

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Б. К. КАРАПЕТЯН

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
КОЛЕБАНИЙ ХАРАКТЕРНЫХ ЗДАНИЙ г. ЕРЕВАНА

1. Постановка исследования

Исследование зданий возведенных в различных частях г. Еревана осуществлялось в 1960 году, путем производства записи микросейсмических колебаний. По полученной записи колебаний определялись динамические характеристики зданий, обуславливающие величину коэффициента динамичности, необходимого при расчете на сейсмическую нагрузку; проводилось исследование взаимодействия между фундаментом здания и его основанием (грунтом); изучались форма упругой оси и высшие тона при свободных колебаниях и др.

Проведено экспериментальное исследование 38 зданий, имеющих различные конструктивные решения, этажности и основанных на различных грунтах, по ранее описанной нами методике [1]. Наиболее полные данные получены по зданиям имеющим каменные несущие стены системы «мидис» (27 зданий), ввиду того, что строительство г. Еревана, в основном, ведется из кладки такой системы. Все возведенные к моменту настоящих исследований здания с другими конструктивными формами несущих стен также были изучены, а именно: исследованы пять крупно-панельных зданий, одно здание с несущими стенами из камней правильной формы, одно здание из составных каменных блоков, два здания из естественных каменных блоков, а также два здания с железобетонным каркасом. Каменные здания имели высоту 1—6 этажей, железобетонные здания — 7 и 10 этажей. В каменных зданиях, в основном, перекрытиями являлись сборные пустотелые железобетонные балки настилы, чердачными перекрытиями — сборные фермы настилы, а иногда и деревянные перекрытия. Основанием для зданий служили различные грунты: в Шаумянском массиве и прилегающем участке ЭКУ — базальты, покрытые тонким слоем белозема; в Чарбахе — цементированные галечники; в Аване — туфы; в Вардашене — коренные глины; в районе между заводом им. С. М. Кирова и железнодорожным воклазом — суглинки-супеси.

Запись микросейсмических колебаний производилась с помощью передвижной сейсмической лаборатории, имеющей в качестве оборудования осциллографы ПОБ-12, вибрографы ВЭГИК и сейсмоприемники СПМ-16. Колебания записывались с помощью ВЭГИК и СПМ-16 в двух взаимно-

перпендикулярных направлениях, в здании на уровне перекрытий каждого этажа, в основном, на лестничных площадках, на грунте поблизости от здания и на некотором расстоянии от него. Регистрация колебаний осуществлялась на осциллографе ПОВ-12, установленном в передвижной сейсмической лаборатории, оборудованной на машине.

Производство записи, наряду с колебаниями здания, также колебаний грунта было необходимо для изучения явления передачи возмущения от грунта зданию. Колебания грунта записывались на различных расстояниях от здания, для выявления обратного влияния здания на грунт.

В выполнении настоящей работы участвовали: и. о. инженера Р. Вартамян, ст. лаборант Г. Мароян, лаборант К. Хачатрян и ст. preparator Л. Момджян, которым автор выражает свою благодарность.

II. Данные по некоторым зданиям

Из-за относительно большого количества испытанных зданий, не представляется возможным в статье небольшого объема привести весь полученный материал. Поэтому мы ограничиваемся кратким описанием исследованных зданий и приводим основные данные полученные по некоторым из них.

Трехэтажный жилой дом № 1 на участке ЭКУ в 1959 году был испытан на действие сейсмозврывных волн. В 1960 году были произведены наблюдения колебаний этого здания от микросейсм. Размеры здания в плане $54,9 \times 12,5$ м, высота 12,0 м. Кладка стен из арктического туфа на растворе марки 25.

Основная частота колебаний, замеренная с помощью ВЭГИК, получилась равной 5,4 герца. Был получен также второй тон колебаний (с помощью СПМ-16), равный 10—13 герц. Эту частоту колебаний можно приписать и «собственной» частоте колебаний грунта, которая находится в этих же пределах, но мы склонны считать, что это есть также второй тон колебаний здания, вызываемый вследствие резонанса с частотой колебаний грунта. Помимо этого, такая частота в здании наблюдалась и после прекращения колебаний грунта при взрыве.

Здесь необходимо отметить еще один очень существенный момент, а именно: запись колебаний на грунте и в здании на том же уровне получилась существенно разнящейся, что следует объяснить влиянием фактора взаимодействия между фундаментом здания и его основанием (грунтом).

Жилой дом № 2 на участке ЭКУ однотипен с жилым домом № 1 и находится от него на расстоянии примерно 40 м.

Пример записи микросейсмических колебаний этого здания приведен на рис. 1. Первая снизу кривая — запись колебаний грунта, вторая — колебание на уровне пола I этажа, третья — колебание на уровне пола II этажа, пятая — колебание на уровне пола III этажа, шестая — колебание чердачного перекрытия, записанные с помощью ВЭГИК; четвертая кривая — колебание пола III этажа, записанное с помощью СПМ-16. Колебания записаны в направлении наименьшей жесткости здания.

