

1. Варданян А. А. Изучение тонкой структуры геомагнитного поля на осадочных породах Армении. Автореферат дисс. на соиск. ученой степени канд. физ.-мат. наук, Тбилиси, 1986.
2. Ершник В. И., Молоствовский Э. А. Палеомагнитный разрез плейстоцена нижнего Поволжья. Изв. АН СССР, серия геологическая. М., 1981, с. 71—86.
3. Невесная Л. А., Трубихин В. М. История Каспийского бассейна и его фауны моллюсков в позднем плиоцене и раннем—плейстоцене. В кн.: Антропология Евразии, Наука, М., 1984, с. 19—27.
4. Петросян Г. И., Варданян А. А. Природа гамигичности осадков Ширакской котловины. Тезисы докладов III Всесоюзный съезд по геомагнетизму, Киев, 1986, с. 317.
5. Петросян Г. И., Постолова Г. А. Экскурсы геомагнитного поля как особый объект изучения. В сб. Трудов симпозиума КАПГ «Магнитостратиграфическая шкала кайнозоя», Болгария, 1988.
6. Сагдян Ю. В. Погребенные почвы Ширакской котловины. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1968, № 1—2, с. 145—158.
7. Wiegand F., Petrova G. N., Pospelova G. A. Magnetostratigraphical scale in the steppe (Geomagnetic field in Quaternary, Potsdam ZIPHE AW DDR, 1989, p. 95—100 (в печати).
8. Pospelova G. A. Excursions of the Geomagnetic field during Brunhes epoch 245—262. Aktuelle probleme der geomagnetischen forschung, Potsdam 1981.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XI.V, № 2. 64—68.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.348.436.03 (479.25)

Р. О. АМАСЯН, Л. А. МАНУКЯН, В. О. ВАРДАНЯН

РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ГОРОДЕ ЛЕНИНАКАНЕ ПРИ СПИТАКСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 0.7.12.1988 ГОДА

Развитие теории сейсмостойкости невозможно без количественной сейсмологической информации в виде сейсмограмм, велосигграмм и акселерограмм, получаемых сейсморегистрирующими приборами. Сказанное в большей мере касается инструментальных записей колебаний почвы при сильных землетрясениях. Спитакское землетрясение, происшедшее 7 декабря 1988 г., несомненно относится к группе сильных землетрясений, разрушительные последствия которого особенно ощутимыми были в городах Спитаке и Ленинакане. Эти города застроены многоэтажными каменными и железобетонными зданиями из конструкций, которые проектировались в последние 10—20 лет и считались сейсмостойкими (!?). Спитакское землетрясение выявило многие недостатки проектирования сейсмостойких зданий, градостроительства, инженерно-сейсмометрической службы, сейсмического районирования и т. д. Так или иначе исследования последствий этого разрушительного землетрясения и детальный анализ полученных данных позволят избежать новых ошибок и повысить надежность проектируемых и строящихся объектов жизнеобеспечения. Наиболее точную информацию для определения сейсмических сил могут дать только инструментальные записи колебаний грунта при сильных землетрясениях. Регистрированные движения почвы являются ценным материалом для сейсмологов и строителей. Остается только сожалеть, что в Ленинакане, да и не только там, записи основного толчка Спитакского землетрясения не были зарегистрированы. Правда, некоторые сейсмометрические станции Ленинакана были оснащены маятниковыми сейсмометрами типа «ИГИС», с помощью которых были получены инструментальные спектры ускорений.

Попробуем, используя эти инструментальные спектры, получить запись ускорения, которая в некотором приближении могла бы заменить истинную акселерограмму движения грунта. Идея метода заключается в следующем [1]. Из группы спектров реакций для одно-массового осциллятора, которые построены по инструментальным записям прошедших землетрясений, выбрать тот спектр, который был бы достаточно близок к инструментальному спектру, полученному с помощью «ИГИС». Или еще точнее, найти спектр, который имеет наименьшее среднеквадратическое отклонение от инструментального спектра. Акселерограмма, соответствующая сравниваемому спектру, и будет той искомой записью, которую можно было бы назвать «истинной» расчетной акселерограммой. Предложенный здесь прием мы осуществляем на выборке из 10-ти акселерограмм 7—9-балльных землетрясений, происшедших в США, Японии и Индии [2]. Величины приведенных сейсмических ускорений для всех землетрясений при декременте затухания $\delta=0,3$, для разных периодов собственных колебаний системы с одной степенью свободы, приведены в таблице и сравниваются с инструментальным спектром. Значение декремента затухания для «ИГИС» принято в соответствии с дополнительной проверкой демпферных свойств маятников прибора и равно 0,28. Анализ данных таблицы показывает, что спектр землетрясения № 4 достаточно близок к инструментальному спектру. Это подтверждается тем, что для

