называет спектром действия. Графо-аналитическим методом им получен ряд таких спектров на основе сейсмограмм и акселерограмм слабых и сильных землетрясений. Ниже приводятся результаты исследований по спектрам перемещений, полученным на основе четырех реальных акселерограмм сильных землетрясений. Вычисления производились при помощи электронной вычислительной машины. Акселерограммы, их основные характеристики и методика их расшифровки приведены в [1а].

Дифференциальное уравнение простой системы с одной степенью свободы при колебаниях основания по произвольному закону $y_0(t)$ имеет вид:

$$y'' + \frac{2\pi}{T}\alpha y' + \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 y = -y_0(t). \qquad (1.1)$$

Общее решение уравнения (1.1) при малых значениях α есть:

$$y = e^{-\frac{\alpha}{T}t}\left(A\sin\frac{2\pi}{T}t + B\cos\frac{2\pi}{T}t\right) - \frac{T}{2\pi}\int_0^t e^{-\frac{\alpha}{T}(t-\xi)} y_0(\xi)\sin\frac{2\pi}{T}(t-\xi)\,d\xi, \qquad (1.2)$$

где α — коэффициент внутреннего трения, связанный с декрементом затухания δ соотношением $\delta = \alpha$; T — период свободных колебаний системы; y — относительное перемещение (деформация) системы.

В начальный момент землетрясения перемещения и скорости точек сооружения равны нулю, т. е. $y = y' = 0$ при $t = 0$. Поэтому (1.2) примет вид:

$$y = -\frac{T}{2\pi}\int_0^t e^{-\frac{\alpha}{T}(t-\xi)} y_0'(\xi) \sin\frac{2\pi}{T}(t-\xi)\,d\xi. \qquad (1.3)$$

При помощи электронной вычислительной машины для четырех акселерограмм были получены максимальные значения y по уравнению (1.3). В частности, максимальные значения y в зависимости от α и T для акселерограммы № 2 представлены в табл. 1, а спектры перемещений $y_{max}(T)$ для акселерограмм № 1—№ 4 приведены на рис. 1.

Таблица 1

Максимальные значения перемещений при различных значениях T и α, для акселерограммы № 2

T сек	Максимальные перемещения y_{max} в см			
	$\alpha=0{,}00$	$\alpha=0{,}08$	$\alpha=0{,}12$	$\alpha=0{,}16$
0,10	—0,144	0,058	0,018	0,044
0,15	0,190	0,185	0,152	0,128
0,20	0,540	0,254	0,243	0,234
0,25	—1,518	0,397	0,316	0,338
0,30	1,748	—1,012	0,873	0,768
0,35	3,292	1,516	—1,320	—1,140
0,40	1,559	1,206	—1,109	—1,012
0,45	2,329	1,533	1,467	1,287
0,50	3,253	—2,019	—1,740	—1,449
0,55	—5,254	2,259	—1,570	—1,662
0,60	—3,365	—1,887	—1,606	—1,459
0,65	—1,883	—1,594	—1,476	1,262
0,70	—1,946	—1,475	—1,450	—1,388
0,75	2,896	2,044	1,775	1,647
0,80	3,596	—2,349	—2,057	—1,927
0,85	—4,172	2,616	2,380	2,287
0,90	—3,546	2,952	2,706	2,583
1,0	3,592	3,036	2,808	2,707
1,1	2,938	2,601	2,509	2,478
1,2	3,139	2,336	2,263	2,226
1,3	3,552	2,439	2,225	2,182
1,4	3,626	2,534	2,335	2,286
1,5	3,363	2,505	2,394	2,337
1,6	—3,439	2,406	2,336	2,271
1,7	3,001	2,342	2,269	2,196
1,8	2,709	2,298	2,216	2,134
1,9	2,745	2,370	2,196	2,101
2,0	2,839	2,433	2,312	2,230
2,5	2,217	2,376	2,217	2,217
3,0	2,509	2,052	2,052	2,052

Первой особенностью спектров перемещений по сравнению со спектрами ускорений является то, что пики на спектрах перемещений получаются не в интервале 0,2 *сек* $< T <$ 0,5 *сек*, а в интервале