Частота колебаний грунта получилась в пределах 35—40 герц. Основная частота колебаний здания по записям в направлении наименьшей жесткости оказалась равной 5,8 герц. При записи в направлении наибольшей жесткости здания помимо частоты в 5,8 герц была обнаружена также частота в 11 герц, которую мы склонны считать второй частотой колебаний здания. На частоту колебаний грунта 35—40 герц иногда накладывалась

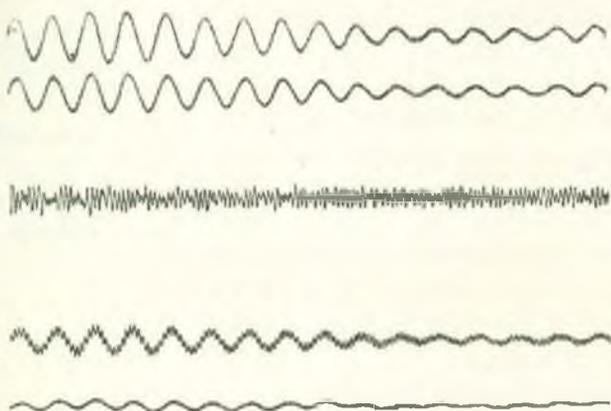


Рис. 1.

частота 5,8 герц, что следует приписать частоте колебаний здания, с которой оно оказывает обратное действие на грунт. Этот вопрос очень интересный. Он наблюдается и в других наших опытах, и, по всей вероятности, такой результат экспериментально получен впервые.

По записи колебаний построена упругая линия этого здания, которая приведена на рис. 2. Как не трудно заметить, упругая линия получалась прямой, пересекающей с осью здания у основания фундамента. Таким образом, можно прийти к заключению, что при микросейсмических колебаниях данного здания происходит его поворот вокруг оси проходящей под подошвой фундамента.

С целью проверки влияния на частоту колебаний здания его заселения, т. е. установки мебели и присутствия жильцов, нами повторно были исследованы колебания зданий № 1 и № 2 на участке ЭКУ. Была произведена одновременная запись колебаний обоих этих зданий. Частоты колебаний их получились, соответственно, равными 6 и 6,3 герц. Сравнивая их с первоначально полученными величинами частот, замечаем, что они мало отличаются. Следовательно, можно прийти к выводу, что в результате заселения частота здания не меняется.

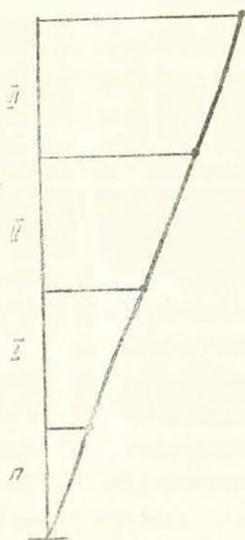


Рис. 2.

Четырехэтажный жилой дом с подвальным этажом в Шаумянском

массиве находится на расстоянии примерно 1 км от участка ЭКУ, где были испытаны описанные выше два дома.

Кладка стен осуществлена из арктического туфа на растворе марки 25. Размеры здания в плане $88,9 \times 12,2$ м, высота 14,6 м. Двумя поперечными швами здание разделено на три отсека, причем два крайних отсека намного длиннее среднего. План и разрез этого здания приведены на рис. 3 и 4.

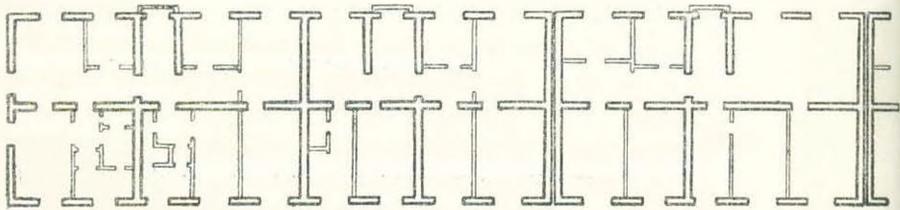


Рис. 3.

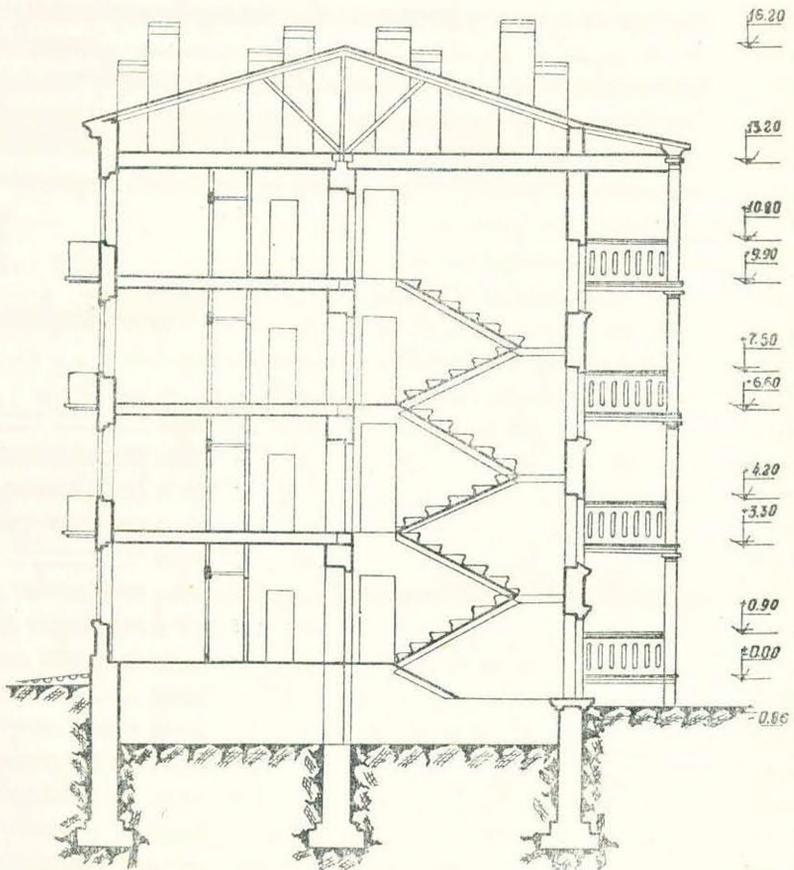


Рис. 4.