Таблица 1

Таблица значений приведенных сейсмических ускорений (см/с²)

T (с)	Инстр. спектр	Номера землетрясений									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.05	510	637	270	430	270	269	537	468	480	311	351
0.10	420	536	359	438	299	259	465	475	550	350	517
0.15	330	558	418	453	318	269	681	476	586	489	489
0.20	405	472	594	395	363	294	735	1051	567	501	710
0.25	708	617	743	592	469	278	736	566	735	526	695
0.30	490	768	616	595	414	310	1123	261	781	650	825
0.40	220	933	607	764	427	375	702	168	1075	1024	638
0.60	740	514	553	667	828	495	555	126	1365	428	788
0.80	390	387	319	619	551	688	278	55	910	168	589
1.00	310	311	145	500	427	728	198	33	114	98	506
Среднее квадр. отклонение		267	188	210	156	260	304	330	400	314	230

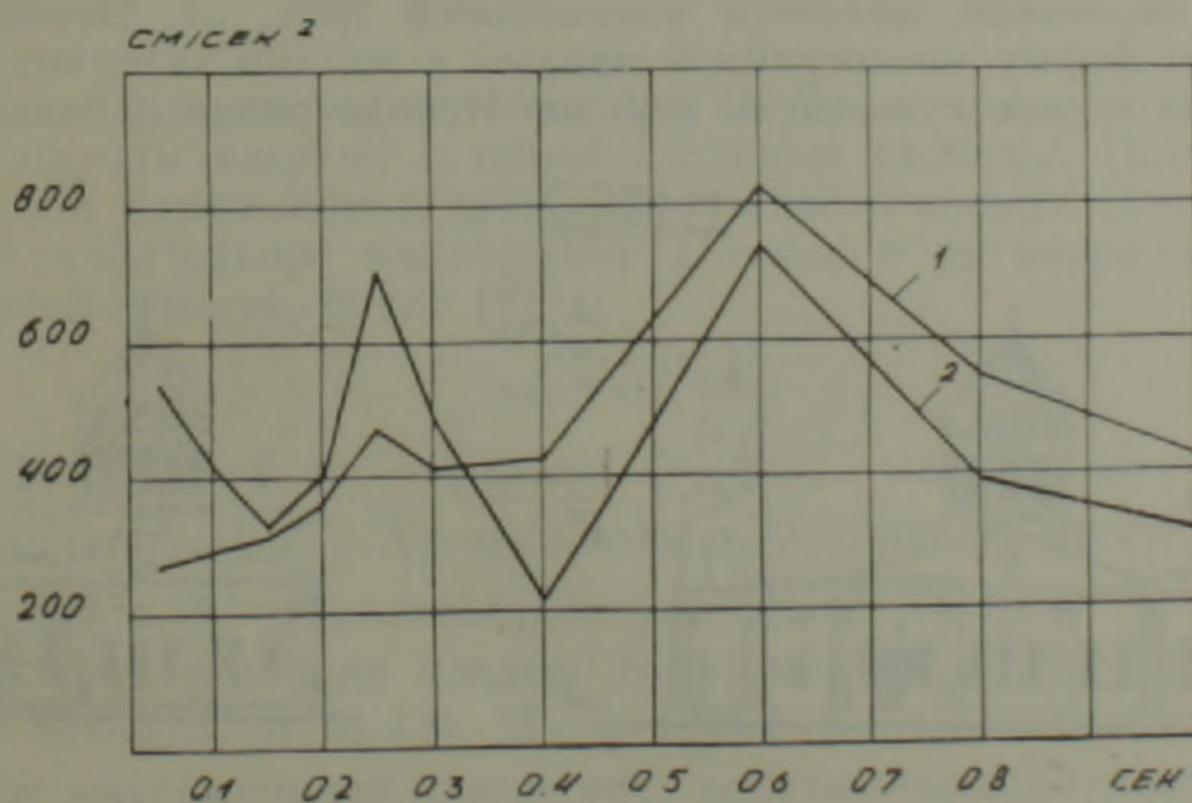


Рис. 1. Спектры ускорения. 1—Matsushiro при $\delta=0,3$; 2—инструментальный спектр, полученный с помощью сейсмометра «ИГИС» (г. Ленинкап. 7 декабря, 1988 г., пункт регистрации ул. Спандаряна, д. 24).

