

Т. О. БАБАЯН

## ПОВТОРНОЕ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 1926 г. НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЛЕНИНАКАНА

Ленинаканское землетрясение 1926 г. произошло 22 октября и состояло из трех толчков. Первый, сравнительно слабый толчок, силой в 4—5 баллов ощущался в 16 час. 4 мин. по грин. времени. Второй толчок силой в 7—8 баллов произошел через 40 мин. Третий, главный, толчок ощущался в 19 час. 59 мин. и имел максимальную интенсивность в 8—9 баллов [2,3].

За этими толчками последовали многочисленные афтершоки, действовавшие до января 1972 года.

Эпицентр этого землетрясения мигрировал в север-северо-восточном направлении и находился соответственно у населенных пунктов Ширакаван, Норабер и где-то между селами Гетк и Баяндур при третьем толчке.

В 1972 г. автор проводил макросейсмическое обследование в 28 населенных пунктах, расположенных в эпицентральной области и примыкающих к ней районам, а также в г. Ленинакане\*. В настоящей работе приведены только результаты обследований по городу.

В городе были обследованы 240 зданий, претерпевших землетрясение 1926 г. Часть их до сих пор носила следы сейсмических воздействий. При обследованиях были опрошены старожилы. Использован имеющийся литературный материал, а также фондовые материалы [1, 3, 4, 5]. При оценке типов и степени поврежденности зданий в основу была взята шкала MSK-64.

В 1926 г. в городе были, в основном, одно-двухэтажные здания. Часто встречались одноэтажные дома с полуподвальным этажом, было всего несколько трехэтажных домов.

Полную количественную характеристику повреждений, конечно, невозможно было дать, так как после землетрясения многие здания или отдельные их части были перестроены, во многих был произведен капитальный ремонт. В тех зданиях, где не был произведен ремонт после землетрясения 1926 г., трещины в стенах расширились, потолки осели и т. д.

Инженерный анализ материалов обследования зданий показал, что, несмотря на имеющиеся некоторые различия в конструкциях, они имеют много общего.

1. Все здания (даже со сложным планом) построены без каких-либо антисейсмических мероприятий.

2. Материалом для кладки стен служил с лицевой стороны гладкотесаный черный, иногда красный туф. Камни большей частью встречаются высотой 35 см и длиной 40—60 см.

\* Автор выражает глубокую признательность Л. В. Шахсуваряну за консультацию при обследовании зданий.

### 3. Тип кладки системы «мидис».

4. Перекрытия и полы во всех домах деревянные (в отдельных случаях полы первых этажей были сложены плитами из тесаного туфа).
  5. Перекрытия подвалов в основном сводчатые, из каменной (туф) кладки, редко деревянные. Полы подвалов в основном сложены из каменных плит.
  6. Редкие здания имели скатную крышу, большей частью она плоская земляная. Толщина уплотненного слоя земли на крыше доходила до 0,5—1,0 м.
  7. Толщина стен в основном 70—75 см (в некоторых случаях 90—100 см). Толщина стен подвалов доходит до 120—150 см.
  8. Комнаты отделены друг от друга не перегородками, а внутренними стенами.
  9. Перемычки над оконными и дверными проемами клинчатые.
  10. Высота одноэтажных домов достигает 4—4,5 м, домов с полуподвальным этажом—примерно 5—6 м, а двухэтажных—11—12 м. Высота подвалов 2,5—3,0 м, редко—2,0 м.
  11. Деревянные части конструкций осуществлены из качественной древесины. Они до настоящего времени в хорошем состоянии, несмотря на большой эксплуатационный период (есть дома, построенные более чем 150 лет тому назад).
  12. Карнизы, ворота, обрамления проемов, окон и дверей многих домов украшены орнаментами. Местами карнизы строились высокие с вылетом до 0,6 м. Общая высота карнизов с парапетом иногда доходила до 1,2 м.
  13. Фундаменты ленточные, из бута, шириной кладки 120—150 см, цоколь из базальта, а иногда из нетесаного туфа, высотой в 1—2 ряда. Здания большей частью фундированы на участках, где в разрезе до глубин 10—15 м преобладают плотные суглинки. Сравнительно небольшая их часть расположена на участках, где в разрезе преобладают песчаные грунты, остальная часть на туфах и на галечно-гравелистых отложениях. Причем дома на туфах и плотных галечно-гравелистых с супесчаным заполнителем отложениях сохранились лучше остальных.
- Обследования показали, что состояние домов г. Ленинакана строго зависит от вида раствора, примененного в кладке стен. Применены два вида раствора: известковый и глиняный. Дома на глиняном растворе строились преимущественно до XX в., а с начала XX в. строились дома на известковом растворе. Во многих домах фасады были возведены на известковом растворе, а остальные стены—на глиняном. По шкале MSK-64, почти все здания следует отнести к типу Б—«здания из естественного тесаного камня». Хотя здания на известковом и на глиняном растворах конструктивно одинаковы, они отличаются по сейсмоустойчивости. Между тем в шкале MSK-64 в градации типов сооружений о растворе, примененном в кладке, ничего не говорится, хотя этот фактор имеет определенное значение.
- Здания на глиняном растворе по степени устойчивости к сейсмическим воздействиям занимают промежуточное положение между типами А и Б. Условно обозначим это типом Б<sub>1</sub>. Необходимо еще добавить, что в шкале MSK-64, при градации типов сооружений ничего не отмечено об их гибкости, высотности. Не отмечены, например, к какому типу относятся такие гибкие сооружения, как башни, трубы и т. д., хотя при описании степеней повреждений они упоминаются. Следовательно, использовать данные о степени поврежденности такого типа сооружений для определения сейсмической интенсивности становится невозможным.

