

Т. О. БАБАЯН

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ  
ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 ДЕКАБРЯ 1988 г.  
НА ТЕРРИТОРИИ гор. ЛЕНИНАКАНА

Землетрясение 7 декабря 1988 года выявило множество закономерностей и особенностей, недостатки в некоторых инструкциях, изменило наши представления о некоторых проявлениях. Исследование и учет их необходимы во избежание трагических последствий разрушительных землетрясений на территории города, находящегося в зоне высокой сейсмоопасности.

Насколько детально бы не были изучены последствия землетрясения 1926 года, вполне ясно, что исследование последствий землетрясения седьмого декабря должно быть выполнено на новом научно-техническом уровне.

В настоящей статье нами сделана попытка обобщить результаты наших исследований и наблюдений на данном этапе их изучения с учетом вышеотмеченных замечаний.

Шкала MSK—64 не всегда дает возможность определить достаточно объективную величину балльности. Приведем несколько замечаний по этому поводу.

В небольших населенных пунктах обычно не проводятся инженерно-геологические изыскания, и при их макросейсмическом обследовании часто учитываются только видимые повреждения зданий и сооружений, без учета грунтов, на которых фундаменты они. Но ведь, например, если населенный пункт расположен на скалах достаточной мощности, то ясно, что исходный балл (на исходных грунтах) будет на один порядок больше, чем здесь визуально определен по повреждениям.

На территории города Ленинакана в большей степени пострадали пяти- и более этажные здания, возведенные в основном с антисейсмическими мероприятиями и не классифицированные в MSK—64, поэтому определить балльность по шкале очень трудно [4]. Этот недостаток шкалы MSK—64 должен быть восполнен, т. к. мы имеем множество примеров (в данном случае, Газли и т. д.), когда в сейсмически менее активной зоне возникают землетрясения сильнее, разрушительнее, между тем, здесь уже были построены здания и сооружения с меньшей сейсмостойкостью. Следовательно, в шкалу сейсмической интенсивности необходимо включить и отмеченные типы зданий и сооружений, возведенные с антисейсмическими мероприятиями.

Шкала не дает возможности определить степень повреждения зданий в зависимости от сочетания параметров этих зданий и колебаний грунтов от землетрясения. Одной из вероятных причин сильных повреждений и разрушений сравнительно гибких зданий (рис. 1) и сооружений надо считать преобладание длиннопериодных волн от землетрясения в грунтах, почти совпадающих или близких с периодами колебаний этих зданий (эпицентральное расстояние около тридцати километров).

Между тем малоэтажные, сравнительно жесткие, даже не качественные дома, часто на том же грунте, рядом, пострадали меньше, что, конечно, в данном случае не должно привести к занижению балльности. Город Ленинакан находится в зоне Ахурянского тектонического нарушения, и близкие очаги, генерируя высокочастотные колебания, как это было в 1926 году, разрушают, на этот раз малоэтажные здания



Рис. 1. Все, что осталось от девятиэтажного здания.

В рекомендациях [3] основное внимание при исследовании сейсмических свойств грунтов уделяется верхней части геологического разреза, до глубины 20 метров. Землетрясение седьмого декабря показало, что для территории района города Лениакана такой подход далеко не соответствует истинной картине возможного проявления сейсмичности. Основную роль здесь сыграли мощные (до 350 м), высокопластичные озерные глины, которые не послужили демпфером, поглощающим сейсмические колебания, а наоборот, усилили интенсивность и увеличили продолжительность колебаний, как это видно, например, на рис. 2, где приведены акселерограммы (составляющие В—З) афтершока 31 декабря 1988 года, эпицентр которого находился на расстоянии около 13 км от с. Кети, расположенного на андезито-базальтах (рис. 2), и 15 км от гор. Лениакана.