этого землетрясения среднеквадратическое отклонение является наименьшим. Следовательно, акселерограмму землетрясения № 4 можем рассматривать как расчетную акселерограмму для территории города Ленинакана. Номером 4 мы обозначили компоненту С—Ю Японского землетрясения Matsushiro, происшедшего 20.05.66 г., с максимальной амплитудой ускорения 360 см/с^2 , которое классифицируется как 9-балльное землетрясение [2]. На рис. 1 показаны инструментальный спектр и спектр землетрясения Matsushiro, а на рис. 2 показана акселерограмма этого землетрясения, принимаемая в качестве расчетной.

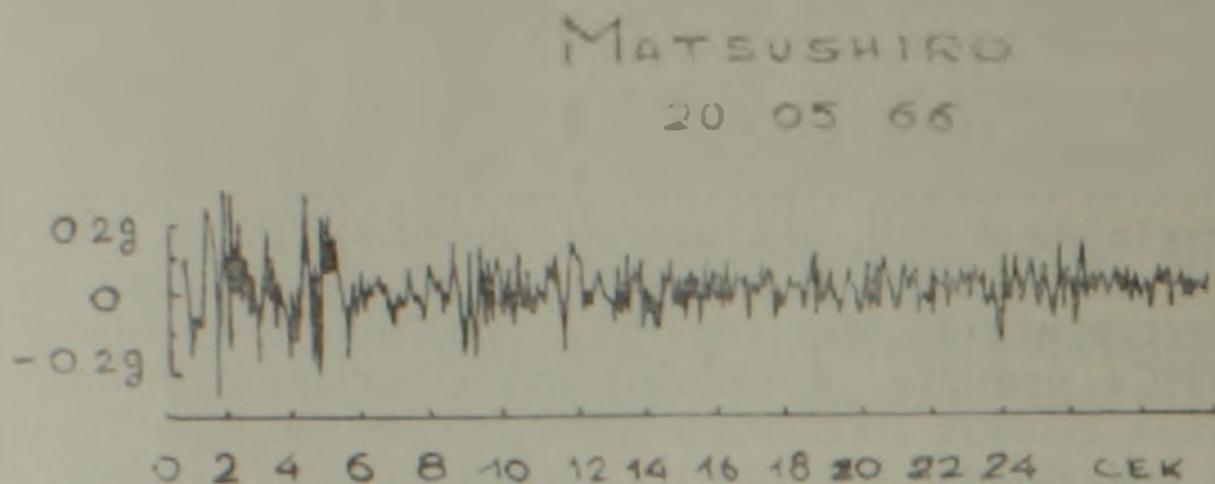


Рис. 2. Расчетная акселерограмма для г. Ленинакана.

Приведенная группа «акселерограмма-спектр ускорения» — разрозненная, генетически между собой не связана. Поэтому группу мы не можем рассматривать как ансамбль, связанный единством содержания. В принципе мы могли бы взять другую группу «акселерограмма-спектр» и делать с ней вышеприведенную процедуру. Конечно, желательно было бы располагать информацией, в частности акселерограммами, полученными в идентичных с северо-западной частью Армении, где находится Ленинакан, сейсмоструктурными, инженерно-геологическими особенностями, что несомненно повысило бы правдоподобность выбранной расчетной акселерограммы. К сожалению, такое уточнение недоступно в современных условиях.

Опишем теперь метод определения максимальной амплитуды ускорения грунта, используя макросейсмические данные, полученные при обследовании церкви «Сурб Аствацацин», которая находится в центральной части Ленинакана. Церковь построена в XIX веке. Она имеет четыре купола, большой из которых находится в центре, а один из трех маленьких является колокольной (рис. 3). Основания куполов имеют форму многогранной призмы и жестко заделаны в нижнюю массивную и жесткую часть церкви. Использованный материал — чер-



Рис. 3. Церковь «Сурб Аствацацин». Пунктиром показаны те части церкви, которые разрушились во время Спитакского землетрясения 07.12.68 г.

ный туф и известковый раствор. Тип кладки—«мидис». Церковь пострадала от землетрясения, особенно сильно повреждены три маленьких купола. Специфичность разрушений этих частей церкви в том, что купола оторвались от своих оснований и опрокинулись, при этом кроме колокольни остальные оторванные части остались целыми.