Повторное обследование последствий землетрясения 1926 г. показало, что дома на качественном известковом растворе (тип Б), в зависимости от инженерно-геологических и гидрогеологических условий мест расположения, либо сохранились без существенных повреждений, либо получили следующие типы повреждений:

- а) образовались трещины на перемычках и карнизах шириной до 1,5 см;
- б) на перемычках образовались трещины и выпучивания (рис. 1) с опусканием замковой части их свода;

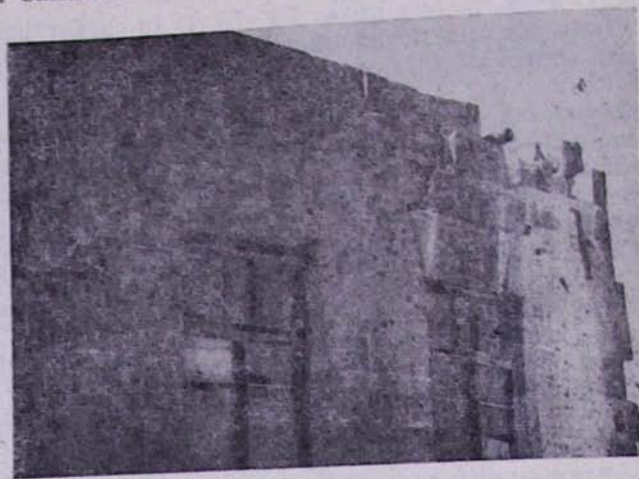


Рис. 1. Повреждение оконной перемычки дома № 57, по улице № 13

- в) выпали камни карнизов и перемычек;
- г) образовались трещины в местах примыкания стен, вследствие отсутствия связи между ними;
- д) в некоторых случаях у одноэтажных зданий наблюдались отклонения стен на 5—10 см.

Дома же, со стенами на слабом известковом растворе, помимо отмеченных повреждений, иногда имели сквозные трещины в стенах (рис. 2).

Дома с кладкой на глиняном растворе также пострадали неодинаково.

Повреждения домов, со стенами толщиной около 75 см на качественном глиняном растворе, расположенных на сравнительно мощных, плотных супесях или суглинках, с уровнем грунтовых вод глубже 5 м, имели следующий характер:

- а) вертикальные сквозные трещины в стенах и в местах примыкания стен;
- б) отклонения стен от вертикали;
- в) трещины на фасадах и перемычках.

Дома очень старые, со стенами на слабом глиняном растворе из тесаного, иногда груботесаного туфа (типы соответственно Б<sub>1</sub> и А), на маломощных или песчаных отложениях с уровнем грунтовых вод, залегающим ниже 4—5 м от дневной поверхности, кроме вышеперечисленных повреждений имели местами серьезные разрушения:

- а) обвал верхних рядов стен до верхней части оконных проемов, а иногда до половины проема;
- б) обвал наружного и внутреннего слоя облицовки кладки (расслоение кладки «мидис») (рис. 3).

в) обвал стен и сохранение лишь одной или двух из них.

Встречались случаи, когда часть одного и того же дома, построенная на известковом растворе, не повредилась (например, фасадные стены многих домов), а другая часть—на глиняном растворе, разрушилась.

Дома сельской постройки из груботесаного туфа на глиняном растворе (тип А) получили повреждения IV и V степени. Они в свое время были снесены, так что обследовать такие дома не представлялось возможным. В редких случаях сохранились подобные дома в сильно поврежденном состоянии, со стенами, покрытыми глубокими трещинами и некоторыми перестроенными стенами.

Во многих домах были разрушены перекрытия, покрытые мощным, тяжелым слоем земли.

Такие перекрытия большой тяжестью налегают на стены, а при сейсмическом воздействии увеличивают сейсмическую нагрузку и разрушают стены. Дома же, имеющие легкие крыши, сравнительно лучше перенесли землетрясение. В тех случаях, когда во время землетрясения здания стояли без покрытий, стены полностью сохранились (тут одновременно были благоприятные грунтово-геоморфологические условия и добротное строительное качество).