$0{,}5 \leqslant T \leqslant 0{,}7$ *сек*. Заметны сильные снижения пиков за счет затухания. Спектры перемещений после $T = 1{,}0$ *сек* возрастают почти прямолинейно, причем при $T = 3{,}0$ *сек*. максимальные значения перемещений не превосходят 2,5 *см*. Исключение составляет акселерограмма № 3,

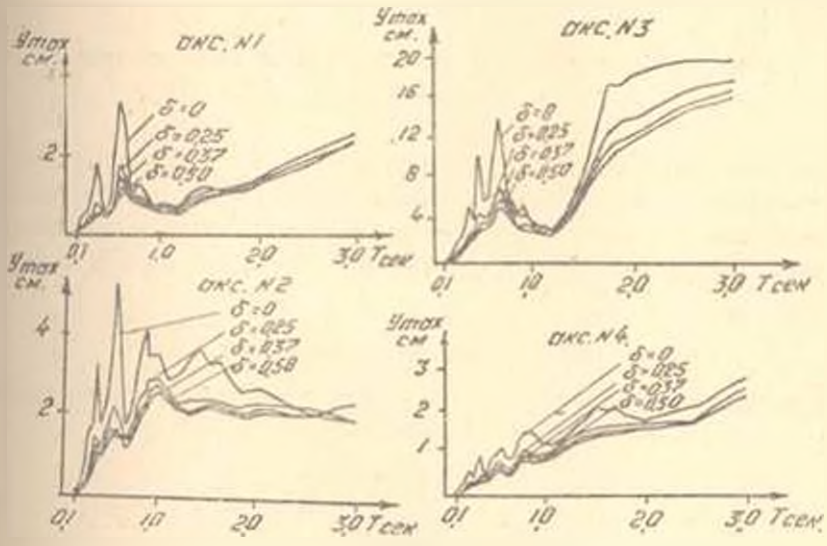

Рис. 1. Спектры перемещений для акселерограмм № № 1—4.

для которой получились большие значения перемещений. Для этой акселерограммы получились большие значения и для ускорений.

В табл. 2 вычисленные автором максимальные значения *y* сопоставлены с данными С. В. Медведева [2]. Анализ результатов показывает,

Таблица 2

Сопоставление результатов исследования С. В. Медведева и автора

T сек	Максимальные перемещения y_{max} в *см* по результатам исследования							
	С. В. Медведева				Автора			
	аксел. № 1	аксел. № 2	аксел. № 3	аксел. № 4	аксел. № 1	аксел. № 2	аксел. № 3	аксел. № 4
0,10	0,04	0,05	0,098	0,042	0,029	0,044	0,075	0,017
0,15	0,103	0,14	0,23	0,040	0,078	0,128	0,221	0,032
0,20	0,21	0,27	0,43	0,19	0,203	0,234	0,514	0,206
0,25	0,36	0,47	0,68	0,29	0,370	0,338	0,883	0,298
0,40	0,88	1,50	2,00	0,64	0,532	1,012	2,725	0,364
0,50	1,20	1,90	2,50	0,87	0,620	1,443	3,684	0,557
0,60	1,70	2,20	2,70	1,20	1,228	1,159	1,879	0,656
0,80	2,40	3,20	3,10	1,90	0,826	1,927	4,033	0,923
1,00	2,5	3,70	3,90	3,00	0,632	2,707	3,263	0,910
1,40	3,0	5,80	5,60	4,90	0,894	2,286	5,616	1,491
2,00	4,00	9,60	8,70	6,70	1,313	2,230	12,260	1,723

что между ними имеется существенное расхождение, особенно для больших значений *T*. Такое расхождение результатов, вероятно, следует объяснить погрешностями графо-аналитического метода, приме-

ненного С. В. Медведевым. Ввиду значительной нерегулярности акселерограмм, по-видимому нельзя их разбить на участки и рассматривать каждый участок в виде полусинусоид с различными амплитудами и периодами.

2. Упрощенные способы учета влияния высших форм колебаний

Проведенные автором исследования [1б, 3] по точному методу расчета систем со многими степенями свободы, на основе реальной акселерограммы землетрясения, позволяют дать оценку рассмотренным ниже приближенным методом учета влияния высших форм колебаний.

