

Подробное изучение акселерограммы показывает, что основное землетрясение представляет собой серию толчков, имеет очень сложный характер, и расшифровку всего процесса землетрясения можно сделать, лишь имея телесеismicкие данные и представления о механизме очага. Вертикальное составляющее, которое больше характеризует механизм очага в ближней зоне, показывает, что сначала были несколько слабых импульсивных толчков и дальше через 10,6 с от вступления продольных волн вертикальные ускорения достигли значения 0,15 g, а соответствующие же значения горизонтальных ускорений составили 0,2 g. Из развернутой акселерограммы можно заключить, что в течение 46 с произошло наложение двух сильных толчков, а через 4 минуты произошло еще одно землетрясение с магнитудой меньше на единицу от основного. На рис. 5 показана сейсмограмма, записанная в Скопье, которая публикуется по разрешению югославских специалистов.

Оцифрованные акселерограммы и спектры приведенных ускорений трех компонентов интенсивных колебаний, записанные в Гакасяне, показаны на рис. 6. Расчеты проведены совместно со специалистами лаборатории инженерно-сейсмометрических наблюдений ЦНИИСК.

Как видно из спектров реакции, по направлению В—З землетрясение имело низкочастотное излучение. На периоде 0,8 с спектральные значения имеют максимальные величины. Низкочастотное излучение существует и по направлению С—Ю и Z, однако пики получились в высокочастотной области спектра.

Максимальное спектральное значение получилось на периоде 0,3 с по направлению С—Ю первого толчка и составило 900 см/сек². А по направлению В—З на периоде 0,8 с ускорения осциллятора достигли значения 550 см/сек². Анализ показывает, что разрушения однотипных зданий сильно зависели от их ориентации относительно сейсмического воздействия.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР

Поступила 11. V. 1989.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карапетян Б. К. Многомаятниковые сейсмометры и результаты их применения в инженерной сейсмологии. Ереван: Айпетрат, 1963, 178 с.
2. Медведев С. В. Инженерная сейсмология. М.: Госстройиздат, 1962, 248 с.
3. Назаров А. Г. Метод инженерного анализа сейсмических сил. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1959, 284 с.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, 1989, XLII, № 4, 73—77

УДК: 550.348.436.098.32(479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. Г. ГРИГОРЯН, А. А. ОВСЕПЯН

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ г. ЛЕНИНАКАНА. НЕКОТОРЫЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

7 декабря 1988 года в 11 час 41 мин местного времени в Армении произошло разрушительное землетрясение с магнитудой $M=7,0$. Эпицентр землетрясения (координаты $\varphi=40,95^\circ$; $\lambda=44,24^\circ$) находился близ города Спитака. Оно охватило большую площадь и, по предварительным данным, ощущалось с запада на восток от Черного до Кас-

ийского моря, и с севера на юг от городов Махачкала и Нальчик до границ Турции с Ираном.

В эпицентральной области наиболее пострадали гг. Спитак, Ленинакан, Кировакан, Степанаван и другие прилегающие населенные пункты.

Для выявления характера разрушения в некоторых городах (Ленинакан, Спитак и др.) были организованы группы специалистов по обследованию макроэффекта.

Одна из таких групп, организованная в основном из специалистов ИГНС АН АрмССР, имела целью обследование характера разрушений в г. Ленинакане и дать предварительную оценку интенсивности согласно шкале MSK—64 (по возможности с учетом грунтовых условий).

До землетрясения в г. Ленинакане было примерно 12000 строений, из них около 10% (примерно 1000) государственного сектора и около 11000—частного сектора.