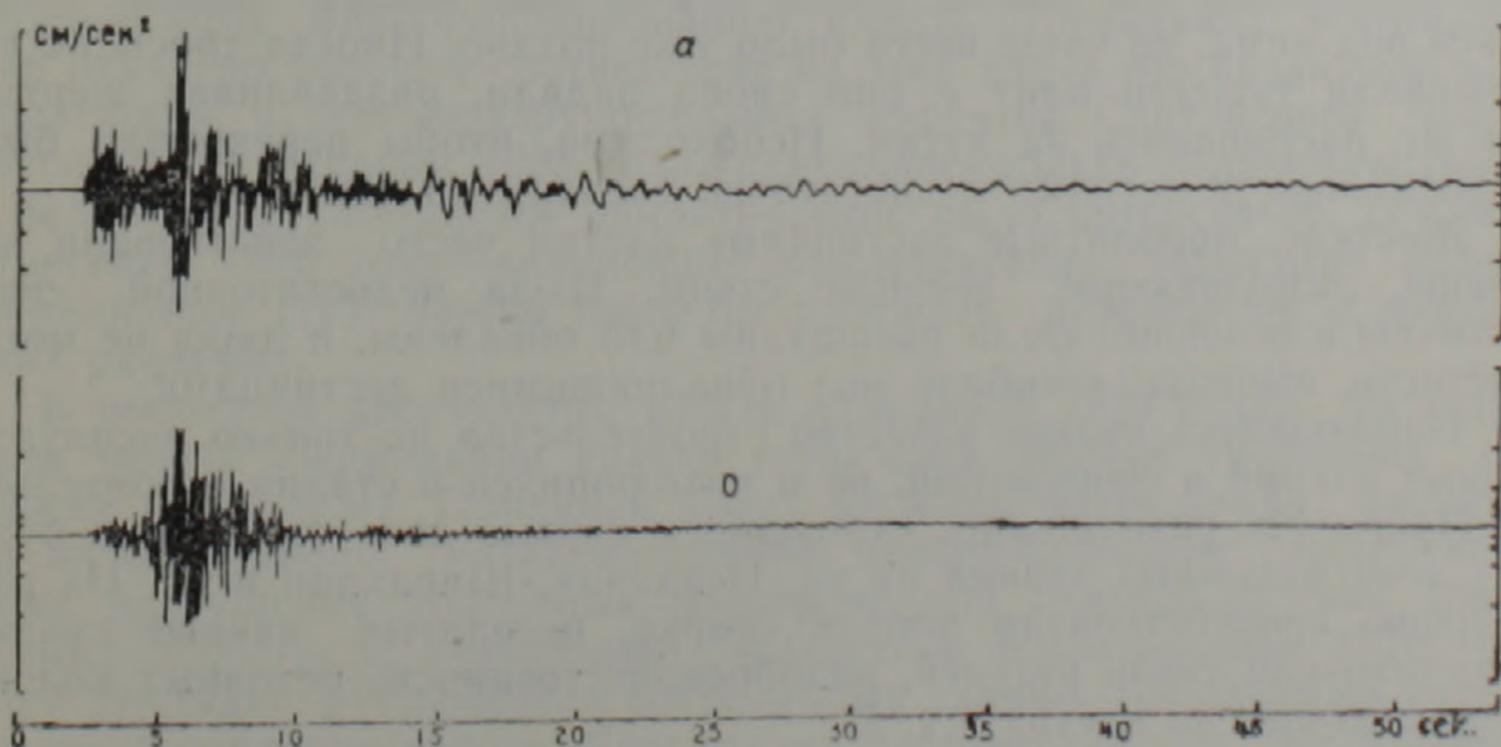


Рис. 2. Акселерограммы афтершока 31 декабря 1988 года: а) запись на северной части г. Лениакана, б) запись на андезито-базальтах.

Интересно, что даже на расстоянии около 200 км от эпицентра землетрясения 24 ноября 1976 года в районе озера Ван, в гор. Леникане оно ощущалось с интенсивностью 5—6 баллов [2], причем также пострадали многоэтажные (особенно 10—12-этажные) здания.