Брус с преобладанием деформаций сдвига

В рассматриваемом случае по точному методу получено следующее выражение для *поперечной* силы [3]:

$$S(x, t) = \frac{ql}{g} \sum_{j=1}^{3} f_j(x) \frac{2\pi}{T_j} \int_0^t e^{-\frac{\pi}{T_j}(t-\xi)} y''(\xi) \sin \frac{2\pi}{T}(t-\xi)\, d\xi, \qquad (2.1)$$

где

$$f_j(x) = -\frac{8}{\pi (2j-1)} \cos \frac{2j-1}{2} \pi \frac{x}{l}. \qquad (2.2)$$

При различных соотношениях периодов колебаний T_1, T_2 и T_3 на электронной машине были получены истинные максимальные значения поперечной силы $S(x, t)$ в различных сечениях по высоте бруса по формуле (2.1). Одновременно были получены эпюры распределения поперечной силы по высоте, по отдельным формам колебаний, т. е. по отдельным членам ряда (2.1).

Имея эпюры поперечных сил по отдельным формам колебаний можно учитывать влияния высших форм колебаний упрощенными способами. В табл. 3 приведены значения поперечных сил при различных оценках влияния высших форм колебаний для случая $T_1 = 1{,}0$ *сек*, $T_2 = 0{,}33$ *сек*, $T_3 = 0{,}20$ *сек*. Для каждой акселерограммы в табл. 3 приведены максимальные значения поперечной силы вычисленные по формуле (2.1), т. е. истинные значения поперечных сил при действительном наложении поперечных сил по формам колебаний. Далее приведены значения поперечных сил при среднеквадратичном учете влияния высших форм колебаний, т. е. по формуле

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^{3} S_i^2}, \qquad (2.3)$$

где S_i — значения поперечных сил по i-ой форме колебания. В следующих графах табл. 3 приводятся значения поперечных сил вычис-

Таблица 3

Значения поперечных сил для акселерограмм №№ 1–4 при $T_1 = 1{,}0$ *сек.*, $T_2 = 0{,}33$ *сек.*, $T_3 = 0{,}20$ *сек.*, $\alpha = 0{,}12$

$\frac{x}{l}$	Акселерограмма № 1				Акселерограмма № 2				Акселерограмма № 3				Акселерограмма № 4			
	по формуле (2.1)	по формуле (2.3)	по формуле (2.4)	по первой форме	по формуле (2.1)	по формуле (2.3)	по формуле (2.4)	по первой форме	по формуле (2.1)	по формуле (2.3)	по формуле (2.4)	по первой форме	по формуле (2.1)	по формуле (2.3)	по формуле (2.4)	по первой форме
0,00	26,8	28,9	25,1	21,0	94,1	98,0	94,1	89,9	162	141	133	124	37,4	34,6	33,1	31,6
0,05	28,4	28,4	25,0	21,0	93,7	97,0	93,5	89,6	160	140	132	123	36,9	34,4	33,0	31,5
0,10	27,1	27,0	24,0	20,8	92,3	95,0	92,1	88,8	154	137	129	122	35,9	33,6	32,4	31,2
0,15	26,0	24,8	22,8	20,4	89,9	98,1	89,9	87,4	145	130	125	120	33,3	32,2	31,4	30,7
0,20	24,9	22,7	21,0	20,0	86,5	88,5	86,9	85,5	133	124	121	118	30,4	30,9	30,5	30,0
0,25	23,3	20,8	20,0	19,4	82,4	81,3	83,6	83,1	119	117	116	114	30,5	29,9	29,8	29,2
0,30	23,6	19,8	19,2	18,7	79,8	80,0	79,1	80,1	103	112	112	110	30,8	28,6	28,3	28,1
0,35	23,8	19,5	18,7	17,9	78,5	78,0	76,8	76,7	101	107	106	106	30,8	27,9	27,3	26,9
0,40	24,3	19,6	18,4	17,0	77,7	74,0	73,3	72,7	98	104	102	100	30,1	26,8	26,1	25,5
0,45	23,6	20,0	18,1	16,0	78,4	71,5	70,0	68,4	94	101	98	94	28,6	25,8	24,9	24,0
0,50	23,3	20,5	18,0	14,9	77,5	69,2	66,3	63,6	89	100	94	87	26,5	24,6	23,5	22,3
0,55	22,6	20,8	18,4	13,6	74,8	66,8	62,7	58,4	93	99	90	80	24,0	23,4	22,0	20,5
0,60	22,5	21,2	19,3	12,3	70,4	64,0	58,7	52,8	96	98	87	74	24,2	22,2	20,4	18,5
0,65	22,3	21,4	19,9	11,0	64,5	60,7	54,1	47,0	98	93	81	65	25,0	21,0	18,9	16,5
0,70	22,7	19,7	19,7	9,5	57,3	56,0	48,7	40,8	96	87	78	56	25,3	19,9	17,3	14,3
0,75	22,2	20,0	18,5	8,0	49,1	49,9	43,2	34,4	89	79	71	47	24,4	18,2	15,4	12,0
0,80	20,1	18,0	16,4	6,5	41,7	42,3	37,0	27,8	78	68,5	61	38	21,9	15,9	13,5	9,7
0,85	16,6	14,8	13,4	4,9	32,7	33,3	29,2	21,0	62	54	38	29	18,0	12,9	10,9	7,9
0,90	11,8	10,6	9,5	3,2	22,5	22,9	20,2	14,0	44	38	36	19	12,8	10,1	7,7	4,9
0,95	6,1	5,4	4,7	1,6	11,5	11,7	10,6	7,0	22	19,5	17,6	9,7	6,6	4,4	4,0	2,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ленные по формуле, рекомендуемой действующими нормативными положениями по строительству в сейсмических районах [4]:

$$S = \sqrt{(S^*_{max})^2 + 0{,}5\sum_{i=1}^{3} S_i^2}, \qquad (2.4)$$

где S^*_{max} — наибольшее значение поперечной силы в рассматриваемом сечении, определяемое из сопоставления эпюр поперечных сил по отдельным формам; S_i — значение поперечной силы в том же сечении по остальным двум формам колебаний. Суммирование в (2.4) производилось по всем формам, кроме той, которая соответствует максимальному значению поперечной силы.

В табл. 3 приведены также максимальные значения поперечных сил, вычисленные по первому члену ряда (2.1), т. е. с учетом только первой формы колебания. Аналогичные результаты получились и при следующих соотношениях периодов

$$T_1 = 0{,}8\ сек,\ T_2 = 0{,}25\ сек,\ T_3 = 0{,}15\ сек.$$

На рис. 2 показаны эпюры поперечных сил для четырех акселерограмм соответственно сплошной линией при действительном наложении по формуле (2.1) и пунктирной линией по приближенной формуле (2.3). Сопоставление данных табл. 3 и эпюр, показанных на рис. 2, показывает, что наилучшее приближение дает формула (2.3). Вообще, значения поперечных сил по формулам (2.3) и (2.4) мало отличаются друг от друга. Но так как формула (2.4) не имеет достаточного теоретического и экспериментального обоснования, то нам представляется, что для приближенной оценки влияния высших форм колебаний целесообразно пользоваться формулой (2.3), которая применяется и в других областях приближенных вычислений.

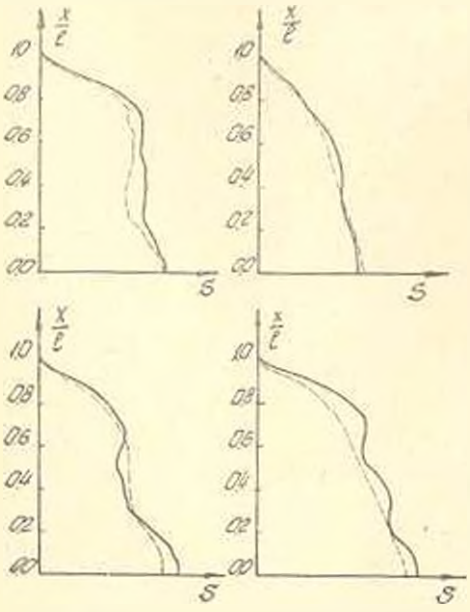

Рис. 2. Эпюры поперечных сил для акселерограмм №№ 1—4 (сдвиговые колебания).