Полное исследование такого большого объема строений поначалу считалось невозможно, поэтому было принято решение провести макрообследование по двум основным и одному дополнительному маршрутам. Первые два профиля проходили по направлению восток-запад. Первый проходил от района железнодорожного вокзала на запад—до района Вардбаха. Второй маршрут—северней первого, проходил от района ул. Бульварной с западной стороны к востоку—до района Совхоз. Третий—дополнительный профиль, т. н. радиальный, проходил от перекрестка улиц 50 лет Армении и Ширакаци к юго-западу, в сторону старого кладбища. Оговорим здесь сразу, что данные третьего—дополнительного профиля в настоящую работу не включены. Считаем, что работы по обследованию строений с целью выяснения общей картины сейсмического эффекта в черте города должны продолжаться. Настоящие результаты являются предварительными, а оперативность их была вызвана необходимостью выдачи предварительной оценки для государственной комиссии.

Прежде чем приступим к анализу полученных повреждений отметим, что вообще в результате воздействия землетрясения 7 декабря 1988 г. в г. Ленинакане имела место довольно пестрая картина проявления степеней повреждений различных типов зданий, технических сооружений, церквей и т. д. Естественно, для выявления какой-либо закономерной оценки, необходимо было учитывать большое количество факторов, влияющих на степень повреждений тех или иных объектов. Это, в первую очередь, конструктивные особенности, степень антисейсмических мероприятий (а иногда наличие или отсутствие), качество строительства, характер воздействия (величина максимального ускорения грунта, спектральный состав, длительность), грунтовые условия, уровень грунтовых вод, ориентация очага относительно обследуемых объектов и т. д. Вполне понятно, что провести четкую дифференциацию по названным факторам практически невозможно.

В данном случае целесообразно, по возможности, выбирать в конструктивном плане примерно одинаковые постройки и предполагать, что по качеству они не очень сильно отличаются. Следует отметить, что последний фактор (на наш взгляд, очень сильно влияющий на образование повреждений той или другой степени) удастся контролировать более или менее относительно, например, визуальное определение качества раствора кладки и т. д.

Выше отметили, что в г. Ленинакане из 12000 строений около 11000 являлись одно-двухэтажными постройками с кладкой типа «мидис». Поэтому для установления проявившегося макроэффекта был обследован частный жилой сектор застройки, для которого не столь различны типы зданий, по сравнению с разнообразием типов в госсекторе.

Таким образом в данном случае мы допускаем некое предположение, а именно, принадлежность анализируемых построек к одному типу (пока не говорим какому именно). Приведем описание типов построек согласно шкале MSK—64.

Тип «А»—здания из рваного камня, сельские постройки, дома из кирпича—сырца, глинобитные дома.

Тип «Б»—обычные кирпичные дома, здания крупноблочного и панельного типа, фахверковые строения, здания из естественного тесаного камня.

Тип «В»—каркасные железобетонные здания, деревянные дома—хорошей постройки.

Как видим, национальный характер домостроения (с применением местных строительных материалов), и, особенно, это относится к частному сектору, имеет значительные отличия от наиболее распространенных и, в частности, от тех типов, которые приводятся в шкале. Следовательно второй, более существенный вопрос: к какому типу сооружений отнести данные постройки (которые в первом приближении считали одинаковыми по конструктивным особенностям).

Следует сказать, что этот вопрос стал предметом горячих дискуссий при предварительной оценке интенсивности. Например, большая группа известных специалистов считают, что современная кладка «мидис» с перекрытием из монолитного железобетона увеличивает его прочностные свойства, и, следовательно, следует индивидуальные дома кладки «мидис» на цементном растворе отнести к типу «В». Попутно, хотелось бы отметить, что при проведении обследования поврежденный частного сектора застройки авторы настоящей работы также убедились, что индивидуальные дома, построенные после 60-х годов, очень прочные и этот тип строений никак не соответствует типу «Б». Исходя из того обстоятельства, что этот вопрос пока дискуссионный и требуются дополнительные работы для внесения полной ясности (в этом направлении работают специалисты ИГИС АН АрмССР совместно с специалистами АрмНИИСА Госстроя АрмССР) мы в этом аспекте и приводим результаты предварительных обследований и оценку макроэффекта на территории города.