Наблюдения осуществлялись как отдельно (в одном из крайних отсеков и в среднем отсеке), так и одновременно в двух отсеках.

Основные частоты колебаний как среднего, так и крайнего отсеков

получились примерно одинаковыми и равными 4,8 герц, с наложением частоты в 15 герц, которую можно считать вторым тоном колебаний здания.

При записи колебаний этого здания осуществлялись также удары в различных местах здания, в результате чего вызывались свободные колебания здания по основному тону, наложенные на более высокочастотные колебания.

Трехэтажный крупнопанельный жилой дом № 1 в Чарбахе расположен на углу улицы Шираки и переулка Шираки. Размеры здания в плане $59,3 \times 11,0$ м, высота здания 10,5 м. Высота панелей: наружной 278 см, внутренней — 255 см, при высоте этажа в свету 250 см. Панели замоноличены, углы сварены и заболочены. Перекрытия из пустотелых настилов, чердачное перекрытие из ферм-настилов.

По записи колебаний этого здания найдено, что частота колебаний почвы равняется 17 герцам с наложением колебаний в 35 герц. Основная частота колебаний здания получилась равной 8,7 герц, с наложением частоты в 17 герц. Таким образом, как нетрудно заметить, это здание оказалось жестче по сравнению с 3-х этажным каменным зданием. Здесь, во-первых, сказывается несравненно меньшая общая высота здания, а также этажей, и, во-вторых, видимо более жесткая связь в углах и примыканиях стен.

Шестиэтажный жилой дом в Шаумянском массиве имеет два отсека. Испытанию был подвергнут один из отсеков (более протяженный) с размерами в плане $55,4 \times 14,7$ м, высотой 17,4 м. Кладка стен из арктического туфа системы «мюдис», марка раствора «25».

План и разрез здания приведены на рис. 5 и 6.

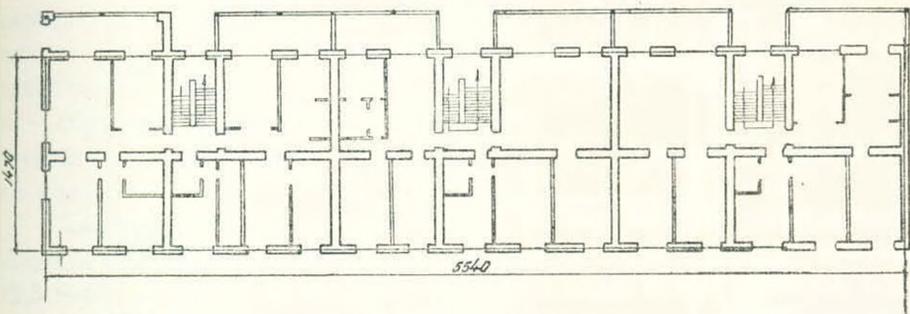


Рис. 5.

Фундаменты здания заглублены на 1,40 м от поверхности грунта. Здание имеет нижний полуподвальный этаж высотой 2,7 м плюс 5 этажей по 3,3 м. Межэтажные перекрытия из железобетонных пустотелых балок-настилов, чердачное перекрытие из ферм-настилов.

Поскольку это здание из испытанных нами фактически единственное 6-этажное здание с несущими каменными стенами, полученные данные рассматриваем более подробно. В этом здании, как и в остальных других замеры колебаний грунта и здания на разных высотах (на уровне перекрытий) осуществлялось в двух направлениях.

Записанные на поверхности грунта колебания не дали заметных смещений. Что касается записи колебаний в подвале здания, то в случае ко-

лебаний в направлении наименьшей жесткости здания опять-таки не получилось заметных смещений, а в направлении наибольшей жесткости получились существенные смещения с частотой колебаний 8 и 15 герц. Это говорит о том, что из-за большей гибкости здания в направлении наимень-