Брус с преобладанием деформаций изгиба

При изгибных колебаниях бруса постоянного сечения для изгибающих моментов и поперечных сил по точному методу получены следующие выражения [16]:

$$M(x, t) = \frac{ql}{g}\sum_{i=1}^{3}\gamma_i(x)\,\frac{2\pi}{T_i}\int_0^t e^{-\frac{\alpha\pi}{T_i}(t-\xi)}\,\ddot{y}_0(\xi)\,\sin\frac{2\pi}{T_i}(t-\xi)\,d\xi, \qquad (2.5)$$

$$Q(x,t)=\frac{ql}{g}\sum_{j=1}^{3}\varphi_j(x)\frac{2\pi}{T_j}\int_0^t e^{-\frac{\alpha\pi}{T_j}(t-\tau)}\ddot{y}_0(\tau)\sin\frac{2\pi}{T_j}(t-\tau)\,d\tau.$$

При значениях периодов свободных колебаний $T_1=2{,}5$ *сек*, $T_2=0{,}4$ *сек*, $T_3=0{,}15$ *сек* по формулам (2.5) были получены максимальные значения M и Q и эти же значения по отдельным формам колебаний.

Были вычислены также значения изгибающих моментов и поперечных сил по формулам:

$$M=\sqrt{\sum_{i=1}^{3}M_i^2}\,,\qquad Q=\sqrt{\sum_{i=1}^{3}Q_i^2}\,. \tag{2.6}$$

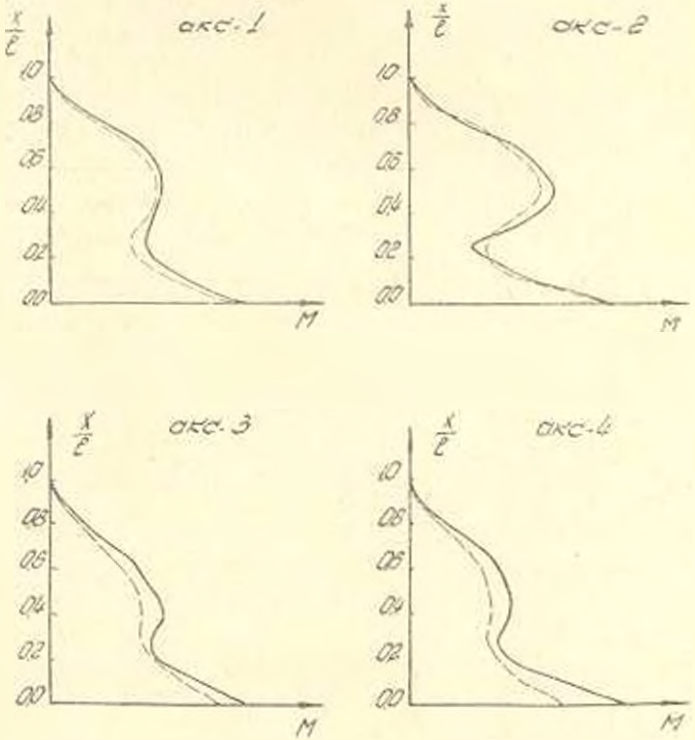

Рис. 3. Эпюры изгибающих моментов для акселерограмм №№ 1—4 (изгибные колебания).

Значения изгибающих моментов и поперечных сил для четырех акселерограмм при $\alpha=0{,}08$ приведены в табл. 4. На рисунках 3 и 4 приведены эпюры изгибающих моментов и поперечных сил, построенных по результатам действительного наложения по формулам (2.5) сплошной линией и по формулам (2.6)—пунктирной линией. Данные, при-

Таблица 4

Значение изгибающих моментов и поперечных сил при $T_1 = 2{,}5$ *сек*, $T_2 = 0{,}40$ *сек*, $T_3 = 0{,}15$ *сек*, $\alpha = 0{,}08$