Итак анализ результатов обследований по пройденным профилям.

По первому профилю обследование повреждений проводилось тремя группами по 3—4 человека по макропрофилю шириной в квартал. Выбирались только дома индивидуальной постройки (1—2-этажные), независимо от года постройки, от применяемого раствора для кладки и типа перекрытия (железобетонный монолит, деревянное).

Значения степеней повреждений осреднялись по площадям, в которые попадали от 10 до 30 зданий. Таким образом, были получены средние величины повреждений (\bar{n}) на этих участках и далее, соответственно, оценка интенсивности (I) в баллах при отнесении строений как к типу «Б», так и к типу «В». При этом по характеристике количество (см. шкалу) принят средний показатель—«многие» (т. е. около 50%). Мы считаем, что он наиболее близок к действительности, чем, например, показатели «отдельные» или «большинство». В данном случае это обосновывается тем, что в каждом участке дома обследовались без предварительного выбора: основным принципом был равномерный охват домов на участке, и, соответственно по всему профилю также.

Результаты оценок для профилей 1 и 2 приведены в таблицах 1 и 2.

Таким образом по повреждениям строений частного сектора застройки по пройденным профилям получены такие оценки. При отнесении к типу «Б» для первого профиля по направлению восток-запад:

для завокзальной части $7 \div 8$ баллов;

для большей части профиля $7\frac{1}{2} \div 8\frac{1}{2}$ баллов и для небольшого участка $8 \div 9$ баллов.

Профиль № 1

Участки	Средние значения повреждений	Интенсивность в баллах	
		по типу «Б»	по типу «В»
I—Завокзальная часть	2.1	7+8	8+9
II—большая часть профиля	2.6	7 ¹ / ₂ +8 ¹ / ₂	8 ¹ / ₂ +9 ¹ / ₂
III—небольшая часть	2.2	8+9	>9

Таблица 2

Профиль № 2

Участки	Средние значения поврежден.	Интенсивность в баллах	
		по типу «Б»	по типу «В»
I—Восточная часть (ловхоз)	3.8	8 + 9	9+10
II—район ул. Коштыяна	3.7	8 + 9	9+10
III—средняя часть профиля (ул. Кутансян)	3.5	8 + 9	9+10
IV—район ул. Тимирязева, Ренина	3.5	> 8	> 9
V—западный район (ул. Бульварная)	3.15	> 8	> 9

При отнесении строений к типу «В» для этого же профиля имеем соответственно следующие оценки: $I=8\div 9$; $8\frac{1}{2}$ и >9 баллов.

Для второго профиля, проходящего, как уже отметили, северней первого, имеем следующие оценки по направлению восток-запад от $I=8\div 9$ баллов до $I>8$ баллов по типу «Б» и от $I=9\div 10$ баллов до $I>9$ баллов по типу «В».

Итак диапазон интенсивности по оценкам повреждений 1—2-этажных индивидуальных строений варьирует в пределах $7,5\div 8,5$ баллов (по типу «Б») и $8,5\div 9,5$ баллов (по типу «В») для обоих профилей.

На данном этапе обследований строгий учет фактора грунтово-геологических условий пока не проводился. Косвенно принимались в виду только общий характер грунтовых условий и уровень грунтовых вод. Например, для второго профиля наблюдается некоторое увеличение степени повреждений на восточном участке, где имеется довольно высокий уровень грунтовых вод. Диаграммы распределения повреждений на участках приведены на рис. 1.

