

АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В ТУРЦИИ
24 НОЯБРЯ 1976 ГОДА

24 ноября 1976 года в Турции произошло разрушительное землетрясение, в результате которого город Мурадие и около двухсот турецких деревень в районе озера Ван оказались почти полностью разрушенными. Землетрясение имело магнитуду 7,6 с координатами эпицентра $\varphi = 39,8^\circ$, $\lambda = 44^\circ$. Это землетрясение охватило большую часть территории Армянской ССР. В городе Ленинакане оно ощущалось силой 5—6 баллов (по шкале MSK—64). Эпицентральное расстояние от Ленинакана равно около 200 км. Все жители города почувствовали это землетрясение. Люди, живущие в многоэтажных домах, ощутили значительные колебания и чувство страха.

Нами произведено детальное обследование ряда зданий. В результате землетрясения частично пострадали несущие стены, перегородки высотных зданий, а старые каменные дома заметных повреждений не имели. Повреждения в высотных домах заключались не только в увеличении ранее имевшихся трещин, но и в появлении новых на участках стен и простенков. Значительные трещины возникли в 12-этажном здании турбазы по ул. Саркисяна и в 10-этажном жилом доме по ул. Ширакаци, где после землетрясения были произведены восстановительные работы. При обследовании обнаружены косые и горизонтальные трещины, в основном в самонесущих элементах [3].

Главной причиной образования трещин в здании турбазы является неравномерный осадок грунта. В некоторых местах размер осадка доходил до 10—15 см. Эти осадки были причиной образования горизонтальных и косых трещин в несущих элементах. В хозяйственном одноэтажном корпусе перегородки сдвинулись относительно несущих стен и на них образовались сквозные трещины. На полу этого корпуса появились трещины, а в некоторых местах территории турбазы — оползни.

Осадки грунта под главным корпусом также неравномерны. Под северо-западной стеной они больше, чем у остальных стен.

Кроме здания турбазы преимущественное повреждение верхних этажей наблюдается в 10-этажном доме по ул. Ширакаци. В самонесущих элементах появились горизонтальные и косые трещины. Основной причиной образования трещин в этом здании является низкое качество строительных работ.

На основании обследований, проведенных нами, интенсивность землетрясения в г. Ленинакане в целом была установлена в 5 баллов, а в районе турбазы она оценивается в 6 баллов.

Величина интенсивности землетрясения в 6 баллов, полученная в результате макросейсмического анализа повреждений указанных выше высотных зданий, оказалась завышенной на одну ступень ввиду неблагоприятных грунтовых условий (здание турбазы) и низкого качества строительных работ, особенно в заполняющих элементах (10-этажный жилой дом).

Это землетрясение было также зарегистрировано станциями инженерно-сейсмометрической службы г. Ленинакана. Получены качественные сейсмограммы с помощью сейсмометров ВЭГИК и С-5-С. Скорость регистрации землетрясений на записях равна 5 см/сек [2].

Здесь мы попытаемся дать оценку сейсмического воздействия на здания и сооружения указанного землетрясения по спектрам приведенных сейсмических ускорений (по спектрам реакции).

Для определения воздействия на здания, а также для установления интенсивности данного землетрясения количественными методами были вычислены спектры приведенных сейсмических ускорений $\tau(T, \alpha)$ при разных значениях коэффициента затухания α . Часть сейсмограммы, полученная сейсмометром ВЭГИК на станции № 1, изображена на рис. 1.

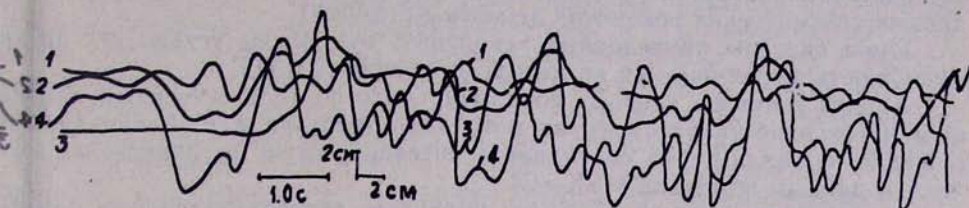


Рис. 1. Часть сейсмограммы, полученной с помощью сейсмометра ВЭГИК на станции ИСС № 1 в Ленинакане.