$\frac{x}{l}$	Акселерограмма № 1				Акселерограмма № 2				Акселерограмма № 3				Акселерограмма № 4			
	Изгиб. моменты		Поперечные силы		Изгиб. моменты		Поперечные силы		Изгиб. моменты		Поперечные силы		Изгиб. моменты		Поперечные силы	
	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)	по формуле (2.5)	по формуле (2.6)
0,0	8,4	8,5	33,6	34,3	13,4	13,7	60,0	60,6	65,8	57,2	161,6	160,9	9,5	6,8	30,7	23,5
0,05	7,2	7,0	33,5	34,2	10,9	11,0	59,8	60,4	57,8	50,7	161,3	160,6	8,2	6,0	30,6	23,4
0,10	6,1	5,7	32,6	33,5	8,3	8,4	58,6	59,3	49,7	44,7	159,9	158,6	6,8	5,1	30,0	22,9
0,15	5,0	4,6	30,7	32,0	5,9	6,3	55,6	56,8	42,3	39,6	156,1	153,9	5,6	4,4	28,6	21,8
0,20	4,4	3,9	28,4	29,5	5,2	5,0	50,6	52,6	36,2	35,3	149,5	145,8	4,5	3,9	26,3	20,1
0,25	4,5	3,7	25,6	26,3	4,6	4,9	43,6	47,1	34,8	32,2	140,1	134,4	4,2	3,6	23,4	17,8
0,30	4,3	3,7	23,0	22,6	5,9	5,3	38,8	40,5	34,4	29,8	127,7	120,0	4,1	3,4	20,9	15,5
0,35	4,3	4,2	21,1	19,1	7,6	6,7	33,1	33,6	37,1	29,2	112,7	103,9	4,4	3,5	19,4	13,9
0,40	4,8	4,5	19,5	16,0	8,7	7,6	26,4	28,9	37,8	28,5	95,8	87,3	4,5	3,5	17,5	11,8
0,45	4,9	4,8	16,7	13,6	9,4	8,3	18,8	21,5	37,4	27,9	77,6	72,2	4,5	3,5	14,9	10,8
0,50	5,0	4,9	14,0	12,0	9,6	8,6	17,4	17,3	35,9	27,0	69,1	61,3	4,4	3,4	11,0	9,9
0,55	5,0	4,8	13,8	11,1	9,3	8,6	17,5	16,1	33,3	25,5	71,3	57,2	4,2	3,3	12,8	9,3
0,60	4,9	4,6	12,5	11,1	8,8	8,3	21,6	17,5	29,8	23,5	78,2	60,1	3,9	3,2	10,5	8,8
0,65	4,6	4,2	10,9	12,1	8,1	7,5	23,8	20,8	25,6	20,6	90,4	66,7	3,5	2,8	10,7	8,8
0,70	4,2	3,7	13,5	13,7	7,1	6,6	27,1	24,5	20,7	17,4	97,4	73,5	3,0	2,5	11,7	9,4
0,75	3,3	2,9	17,2	15,6	5,6	5,3	30,0	27,9	15,9	13,6	97,7	77,7	2,3	2,0	13,2	10,6
0,80	2,4	2,2	17,9	16,1	4,1	3,9	30,9	28,8	11,2	9,8	92,8	76,6	1,7	1,5	13,1	10,9
0,85	1,6	1,4	17,3	15,5	2,5	2,4	28,9	27,3	6,6	6,1	80,3	69,4	1,1	0,9	12,1	10,5
0,90	0,8	0,7	14,3	12,8	1,2	1,2	23,3	22,3	3,3	3,0	61,0	54,8	0,5	0,4	9,9	8,8
0,95	0,2	0,1	8,8	7,7	0,3	0,3	13,8	13,3	0,9	0,8	34,3	31,8	0,1	0,1	6,1	5,3
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

веденные в табл. 4 и эпюры, построенные на рис. 3 и 5, свидетельствуют о том, что среднеквадратичная оценка влияния высших форм колебаний и для случая изгибных колебаний бруса постоянного сечения дает приемлемые результаты.