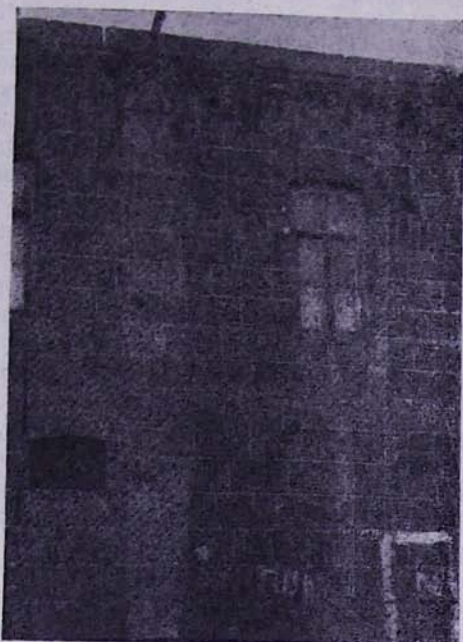


Рис. 2. Сквозная трещина по всей высоте южной стены дома № 89, по улице № 19



Рис. 3. Обвал наружного слоя облицовки кладки на глиняном растворе (улица № 39, дом № 243)

Хотя наблюдалось больше повреждений верхних этажей, но были и прекрасно сохранившиеся дома без повреждений второго и даже третьего этажей (например, здания нынешнего Пединститута и бывшей гимназии).

При выборочном обследовании подвалов никаких повреждений не было обнаружено (даже на сводчатых, арочных перекрытиях). Между тем в одноэтажных домах или на вторых этажах посередине оводов перекрытия коридоров образовались трещины.

Старинные ленинградские дома имеют красиво оформленные, арочные ворота высотой около 3—3,5 м, которые прекрасно сохранились и только изредка имеют трещины по своду.

Большой интерес представляют дома, имеющие большую протяженность, в которых отсутствуют внутренние капитальные поперечные стены. Тем не менее стены и перекрытия таких домов не пострадали.

Единственное тогда в городе здание текстильной фабрики с железобетонными конструкциями (тип В), расположенное на суглинках мощностью около 7 м (ниже туфы), с залеганием уровня грунтовых вод на глубине около 9 м, не пострадало, кроме небольших повреждений штукатурки. На участке 2 м разрушился верхний конец 33-метровой трубы фабрики, возведенный утром в день землетрясения.

Результаты, полученные после обобщения и анализа всего собранного материала, сведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, в отдельных зданиях (5%) типа Б (кладка стен на известковом растворе), расположенных на суглинках с уровнем грунтовых вод ниже 4 м, имеются повреждения 4-й степени и этого же типа при тех же условиях отдельные здания (5%)—3-й степени. Следовательно, повреждения зданий типа Б, расположенных на суглинках с уровнем грунтовых вод, залегающим ниже 4 м, соответствуют 7—8 баллам по шкале MSK-64.

Из зданий того же типа, расположенных в подобных условиях, но с уровнем грунтовых вод, залегающим на глубине до 4 м, повреждения 4-й степени получили 22%, что соответствует 8—9 баллам по шкале.

Для зданий же на глиняном растворе (тип Б<sub>1</sub>), расположенных на суглинках, соответственно получилось 8—9 баллов при залегании уровня грунтовых вод ниже 4 м (во многих зданиях этого типа (41%) имеются повреждения 4-й степени), и 9 баллов при глубине залегания уровня грунтовых вод менее 4 м (в большинстве (67%) зданий этого типа имеются повреждения 4-й степени).

80% зданий с кладкой стен на известковом растворе, расположенных на супесчаных отложениях с уровнем грунтовых вод, залегающим ниже 4 м, имеют повреждения 3-й степени, что соответствует 7—8 баллам по шкале MSK-64, а при залегании зеркала грунтовых вод выше 4 м при тех же остальных условиях 38% зданий получили повреждения 4-й степени, что соответствует 8—9 баллам.

Здания на глиняном растворе, расположенные на супесчаных отложениях с уровнем грунтовых вод, залегающим на глубине ниже 4 м, на 100% имели повреждения 3-й степени, что соответствует 7—8 баллам. 50% того же типа зданий на супесях при уровне грунтовых вод менее 4 м имели повреждения 4-й степени, что соответствует 8—9 баллам.