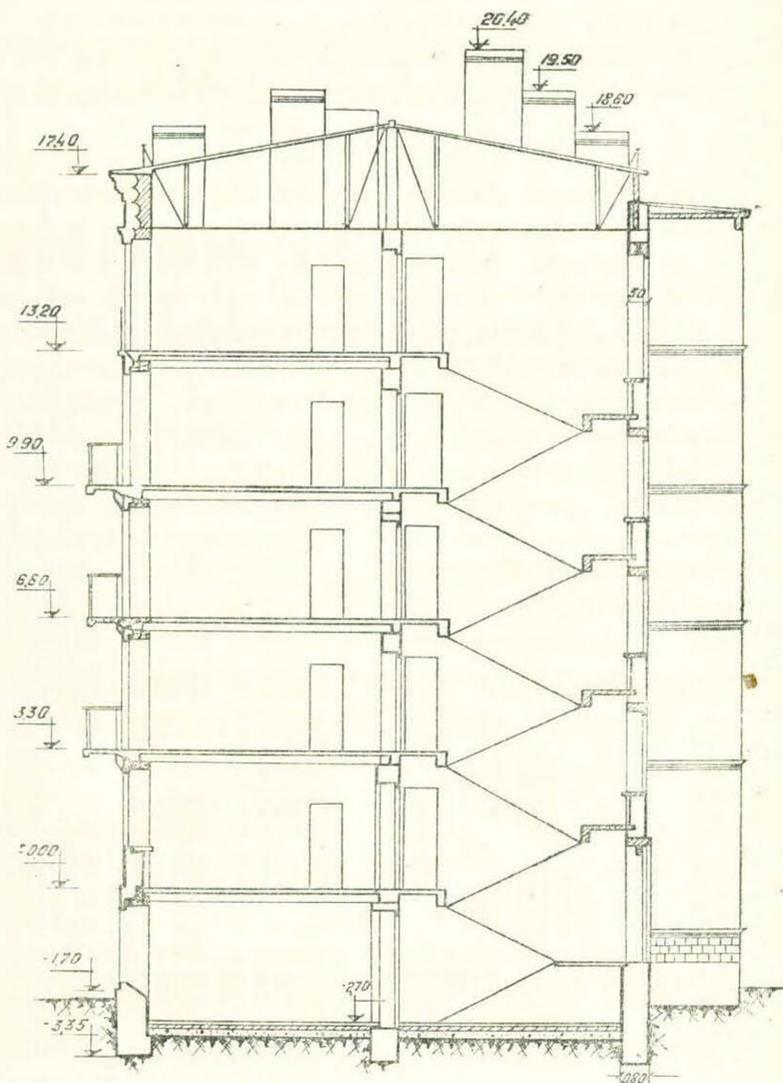


Рис. 6.

шего его размера происходит деформация здания, без какого либо перемещения фундамента по основанию (в нашем случае пола подвала); в направлении же наибольшей жесткости здания, по всей вероятности, помимо деформации здания происходит также его некоторое перемещение по основанию.

При рассмотрении относительно невысоких зданий (до 4-х этажей) колебания грунта у здания получались с реальной амплитудой, в случае рассматриваемого высокого 6-этажного здания из 10 произведенных запи-

сей на грунте ни на одной не получилось заметных смещений. Это говорит возможно о том, что в случае высоких зданий видимо обратное влияние здания на грунт несравненно меньше, чем в случае невысоких зданий, при одних и тех же (скальных) грунтах.

По величинам смещений построены упругие линии здания при колебаниях его в двух взаимно-перпендикулярных направлениях (вдоль направления стен), которые приведены на рис. 7, откуда видно, что в случае колебаний в направлении наименьшей жесткости упругая линия получается в виде прямой, а в перпендикулярном направлении — изогнутой, по форме близкой к сдвигу.

Если рассмотреть колебания здания в направлении наименьшей жесткости, то замечаем, что на основном колебание 4,3 герц наложено колебание с частотой 16 герц, которую следует считать вторым тоном колебания этого здания. Здесь не может быть никакого сомнения, потому, что, если рассмотреть осциллограмму колебаний, приведенную на рис. 8 (помечено), где наложены периоды колебаний высокой частоты, то можно заметить, что максимальные отклонения на уровне второго и четвертого этажей (3 и 5 кривые сверху) имеют одинаковую фазу, а на уровне чердака — обратную (6 кривая сверху). Такое очертание упругой линии совпадает с упругой линией по второй форме колебаний.

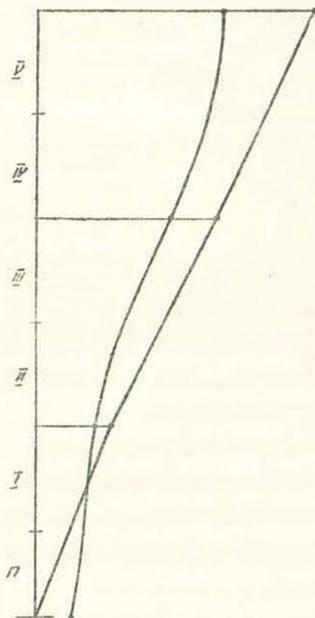


Рис. 7.

Семиэтажная часть с башней здания, расположенного у Шаумянского массива рядом с Большим разданским мостом имеет размеры в плане $12,3 \times 12,3$ м, высоту 22 м. Восьмигранная в плане башня размером 5,2 м, высотой 8 м. Здание железобетонное каркасное с каменными стенами. План испытанной части здания и разрез его верхней части приведены на рис. 9 и 10.

Интересным в этом здании является то, что оно высокое и имеет башню. Как известно в Нормках случаи, когда над зданием возвышаются башни с малыми размерами и массой особо оговариваются и предлагается при этом существенно увеличивать сейсмическую нагрузку [2]. Нашей целью было определить периоды колебания этого здания и проверить здание и башня колеблются с одинаковым периодом или нет. С этой целью приборы были установлены на отдельных этажах (IV и VII), а также на стене перекрытия и башне. Наблюдения показали, что колебания, как здания, так и башни происходят с одинаковой основной частотой, равной 2,8 герца, которые находятся в одной фазе и имеют одинаковый характер. Отсю-

да можно заключить, что здание и башня (по основной частоте) колеблются как одна система.