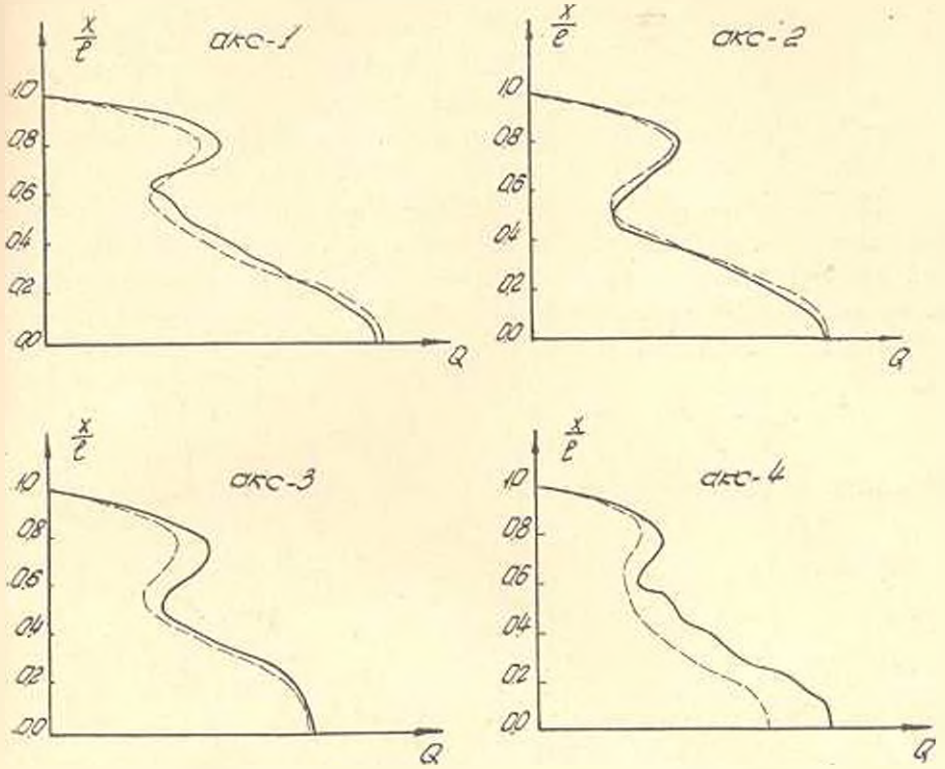

Рис. 4. Эпюры поперечных сил для акселерограмм №№ 1—4 (изгибные колебания).

§ 3. О максимальных скоростях колебания грунта

Результаты исследований, приведенных в сообщениях [1] показали, что воздействие землетрясения на сооружение по своему характеру мало отличается от воздействия отдельного сейсмического удара (импульса). С другой стороны известно, что сейсмический удар характеризуется максимальной скоростью, которую получает основание сооружения [5]. По акселерограмме землетрясения можно вычислить максимальное значение скорости колебания грунта пользуясь следующей формулой:

$$v_{max} = \left[\int_0^t \ddot{y}_0(\xi)\, d\xi \right]_{max} \qquad (3.1)$$

По табулированным значениям функции ускорения $\ddot{y}_0(t)$ на электронной машине по формуле (3.1) для четырех исследуемых акселерограмм были получены значения скорости движений грунта. Максимальные значения $(\ddot{y}_0)_{max}$ и v_{max} приведены в табл. 5.

Таблица 5

Максимальные значения ускорения и скорости движения грунта

Номера акселерограмм	$(\ddot{y}_0)_{max}$ в *см/сек²*	Максимальное значение скорости грунта v_{max} в *см/сек*
1	93	10,98
2	123	17,96
3	242	27,97
4	67	11,52

Кстати отметим, что максимальные значения скорости приведенные в табл. 5 находятся, примерно, в таких соотношениях, в каких находятся максимальные ускорения. Если допустить, что у основания сооружения имеет место сейсмический удар, то для приведенного сейсмического ускорения будем иметь [5,6]:

$$\tau(T, \alpha, t) = \frac{2\pi}{T} v_{max} e^{-\frac{\alpha\pi}{T}t} \sin\frac{2\pi}{T}t. \qquad (3.2)$$

Максимальное значение выражения (3.2) получается при $tg\frac{2\pi}{T}t = \frac{2}{\alpha}$.

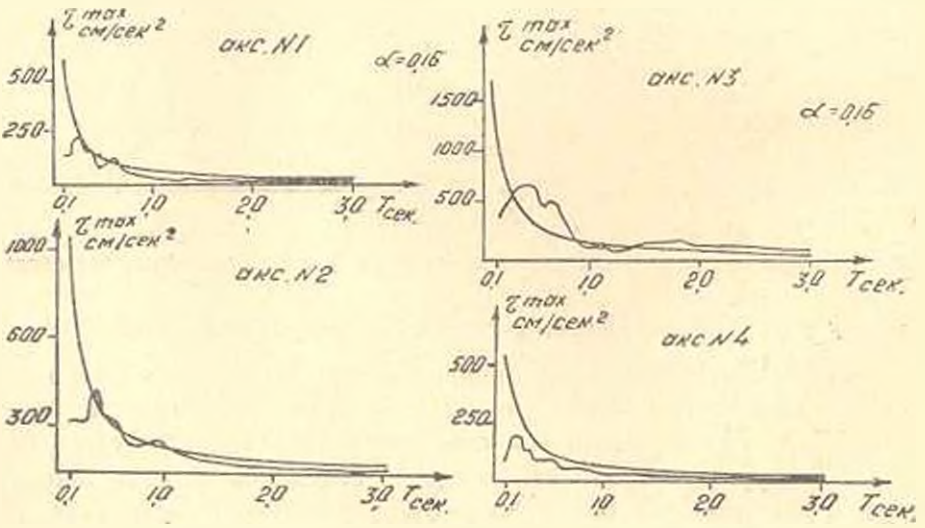

Рис. 5. Спектры ускорений для акселерограмм № 1—№ 4.