Попутно с оценкой степеней повреждений домов проводился также опрос населения об ощущениях и описании поведения предметов домашнего обихода. Большинство людей испытывали панику, не могли устоять на ногах, теряли самообладание, падали в обморок (чаще все-

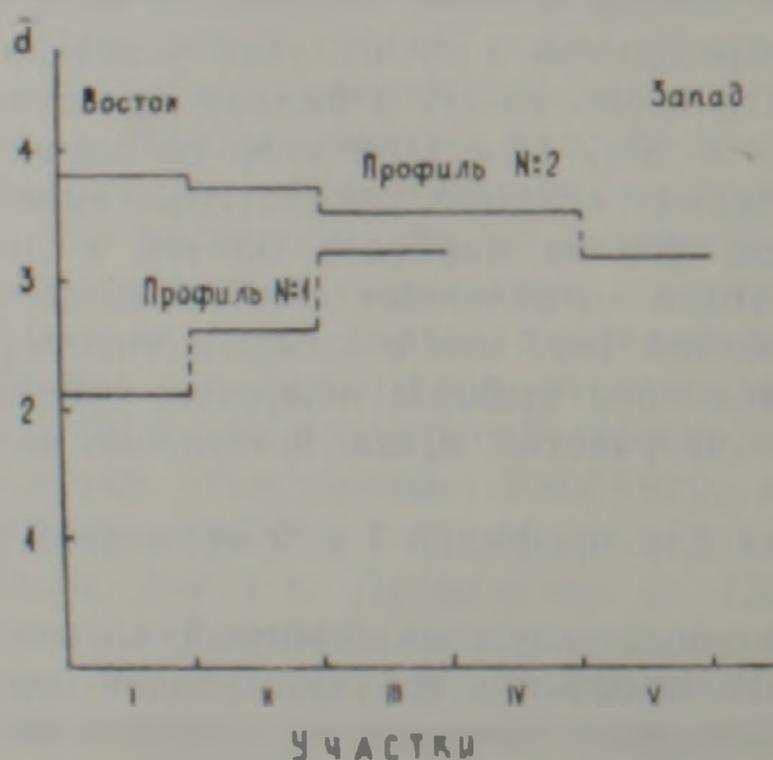


Рис. 1. Диаграмма распределения \bar{d} на участках по двум профилям (по направлению восток-запад).

го женщины), могли выйти из помещений только во время короткого затишья.

Почти во всех домах имело место полное или частичное опрокидывание мебели. Специальный опрос позволил установить, что в большинстве случаев имело место опрокидывание тяжелых шкафов, пианино, телевизоров, холодильников, почти везде повреждались висятые лампы.

Анализ поведения людей и их окружения подтверждает те оценки интенсивности, которые сделаны по повреждениям строений.

И, наконец, следующее. Инструментальные данные, полученные с помощью ИСС г. Ленинакан, подтверждают наши оценки. Так, Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г., помимо других записей, фиксировалось тремя приборами СБМ (которая предназначена для оценки меры интенсивности в баллах). Максимальные значения смещения маятников этих приборов, установленные в разных частях города варьировали в пределах 13÷17 мм, что соответствует верхнему уровню 9 баллов и нижнему уровню 10 баллам.

З а к л ю ч е н и е

В результате проведенных обследований повреждений частных 1—2-этажных строений в г. Ленинакане после землетрясения 7 декабря 1988 г по двум основным профилям, проходящим по направлению восток-запад, были сделаны предварительные оценки интенсивности согласно шкале MSK—64.

Одним из принципиальных вопросов стал вопрос об отнесении обследуемых домов к типам «Б» или «В», по классификации шкалы.

Решение этого вопроса позволит однозначно определить макроэффект на территории города. При этом, считаем, что необходимо продолжить макросейсмические работы для дополнения имеющегося материала. В результате можно будет наиболее объективно осуществить оценку проявившейся интенсивности землетрясения 7 декабря 1988 г. в черте города. Пока что настоящие результаты имеют предварительный характер.

В заключение отметим, что в макросейсмических обследованиях принимали участие сотрудники ИГИС АН АрмССР К. А. Тоноян, Г. С. Мурадян, А. С. Полеян, А. Оганесян, Э. Л. Микаелян, В. С. Микаелян и др.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН АрмССР

Поступила 20 VI 1989.