Помимо основной частоты колебаний записаны также частоты в 9, 15, 20 герц, которые можно считать высокими тонами колебания здания.

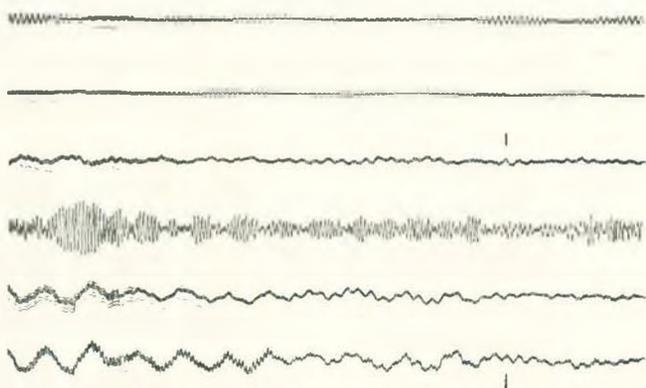


Рис. 8.

Десятиэтажная башенная часть жилого дома по улице Московской — железобетонное каркасное здание с каменными стенами из аванского туфа. Размеры этой части в плане $15,0 \times 14,0$ м, общая высота над поверхностью грунта 34,4 м и ниже этой отметки 3,5 м. Здание в основании опирается на мощную железобетонную плиту. Грунтами основания служат валунно-галечные отложения с суглинистым заполнением.

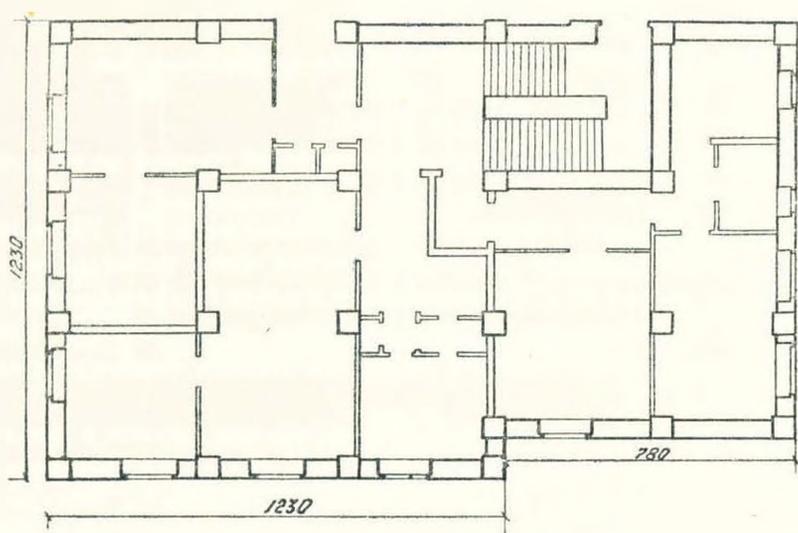


Рис. 9.

Колебания здания в двух направлениях получились несколько различившимися, видимо, вследствие того, что башенная часть с двух взаимно-перпендикулярных сторон по-разному примыкает к зданиям. Частоты колебания в одном направлении получились равными 1,2 и 2,4 герц, и в другом направлении 1,03 и 2,06.

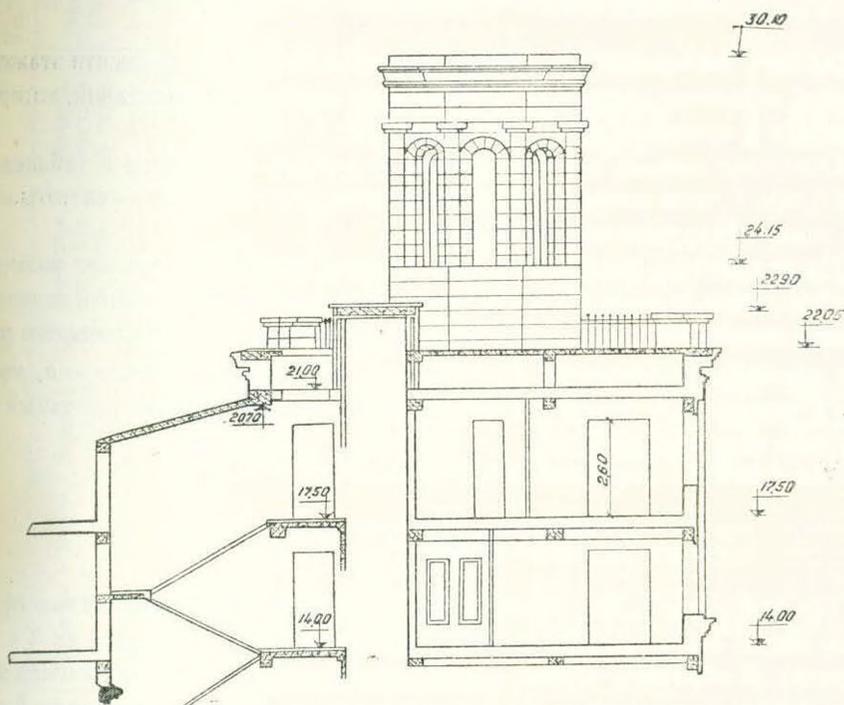


Рис. 10.