Сформулируем ту задачу, которую хотим решить. Определить те сдвигающие усилия, возникающие при сейсмическом воздействии, которые могли бы оторвать купол от здания церкви. Для вычислений примем следующую расчетную схему: консольный стержень, защемленный в основании, со ступенчато изменяющейся жесткостью c_1 и c_2 и сосредоточенной массой m на конце консоли (рис. 4а). Так как

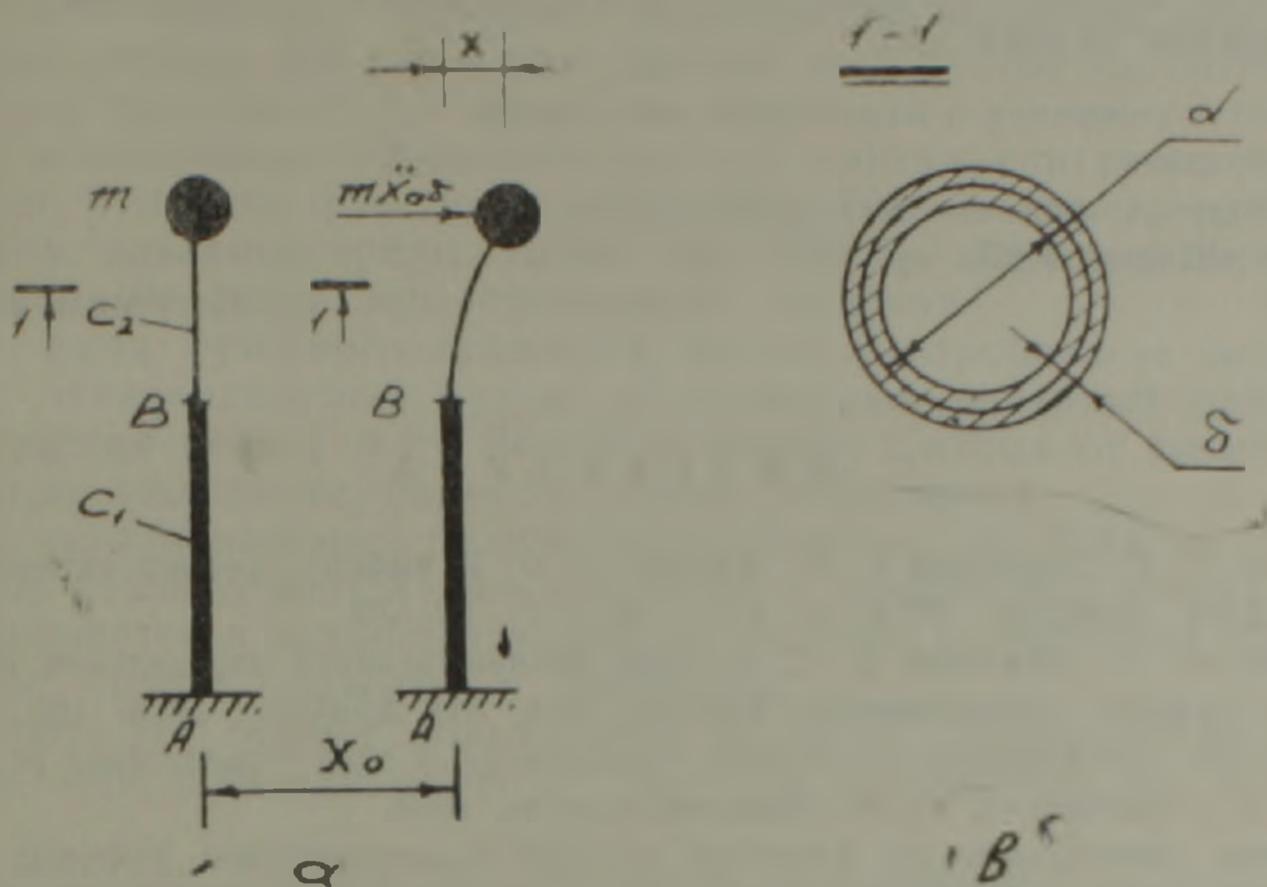


Рис. 4. Расчетная схема перкви «Сурб Аствацацин».