Подобным образом по данным таблицы получены значения балльности, определенные по шкале MSK-64 для остальных участков: для зданий типа Б на песках с уровнем грунтовых вод, залегающим ниже 4 м—7—8 баллов, для зданий типа Б на песках с залеганием грунтовых вод выше 4 м—8—9 баллов. Для зданий типа Б<sub>1</sub> на песках с уровнем

Таблица 1  
Распределение числа обследованных зданий по степени повреждения при повторном макросейсмическом обследовании последствий землетрясения 1926 г. в г. Ленинкане

№ п/п	Участки	Тип здания	Уровень грунтовых вод, м	Число зданий со степенью повреждения				Общее число зданий	Процент зданий со степенью повреждения:			
				0	2	3	4		0	2	3	4
1	До глубины 10—15 м преобладают суглинки	Б	> 4	46	20	4	4	74	62	28	5	5
			< 4	4	4	6	4	18	22	22	34	22
			Не известен	12	7	1	2	22	54	32	5	9
		Б <sub>1</sub>	> 4	1	6	10	12	29	3	21	35	41
			< 4	—	—	3	6	9	—	—	33	67
			Не известен	—	—	3	1	4	—	—	75	25
2	До глубины 10—15 м преобладают супеси	Б	> 4	1	—	4	—	5	20	—	80	—
			< 4	3	—	2	3	8	37	—	25	38
			Не известен	2	—	1	1	4	50	—	25	25
		Б <sub>1</sub>	> 4	—	—	3	—	3	—	—	100	—
			< 4	—	—	1	1	2	—	—	50	50
			Не известен	—	—	1	—	1	—	—	100	—
3	До глубины 10—15 м преобладают пески	Б	> 4	—	5	1	1	7	—	71	15	14
			< 4	5	7	3	4	19	26	37	16	21
			Не известен	1	2	1	1	5	20	40	20	20
		Б <sub>1</sub>	> 4	1	—	—	—	1	100	—	—	—
			< 4	—	1	1	4	6	—	17	17	66
			Не известен	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Туфы	Б	> 4	1	4	—	—	5	20	80	—	—
		Б <sub>1</sub>	> 4	5	—	1	2	8	63	—	12	25
5	До глубины 10—15 м преобладают галечно-гравелистые отложения с супесчаным заполнителем	Б	> 4	7	—	—	—	7	100	—	—	—
			< 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Не известен	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Б <sub>1</sub>	> 4	—	—	1	—	1	—	—	100	—
			< 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Не известен	—	—	1	—	1	—	—	100	—

грунтовых вод, залегающим ниже 4 м, ввиду малого количества обследований, не определен балл, а при залегании уровня грунтовых вод до 4 м повреждения соответствуют 9 баллам.

На туфах для зданий типа Б получено 7 баллов, а для зданий типа Б<sub>1</sub>—7—8 баллов.

На галечно-гравелистых отложениях, где грунтовые воды залегают на глубине ниже 4 м, обследованы 7 зданий с кладкой стен на известковом растворе. Все эти здания—бывшие казармы «Казачьего поста», однопалатные и по размерам, и по конструкции, и по качеству (кроме русской церкви «Казачьего поста»). Точно так же построенные казармы находятся в районе «Полигона» на туфах. Все эти здания построены добротно и одинаково перенесли землетрясение 1926 г. Они полностью сохранились. Старинных зданий, расположенных на галечно-гравелистых отложениях и имевших какие-либо повреждения, сохранилось очень мало. Так что здесь мы не сможем прийти к конкретному заключению, кроме того, что здания на галечно-гравелистых отложениях сравнительно хорошо перенесли сейсмическое воздействие. Эти здания, как уже было отмечено, точно так перенесли сотрясение, как и подобные здания на туфах, в «Полигоне», перенесшие при землетрясении 7-балльное сотрясение. Следовательно, сейсмическую интенсивность на галечно-гравелистых отложениях можно ориентировочно принять равной 7 баллам.

Таким образом, в результате обобщения и анализа материалов по повторному макросейсмическому обследованию последствий землетрясения 1926 г. на территории г. Ленинакана нам удалось уточнить балльность на характерных грунтово-геологических условиях этой территории.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Институт геофизики и инженерной сейсмологии  
АН Армянской ССР

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдалян С. Великое землетрясение в Армении (к годовщине Ленинаканского землетрясения). «Вестник знания», № 19, Л., 1927.
2. Бюс Е. И. Сейсмические условия Закавказья. Часть 1. Тбилиси, Изд. АН Груз. ССР, 1948.
3. Бюс Е. И., Гигинейшвили В. М. Ленинаканское землетрясение 22 октября 1926 года (по макросейсмическим наблюдениям). Оттиск из кварт. сейсм. бюл., т. XII, № 2, Тбилиси, 1943.
4. Лебедев П. И. Ленинаканское землетрясение 22-го октября 1926 года. Изв. АН СССР, т. XXI, № 9—11, 1927.
5. Сафарян А. Н. К методике сейсмического микрорайонирования. Тр. Инст. строй. дела АН Груз. ССР, т. VII, Тбилиси, 1959.