Крупнопанельный жилой дом № 3 в Чарбахе — четырехэтажное здание размерами в плане $60,0 \times 11,5$ м, высотой 12,2 м. Кладка фундаментов из базальта, местами туф. Перекрытия из пустотелых балок-настилов, чердачное перекрытие из ферм-настилов.

По максимальным отклонениям, записанным в отдельных точках (на уровне перекрытий) построена упругая линия здания, которая получилась прямой линией, проходящей через подошву фундамента (рис. 11).

Частота колебаний этого здания получилась равной 6,4 герца.

Четырехэтажный жилой дом из камней правильной формы в Шаумянском массиве имеет размеры в плане $55,6 \times 12,6$ м, высоту 13,0 м, однотипен с домом, который находится рядом и также был испытан. Несущие стены здания из камней правильной формы (арктического туфа) размерами $39 \times 29 \times 19$ см; перекрытия из сборных железобетонных балок-настилов, чердачное перекрытие из ферм-настилов.

Частота колебаний этого здания оказалась равной 4,7 герца

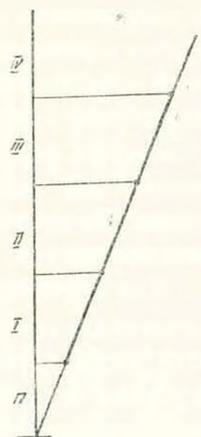


Рис. 11.

III. Обобщение полученных данных и выводы

Для всех исследованных зданий (высотой от одного до десяти этажей) найдены величины частоты основного тона свободных колебаний, которая находится в пределах от 1,1 до 14,5 герца.

Основные данные исследованных 38 зданий приведены в таблице 1, где в графе 7 даны измеренные величины частот, в скобках — частоты второго тона, обнаруженные на записях.

По величинам полученных частот колебаний, имея также размеры зданий в плане и их высоты, мы сочли возможным представить величину периода колебаний (основного тона) в зависимости от наименьшего размера здания — b , высоты — H , и некоторого коэффициента — k , который, в основном, зависит от грунта в основании здания, а также от вида несущих конструкций.

Эта формула выглядит следующим образом*:

$$T_1 = k \frac{H}{\sqrt{b}}$$

На наш взгляд, эта зависимость с большей достоверностью будет иметь место, если размеры здания в плане сильно отличаются (в 2 и более раза). В обратном случае, видимо необходимо учесть оба размера здания в плане. Вычисленные по формуле частоты приведены в графе 8 таблицы 1, при принятии соответствующего значения коэффициента k (графа 9). Эмпирическое выражение для определения периодов колебаний можно представить и в виде $T_1 = k_1 H^{**}$, но в этом случае получается меньшая точность по сравнению с $T_1 = k \frac{H}{\sqrt{b}}$.

Для зданий с несущими каменными стенами системы «мидис» мы имели возможность определить величины коэффициента k для различных грунтов основания. Они получились следующих значений: в случае базальтов $k = 0,050$; цементированных галечников — 0,055; туфов — 0,060; коренных глин — 0,065; суглинисто-супесчаных грунтов — 0,075. Как нетрудно заметить полученные значения коэффициентов вполне закономерны, а именно: чем жестче грунт, тем большая получается частота колебаний здания. По другим зданиям такой возможности не имелось ввиду их малого количества.

Для крупнопанельных зданий, основанием которых являлись цементированные галечники, величина коэффициента k получилась равной 0,040. Если сравнить эту величину k с таковой для случая зданий с несущими каменными стенами системы „мидис“, основанием которых являются цементированные галечники, замечаем, что они существенно разнятся ($k = 0,055$). Частота колебаний крупнопанельных зданий

* Аналогичное выражение приводится у Ф. П. Улриха и Д. С. Кардера [3].