Наряду с отмеченными необходимо учесть и другие, не менее важные, причины разрушений высотных зданий, одним из которых является их конструкция. Ведь полностью сохранились (повреждения первой степени) все девятиэтажные крупнопанельные (более жесткие) здания в микрорайоне Вардбах, когда железобетонные каркасно-панельные или полностью разрушились (пятая степень), или получили повреждения четвертой степени, хотя они все были фундаментированы на туфах (вследствие сравнительно благоприятных условий фундаментирования—туфы, здесь больше всего сохранились здания, получившие повреждения четвертой степени, по сравнению с другими районами города). В железобетонных каркасно-панельных зданиях железобетонные колонны, имеющие одинаковые размеры (45×45 см) поперечного сечения по всей высоте здания, при динамическом воздействии не смогли вынести нагрузку верхних этажей и или разрушились полностью, или остались верхние деформированные 3—4 этажа на куче полностью разрушенных нижних этажей, или же колонны первых этажей, деформируясь, как бы выпучивались наружу. Следовательно, необходимо исключить строительство определенного типа сейсмостойких зданий не оправдавших себя, а при включении в шкалу балльности зданий различной конструкции, имеющих необходимую сейсмостойкость, нужно выделить их как отдельные типы.

При проектировании зданий в сейсмических районах немаловажное значение имеет их форма. Здания, квадратные в плане, сравнительно лучше перенесли землетрясение, между тем протяженные, в частности девятиэтажные, если даже частично сохранились, то были разрушены их центральные или боковые части, или же были сильно деформированы и как бы остыли в определенной форме колебания.

При обследовании квартир, школ и детских садов, где выпали перегородки, пришли к выводу, что перегородочные плиты следует собирать через арматуру и закреплять, ведь не пострадали деревянные закрепленные перегородки в старых каменных зданиях.

Большое количество жертв осталось под обвалившимися тяжелыми бетонными плитами перекрытий, а деревянные перекрытия домов типа Б очень редко пострадали. Спасательные работы были сильно затруднены из-за тяжести этих массивных плит. Прибывшие с большим опозданием подъемные краны с грузом и огромной тратой времени поднимали эти плиты, чтобы спасти еще живых людей, оставшихся под ними, но чаще всего было уже поздно. Иногда тросы не выдерживали тяжести плит и они снова падали, раздавливая жертвы, или же рассыпались на куски. Необходимо, чтобы перекрытия были по возможности легкими и достаточно связаны со стенами.

Жесткие, монолитные лестничные клетки часто действовали как тараны, разрушающие несущие стены. Из-за недостаточной связи лестницы в основном были распатаны или обвалены, и люди не могли спастись, выбегая, погибали под обвалившимися лестницами.

Наблюдалось низкое качество строительства не только эксплуатируемых зданий и сооружений, но и находящихся в стадии строительства. Например, разрушились строящиеся первые два—три этажа будущих девятиэтажных зданий на ул. Исаякяна, Ширакани и др. Их разрушению способствовали плохая сварка, незалитые ваннные сварки, недостаточная связь ригелей, недоброкачество бетонных колонн, изготовленных на местах и т. д.

На территории мясокомбината, выделенной нами (на карте сейсмического микрорайонирования) как самый благоприятный участок, железобетонные каркасные, с большими пролетами и др. сооружения, це-

ха получили повреждения лишь первой второй степени. Между тем, подобные же сооружения на территории завода Строймаш (двухэтажное административное здание завода хорошо сохранилось), по всей вероятности, построенные на стыке зон, с различным инженерно-геологическим строением, характеризующихся различными параметрами колебаний, получили повреждения четвертой-пятой степени.



Рис. 3. Деформация здания центрального универсама, построенного в зоне исключаемой для строительства.

Неправильная планировка, расположение зданий сыграли свою отрицательную роль во многих случаях. Ведь центральный универсам, где погибли сотни людей (рис. 3), запрещалось строить на участке, исключаемом для строительства (водонасыщенные, рыхлые пески). Или же довольно качественное здание школы № 16, разрушилось из-за того, что оно было фундаментовано на различных грунтах (туфы и суглинисто-супесчаные). При соблюдении указаний и рекомендаций по сейсмическому микрорайонированию города Лениакана (специалистами отмечено хорошее соответствие на этой карте зон различной сейсмоопасности и сейсморазрушительных эффектов Спитакского землетрясения 7-го декабря 1988 года, изменилась только величина исходного балла, т. к. Спитакское землетрясение было интенсивнее, чем землетрясение 1926 года—сильнейшее землетрясение, пережитое прежде Лениаканом [1]), можно было бы избежать разрушений и жертв в таких размерах.