нижняя часть церкви очень жесткая, примем что $c_1 \rightarrow \infty$, при таком допущении импульсная переходная функция между точками А и В стремится к дельта-функции Дирака, т. е. $h(t) \rightarrow \delta(t)$, а это означает, что точка В повторяет движение точки А основания:

$$\ddot{X}_B(t) = \int_0^t \ddot{X}_A(\tau) h(t - \tau) d\tau \approx \ddot{X}_A(t).$$

Здесь \ddot{X}_A , \ddot{X}_B — ускорения точек А и В. После этих упрощений, фактически получим систему с одной степенью свободы. Поперечное сечение купола принимаем в виде тонкостенного кольца (рис. 4б). Максимальное касательное напряжение в сечении от инерционной силы, приложенной к массе, будет [3]:

$$\tau_{\max} = 2Q/\pi d \delta,$$

где смысл d , δ ясен из чертежа, $Q = m \ddot{X}_{\text{аб}}$ — инерционная сила, m — масса купола, $\ddot{X}_{\text{аб}} = \ddot{X}_0 + \ddot{X}$ — абсолютное ускорение массы m , \ddot{X}_0 — ускорение грунта, \ddot{X} — относительное ускорение массы.

Расчетное сопротивление кладки типа «мидис» к срезу для раствора марки 10, $R = 0.07$ МПа [4]. Из условия $\tau_{\max} \approx R$ можем определить возможное максимальное ускорение, действующее на массу m :

$$\ddot{X}_{\text{аб}} = 0.5\pi R d \delta / m.$$

Подставляя значения $m = 10,4$ кгс²/см, $\delta = 45$ см, $d = 185$ см, получим $\ddot{X}_{\text{аб}} = 880$ см/с². Это абсолютное ускорение массы m . Попробуем най-

ти максимальное ускорение основания $\ddot{X}_{\text{отвх}}$. В литературе, посвященной сейсмостойкому строительству, имеются данные, которые показывают, что для жестких зданий с периодом свободных колебаний $T < 0,4$ с, а церковь «Сурб Аствацацин» несомненно является именно такой, отношение $X_{\text{отвх}}/\ddot{X}_{\text{отвх}} = 3$ [5]. Используя это отношение, для максимального ускорения основания церкви получим:

$$\ddot{X}_{\text{отвх}} = X_{\text{отвх}}/3 \approx 290 \text{ см/с}^2.$$

Это значение, по всей вероятности, несколько завышено, т. е. не учтены вертикальная компонента сейсмического воздействия, микроповреждения церкви от прошлых землетрясений и, конечно, естественное старение здания.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армении.
Институт Армпроект Реставрация,
отдел «Ширак» ГАП.

Поступила 29.VIII.1989

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров А. Г., Дарбинян С. С., Амасян Р. О. К выбору средней акселерограммы. — ДАН АрмССР, 1973, т. LVI, № 1, с. 22—26.
2. Назаров А. Г., Дарбинян С. С. Основы количественного определения интенсивности сильных землетрясений. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, 166 с.
3. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Под ред. Биргера Н. А. и Пановко Я. Г. М.: Машиностроение, 1968.
4. Стеновые конструкции из камечной кладки с применением туфопых и других строительных камней месторождений Армении. Нормы проектирования и правила производства работ. Ереван: АрмНИИСА, 1987, 46 с.
5. Хачьян Э. Е. Сейсмические воздействия на высотные здания. Ереван, 1973, 328 с.

Известия АН Армении. Науки о Земле, 1992, XI.V, № 2, 68—73.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.348.098

И. Н. КАЗАРОВ

О ВЕРОЯТНОМ МЕХАНИЗМЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ*

Из некоторых работ следует, что внутреннее и внешнее ядра Земли имеют вынужденные относительно мантии перемещения и даже вращения, превосходящие по числу оборотов мантию [1, 5]. По расчетам Казарова [5] предполагается, что координаты центра тяжести Земли относительно мантии переменные и зависят от солнечно-земных и лунно-земных связей, а также суточного вращения. Указанные связи приводят к перенапряжениям и деформациям в мантии, образованию трещин в ней и землетрясениям.

По нашему мнению, ряд важных явлений и фактов, которые пока не имеют четкого научного объяснения, можно связать именно с вышеуказанными причинами. К числу таких явлений и фактов относятся: наличие крупных разломов на дне океанов и материков, глубоководные желобы, скачкообразное (нерегулярное) изменение скорости вращения Земли порядка 0,004 секунды в сутки [3] и др.

* Печатается в порядке дискуссии. (Прим. редколлегии).