В частности,

$$\text{при } \alpha = 0{,}08 \qquad \tau_{max}(T) = 0{,}94\frac{2\pi}{T}v_{max};$$

$$\text{при } \alpha = 0{,}16 \qquad \tau_{max}(T) = 0{,}88\frac{2\pi}{T}v_{max}; \qquad (3.3)$$

$$\text{при } \alpha = 0{,}20 \qquad \tau_{max}(T) = 0{,}85\frac{2\pi}{T}v_{max}.$$

Подставляя в (3.3) максимальные значения скорости v_{max} из табл. 5 и задаваясь различными значениями T, легко получить спектры τ_{max} (T).

На рис. 5 приведены спектры τ_{max} (T), полученные по формулам (3.3) (параболы) и для сравнения действительные спектры, построенные на основе акселерограммы [1a] при $\alpha = 0{,}16$.

Сравнение спектров показывает, что расхождение между ними небольшое, причем как показали вычисления, чем больше затухание, тем меньше расхождение. Поэтому в первом приближении в ряде случаев воздействие землетрясения на сооружение представляется возможным заменить воздействием отдельного сейсмического удара с определенным значением для скорости колебания грунта.

Армянский НИИ строительных
материалов и сооружений Поступило 28.I 63

Է. Ե. ԽԱՉԻՅԱՆ

ՈՒԺԵՂ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ԱԿՍԵԼԵՐՈԳՐԱՄՆԵՐԻ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՍԵՅՍՄԱԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿ

Հաղորդում 3

Ա մ փ ո փ ու մ

Ներկա հաղորդման մեջ բերված են 4 ուժեղ երկրաշարժերի ակսելերոգրամների հիման վրա ստացված տեղափոխությունների սպեկտրները և նրանց առանձնահատկությունները։ Աշխատանքի [1, 3]-ում բերված տվյալներից արված է տատանման բարձր ձևերի մասամբ հաշվառման զանազան մեթոդների վերլուծությունը։ Նշված է, որ այդ մասամբ մեթոդներից առավելագույն ճշտություն տալիս է տատանման բարձր ձևերի միջին քառակուսային հաշվառման մեթոդը։ Հոդվածի վերջում բերված են ակսելերոգրամների հիման վրա հաշված գետնի շարժման մաքսիմալ արագությունների մեծությունները։ Նշված է, որ այդ մեծությունների հիման վրա կառուցված արագությունների սպեկտրալ կորերը մոտավորապես համընկնում են իրական սպեկտրալ կորերի հետ։ Այս եզրակացությունը մի անգամ ևս հաստատում է, որ հավանաբար որոշ դեպքերում կառուցվածքների սեյսմակայունության հաշվարկը ըստ ակսելերոգրամի հիման վրա կարելի է փոխարինել առանձին սեյսմիկ հարվածի ազդեցության հաշվարկով։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хачиян Э. Е.* Расчет сооружений на сейсмостойкость по акселерограммам сильных землетрясений. „Известия АН Армянской ССР" (серия т. н.). а) Сообщение 1, т. XV, № 3, 1962, б) Сообщение 2, т. XV, № 5, 1962.
2. *Медведев С. В.* Инженерная сейсмология. Госстройиздат, М., 1962.

3. *Хачиян Э. Е.* Использование электронных вычислительных машин для расчета сооружений со многими степенями свободы на сейсмостойкость. Бюллетень Совета по сейсмологии АН СССР, № 14, М., 1963.
4. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. СНиП II—А. 12—62.
5. *Назаров А. Г.* Метод инженерного анализа сейсмических сил. Ереван, 1959.
6. *Хачиян Э. Е.* К интерпретации сейсмического спектра и учету влияния высших форм колебаний. „Известия АН Армянской ССР", серия т. п., т. XII, № 3, 1959.