В последние десятилетия (после изысканий 1963 года) на территории города Лениакана сильно повысился уровень грунтовых вод (иногда на 5—6 м). Причиной этому служили интенсивная фильтрация из Ширканала, неупорядоченное, ненормированное орошение, а также разрушения подземных водопроводных галерей-лагумов (построенных задолго до революции), вследствие землетрясения 1926 года и при закладке фундаментов современных зданий. Необходимо учесть, что восстановление города Лениакана невозможно без восстановления отмеченной системы лагумов. Необходимо также дать прогнозную оценку сейсмических высокопористых глин и суглинков в сухом и влажном состоянии.

При проектировании новых зданий необходимо пересмотреть от-

меченные звездочкой зоны города (менее благоприятные при данной интенсивности) в сторону его повышения, (как предполагалось) учитывая и изменение величины исходного балла после землетрясения 7-го декабря 1988 года.

Все сказанное выше не может отрицать тот факт, что землетрясение 7-го декабря было разрушительным для города Ленинакана.

Сейсмическая волна по своему фронту распространения неоднородна как вследствие простирания и неоднородности геолого-тектонических структур, направления от очага, границ преломления, отражения, сейсмических волн на своем пути, и угла их выхода, так и неоднородности и параметров собственных колебаний грунтов оснований и сооружений и т. д. Совокупность этих факторов приводила нередко к тому, что стоящие рядом, даже на одних и тех грунтово-гидрогеологических условиях доброкачественные сооружения разрушались, как, например, была разрушена церковь Аменапркич на Площади Майского восстания (рис. 4) (во время землетрясения 1926 года здесь появилась только одна трещина—армянские церкви разрушаются лишь при 10 и более баллах), а аварийное, некачественное сохранилось рядом, получив второй—третьей степени повреждения, или одно из совершенно однотипных сооружений, стоящих рядом, было разрушено, а другое—получило умеренные повреждения.



Рис. 4. Разрушенная 7-го декабря церковь Аменапркич, сохранившаяся после землетрясения 1926 года.

По нашим наблюдениям и рассказам очевидцев, здания были разрушены когда горизонтальным колебаниям последовали вертикальные сильные толчки. На кладбищах одетые и укрепленные на семисантиметровых вертикальных шпильках надгробные плиты вылетели из этих шпилек, упали, разбились. Имели место также сильные крутильные колебания, которые людей, упавших на землю, крутя волокли несколько метров, не давая подняться на ноги. Многочисленные наблюдения над фактами поворотов различных частей сооружений, надгробных плит и памятников еще раз подтверждают это. Подобные колебания почвы были характерны также для землетрясения 1926 года [1]. Все это говорит о том, что при любой жесткости, при любом конструктивном решении зданий необходимо учитывать не только горизонтальные, но и вертикальные и крутильные колебания.

### Выводы

1. Так как город Лениканан может подвергаться разрушительному воздействию и близких, и далеких очагов землетрясений, как это показывают факты, необходимо очень осторожно и обоснованно подойти к выбору типа и конструкции зданий, которые будут построены. Они должны выдержать и высокочастотные, и низкочастотные, и горизонтальные, и вертикальные и крутильные колебания. Необходимо особое внимание обратить на форму зданий, легкость и надежное укрепление перекрытий, лестничных клеток, перегородок.

2. Необходимо строго соблюдать указания и рекомендации по сейсмическому микрорайонированию, исключая из-под строительства неблагоприятные участки, в том числе и границы различных инженерно-геологических зон.

3. Проявление сейсмической интенсивности в грунтах, слагающих город Лениканан, обусловлено в основном не верхней 20-метровой частью инженерно-геологического разреза, а резонансными свойствами всего комплекса, представленного озерными, речными образованиями и туфами небольшой мощности.

Институт геофизики и  
инженерной сейсмологии  
АН АрмССР

Поступила 27.IV.1989.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаян Т. О. О зоне Ахурянского сейсмогенного тектонического нарушения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, № 5.
2. Результаты макросейсмического обследования зданий города Лениканана при Турецком землетрясении 24-го ноября 1976 г. Мат. Респ. конференции мол. геофизиков, посв. 60-летию Великого Октября. Лениканан, 1977.
3. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию при инженерных изысканиях для строительства. М., 1985.
4. Строительство в сейсмических районах СНиП П 7-81, М., 1982.