** Такое выражение рекомендует В. С. Павлык [4].

Таблица 1

№№ здания	Район нахождения здания	Грунты основания	Несущие конструкции	Размеры в плане в м	Высота в м (этаж)	Измерен. частота в герц.	Вычисл. частота в герц.	Принятый коэффиц.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ЭКУ № 1	Базальты	„мидис“	54,9×12,5	12,0 (3)	5,4	—	—
2	ЭКУ № 2	„	„	54,9×12,5	12,0 (3)	5,8	5,94	0,05
3	ЭКУ № 3	„	„	54,9×12,5	12,0 (3)	6,7	5,94	0,05
4	ЭКУ, гост.	„	„	60,0×10,4	12,0 (3)	7,0	5,40	0,05
5	ЭКУ, маст.	„	„	57,6×16,4	9,1 (1)	14,5	—	—
6	Шаум. массив	„	„	88,9×12,2	14,6 (4,5)	4,8 (15)	4,85	0,05
7	Чарбах, № 1	Цементиров. галечники	Крупн. панели	59,3×11,0	10,5 (3)	8,7	7,87	0,04
8	Чарбах, № 2	„	„	59,3×11,0	10,5 (3)	8,7	7,87	0,04
9	Чарбах, № 1	„	„мидис“	17,6×11,8	10,8 (3)	5,5	5,70	0,055
10	Чарбах, № 2	„	„	17,6×11,8	10,8 (3)	5,2	5,70	0,055
11	Чарбах	„	„	57,0×12,0	10,8 (3)	6,5	5,75	0,055
12	Завод Кирова	Суглинки-супеси, влажные	„	34,0×12,0	4,0 (1)	2,8 (7,2)	—	—
13	Здание АИСМа	Глыбы валунов с супес. запов.	„	23,4×14,9	15,0 (3)	4,5	4,18	0,055
14	Вардашен	Коренные глины	„	10,0×10,0	7,4 (2)	8,7	6,7	0,065
15	Шаум. массив	Базальты	„	55,6×12,6	13,0 (4)	5,33	5,47	0,05
16	ЭКУ, детсад	„	„	18,2×12,3	6,5 (2)	12,2	10,80	0,05
17	ЭКУ, хоз. дом.	„	„	15,9×6,5	3,7 (1)	13,8	13,80	0,05
18	Шаум. массив	„	„	55,4×14,7	17,4 (6)	4,3 (16)	4,37	0,05
19	УБ. Разд. моста	Базальты	Ж/бетон	12,3×12,3	30,0 (7)	2,8	—	—
20	Ул. Таманяна	Валунно-галечные отл.	„	15,0×14,0	34,4 (10)	1,1 (2,2)	—	—
21	Шаум. массив, детсад	Базальты	„мидис“	25,9×12,6	8,2 (2)	8,0	8,64	0,05
22	Чарбах, № 3	Цементир. галечники	Крупн. пан.	60,0×11,5	12,2 (4)	6,4	6,95	0,04
23	Чарбах, № 4	„	„	44,4×11,5	12,2 (4)	6,4	6,95	0,04
24	Чарбах, № 5	„	„	44,4×11,5	12,2 (4)	6,4	6,95	0,04

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	Чарбах	"	"мидис"	55,0×12,6	15,9 (4,5)	5,23	4,05	0,055
26	Чарбах	"	"	12,0×11,0	6,0 (2)	9,00	10,00	0,055
27	Аван	Туфы	"	12,0× 9,3	8,5 (2)	8,00	6,00	0,06
28	Аван	"	"	11,0× 9,0	3,9 (1)	11,0	12,75	0,06
29	Аван. солерудн.	"	"	18,0×16,0	6,2 (2)	7,0	10,40	0,06
30	Аван. солерудн.	"	"	60,0×14,0	11,5 (3)	5,3	5,42	0,06
31	За ж/д вокзалом	Суглинки	"	42,0×11,0	12,6 (4)	4,0	3,50	0,075
32	За ж/д вокзалом	"	"	36,0×11,0	12,0 (3,5)	4,3	3,67	0,075
33	За ж/д вокзалом	"	"	38,0×11,0	7,0 (2)	4,6	6,28	0,075
34	Шаум. массив	Базальты	Камни прав. формы	55,6+12,6	13,0 (4)	4,7	4,95	0,055
35	Арабкир	"	Сост. круп. бл.	42,0×13,0	11,3 (3)	5,5	5,30	0,05
36	Арабкир, № 1	"	Крупн. бл.	54,0×12,0	19,2 (5)	3,8	3,60	0,05
37	Арабкир, № 2	"	"	54,0×12,0	17,5 (4,5)	4,4	3,95	0,05
38	Арабкир	"	"мидис"	57,0×14,0	14,0 (4)	5,0	5,35	0,05

получилась намного выше частоты каменных зданий системы „мидис“. В случае крупнопанельных зданий, по-видимому, сказывается несравненио меньшая высота здания и этажей, а также более жесткая связь в углах и примыканиях стен.

Сравнивая здание из камней правильной формы с расположенным в непосредственной близости от него зданием со стенами кладки «мидис», которое имеет такие же размеры в плане и одинаковую с ним высоту, замечаем, что частота колебаний его несколько меньше (4,7 герца) по сравнению со зданием из кладки «мидис» (5,3 герца). В этом случае можно принять $k = 0,055$. Здания из крупных каменных блоков имеют такую же жесткость, что и здания со стенами из кладки «мидис». Здание из составных крупных блоков имеет меньшую жесткость ($k = 0,06$).

На основании полученных данных, рекомендуются следующие средние значения коэффициента k , приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Несущие стены Грунты основания	„Мидис“	Камни прав. формы	Естеств. каменные блоки	Состав- ные ка- мен. бл.	Крупные панели
Базальты	0,050	0,055	0,050	0,060	—
Спементированные галечники . .	0,055	—	—	—	0,040
Туфы	0,060	—	—	—	—
Коренные глины	0,065	—	—	—	—
Суглинки-супеси	0,075	—	—	—	—

По полученным записям колебаний на разных по высоте уровнях здания, имелась возможность построить упругие линии колебаний большинства исследованных зданий. Здесь приведены построенные нами упругие линии для трех зданий, рассматривая которые можно заключить, что упругие линии зданий при микросейсмических колебаниях имеют различный характер, выражающийся либо прямой линией (случай поворота здания вокруг оси проходящей через подошву фундамента), либо изогнутой кривой от сдвиговых, а иногда и изгибных деформаций.