- 1—на чердаке в поперечном направлении;
- 2—на чердаке в продольном направлении;
- 3—в подвале в продольном направлении;
- 4—в подвале в поперечном направлении

Сейсмограммы табулированы с шагом 0,048 сек. С помощью ЭВМ осуществляли интегрирование дифференциального уравнения:

$$x'' + \frac{2\pi}{T} \alpha x' + \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 x = -x_0''(t). \quad (1)$$

После решения уравнения (1) определяли ускорение $\tau_{\max}(T, \alpha) = (2\pi/T)^2 x_{\max}$ при разных значениях периода собственных колебаний системы T . Вычисления производили для коэффициента затухания $\alpha = 0; 0,04; 0,1; 0,16; 0,2$ и для 16 значений периода собственных колебаний в интервале 0,05—3,0 сек.

Полученные спектры $\tau(T, \alpha)$ для одной сейсмограммы показаны на рис. 2. Основные пики на спектрах получены при периоде $T = 0,1$ —0,15 сек.

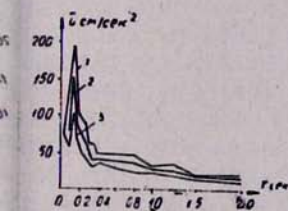


Рис. 2. Спектр приведенных сейсмических ускорений.

—при $\alpha = 0,04$; 2—при $\alpha = 0,1$; 3—при $\alpha = 0,2$

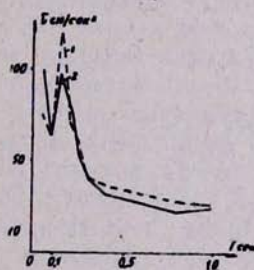


Рис. 3. Спектры приведенных сейсмических ускорений при $\alpha = 0,16$.

1—вычисленные по сейсмограмме;
2—записанные многоаэтиновым сейсмометром типа ИГИС

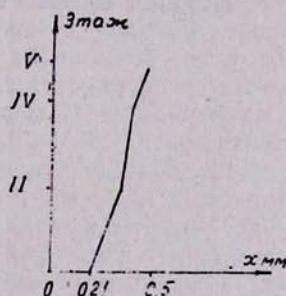


Рис. 4. Изменение максимальных перемещений по высоте здания

Землетрясение было зарегистрировано также с помощью многомаятникового сейсмометра «ИГИС-1». На рис. 3 сопоставлены спектры $\tau(T, \alpha)$, полученные обработкой сейсмограммы и ИГИСом. Анализ показывает, что эти два спектра достаточно близки друг к другу. Это говорит о том, что с помощью многомаятниковых сейсмометров с достаточной точностью можно инструментально получить спектры приведенных сейсмических ускорений (спектры реакций).

Имея спектры приведенных ускорений, мы можем установить интенсивность землетрясения по методу, описанному в [1].

Анализ спектров (рис. 2) показывает, что по количественным данным интенсивность рассматриваемого землетрясения в г. Ленинакане равна 5—6 баллам, что совпадает с интенсивностью по макросейсмическим данным по шкале MSK—64.

С помощью станций ИСС мы получаем экспериментальные данные об изменении действительных значений сейсмических сил и деформаций по высоте здания при землетрясении.

Станцией ИСС № 1, которая представляет собой пятиэтажное здание, были получены сейсмограммы в подвале, на втором и четвертом этажах, а также на чердаке. Изменение максимальных перемещений по высоте здания показано на рис. 4. Из рисунка видно, что перемещение на чердаке (в поперечном направлении) в 2,4 раза больше по сравнению с перемещением, полученным в подвале.

ИГИС АН Армянской ССР

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров А. Г., Дарбинян С. С. Основы количественного определения интенсивности сильных землетрясений. Изд. АН АрмССР, 1974.
2. Дарбинян С. С., Мхитарян Л. А. Анализ воздействия на здания и сооружения землетрясения в Турции 24 ноября 1976 года. Реферативная информация. Серия XIV, вып. 6, М., 1978.
3. Мхитарян Л. А., Пирюзян С. А., Тоноян К. А. Результаты макросейсмического обследования зданий города Ленинакана при турецком землетрясении 24 ноября 1976 года. Материалы республиканской конференции молодых геофизиков, посвященной 60-летию Великого Октября, Ленинакан, 1977.