В результате произведенных исследований, на записях колебаний некоторых зданий удалось обнаружить кроме основного тона колебаний также второй тон. В начале мы сомневались в достоверности того, что это второй тон колебаний здания, так как эту частоту колебаний можно было бы приписать и «собственной» частоте колебаний грунта, которая часто близка к ней. Хотя и в этом случае мы считали, что это есть также второй тон колебаний здания, вызываемый вследствие резонанса с частотой колебаний грунта (на записи часто получаются биения). При том такая частота в здании наблюдалась и после прекращения колебаний грунта в случае взрыва. Однако, после производства всех экспериментов, теперь уже с большей достоверностью, мы считаем, что полученные на записях высокие частоты являются вторым тоном колебаний здания, потому что

максимальные отклонения по этой частоте, записанные на различных высотах здания имели различные фазы.

Второй тон колебаний, обнаруженный в каменных зданиях высотой 4—6 этажей, приближенно можно определить по формуле:

$$T_2 = \frac{1}{3} T_1$$

Исследование семиэтажного здания с железобетонным каркасом высотой 22,0 м и с размерами в плане 12,3×12,3 м, имеющего наверху восьмигранное башенное строение высотой 8,0 м и размером в плане 5,2 м, показало, что обе эти части имеют одинаковую частоту колебаний, происходящих в одной фазе, т. е. вся система колеблется как одно целое и явления «бича» не наблюдается.

Во всех изученных нами зданиях колебания замерялись в двух взаимно-перпендикулярных направлениях (вдоль стен). И в большинстве случаев (в невысоких зданиях) частота колебаний зданий в обоих направлениях получалась одинаковой.

Запись колебаний на грунте и в здании на том же уровне получалась разной по амплитуде и частоте колебаний, что следует объяснить как результат взаимодействия между фундаментом здания и его основанием.

Частоты и амплитуды колебаний грунта в непосредственной близости от здания и на некотором расстоянии от него (20—25 м) сильно отличались. Это являлось результатом того, что на колебания грунта в непосредственной близости от здания, накладывались дополнительные колебания от здания, т. е. сказывалось обратное действие здания на грунт, в результате чего создавалось вторичное поле колебаний.

Армянский институт
стройматериалов и сооружений

Поступило 27.III 1961

Բ. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՇԵՆՔԵՐԻ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ԷՔՍՊԵՐԻՄԵՆՏԱԿ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ԱՐԳՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. ի. մ.

Հոգաբարձի Բերված է Երևան քաղաքում կառուցված և շահագործման հանձնված 38 շենքերի տատանման կրողերի մենտալ ստումնասիրությունը: Այնքան նպատակ էր հետազոտում գտնել շենքի հիմքի և նրա հիմնատակի փոխազդեցությունը, որոշել շենքերի առաձգական զծի ձևը, ինչպես և շենքերի զինամիկան բնութագրող այլ հատկությունները, որոնք անհրաժեշտ են շենքերի վրա ազդող սեյսմիկ ուժի որոշման համար: Ուսումնասիրված շենքերն ըստ իրենց կոնստրուկտիվ լուծման եղել են տարբեր, հարկերի տարբեր բանակով և հիմնված են տարբեր դրոնանների վրա:

Համեմատաբար լրիվ տվյալներ են ստացված «միդիս» շարվածքով իրականացված շենքերի համար և դա տեղի է ունեցել այն իսկ պատճառով, որ երևանում շենքերի գերակշռող մասը դեռ պատկանում են այդ տիպին: Ուսումնասիրության են ենթարկվել նաև քաղաքում գոյություն ունեցող կոնստրուկտիվ ալ լուծման շենքերի, այն է՝ պանելային, կանոնավոր ձևի քարերից, խոշոր հավաքովի բլոկներից և բնական բլոկներից կառուցված շենքերի դիսմիկ հատկությունները:

Փոխադրական սեյսմիկ լարորսատորիայի օգնությամբ պահանջվել են միկրոսեյսմներից առաջացած շենքերի տատանումները, ինչպես նաև նրանց հետ միասին զրանցվել են դետրի տատանումները: Թույր 38 փորձարկված շենքերի համար ստացվել են զրանց սեփական տատանումների հաճախականությունները: Հոդվածում առաջարկվում է քարե շենքերի սեփական տատանումները որոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$T_1 = k \frac{H}{\sqrt{b}}$$

որտեղ H —շենքի բարձրությունն է, b —նրա փոքր շափր հատակագծում, իսկ k —ն մի գործակից է, որը կախված է շենքի կոնստրուկցիայից և հիմքի գրունտներից: Ստացված են k գործակցի արժեքները, օրինակ «միդիս» շարվածքով իրականացված շենքերի համար, կախված գրունտներից k —ն տատանվում է 0,050—0,075: Ստացված են նաև մի շարք ուրիշ հարաբերություններ և օրինաչափություններ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Карапетян Б. К. Изучение поведения сооружений при сейсмических воздействиях. Доклады АН АрмССР, т. XXXI, № 5, Ереван, 1960.
2. Нормы и правила строительства в сейсмических районах (СН-8-57), Госстрой СССР, М., 1957.
3. Ulrich F. P. and Carder D. S. Vibration of Structures, Proceedings of the Symposium of Earthquake and Blast Effects of Structures, Los Angeles, California, June, 1952.
4. Павлык В. С. Определение свободных колебаний зданий с несущими стенами. Исследования по сейсмостойкости зданий и сооружений. Госстройиздат, М., 1950.