

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Э. Е. ХАЧЯН, В. А. ЗАКАРЯН

О ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ
ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ, ВОЗВЕДЕННЫХ В Г. ЕРЕВАНЕ

Анализ последствий сильных землетрясений показывает высокие антисейсмические качества железобетонных каркасных зданий повышенной этажности. Рациональное проектирование таких зданий в значительной степени зависит от точности определения их динамических характеристик. В условиях г. Еревана наибольшее распространение получили каркасные дома из сборного и монолитного железобетона. В настоящей статье приводятся результаты экспериментального определения периодов свободных колебаний некоторых каркасных зданий повышенной этажности, возведенных в последние годы в г. Ереване.

Периоды в основном определялись путем изучения малых колебаний зданий, вызванных микросейсмическими воздействиями. Кроме того, периоды колебаний ряда зданий были определены также во время взрывов, проводимых при производстве строительных работ. Записи колебаний производились при помощи приборов типа К 001, сейсмоприемника С5С и осциллографа Н 700.

При расчете зданий повышенной этажности на сейсмостойкость, необходимо учитывать и высшие формы колебаний, однако обработка осциллограмм колебаний зданий показывает, что при микросейсмических колебаниях достоверные данные можно получить лишь для периодов первой формы колебаний. Поэтому определение периодов более высоких форм колебаний, а также самих форм колебаний при таких малых деформациях нам представляется нецелесообразным. Значения периодов высших форм колебаний и виды упругих линий целесообразно определять при помощи специальной вибрационной машины, позволяющей проводить испытания с любым, наперед заданным уровнем напряжений и получать устойчивый резонанс при первых трех формах колебаний. Такие испытания предполагается произвести в дальнейшем на нескольких более характерных для г. Еревана зданиях.

Перечень испытанных зданий и полученные результаты приведены в табл. 1. Схемы зданий согласно перечню приведены на рис. 1.

Обелиск 50-летия Октября, представляющий из себя железобетонную консоль коробчатого сечения, имеет простую расчетную схему и экспериментальное определение значения его периода колебаний представляло особый интерес, т. к. результаты испытания можно было непо-

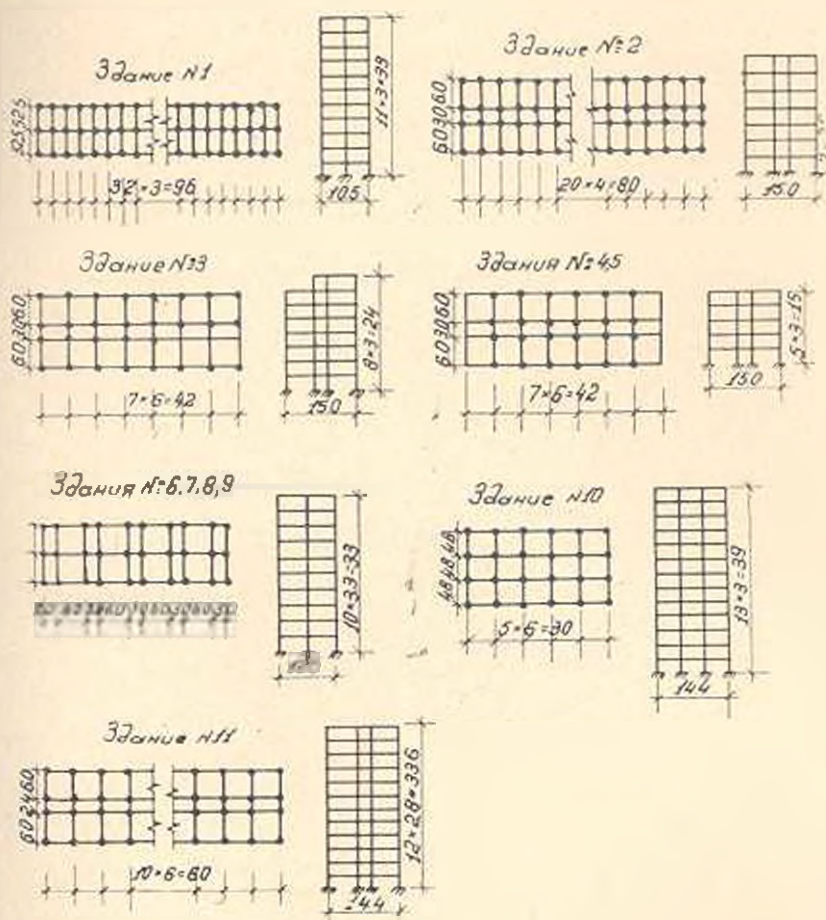


Рис. 1.

средственно сравнить с расчетным значением и тем самым проверить как правильность методики, так и надежность приборов. Поперечное сечение консоли имеет следующие размеры: внутренние—4.1×4.1 м, наружные—5.0×5.0 м.

Для консольного стержня период свободных колебаний первой формы определяется формулой:

$$T = \frac{2\pi l^2}{3.515} \sqrt{\frac{g}{EIc}} \quad (1)$$

Для рассматриваемого случая имеем: $l = 5050$ см, $E = 265000$ кг/см², $I = 286 \cdot 10^8$ см⁴, $g = 981$ см/сек², $q = 205$ кг. Подставив эти значения в формулу (1), получим $T = 0.76$ сек.

Фактическое значение периода колебаний (табл. 1) равно 0.85 сек. Расхождение между опытной и расчетной величиной составляет 12%. Для группы зданий, возведенных на ул. Демирчяна, значение периода вычислено по формуле, предложенной в работе [1] для схем с равными поэтажными массами и постоянной по высоте жесткостью:

Таблица 1

Объект	Число этажей или высота объекта	Характеристика несущих конструкций объекта	Состояние объекта и момент испытания	Периоды горизонтальных колебаний в сек	
				поперек здания	по длине здания
Здание Института кардиологии	11	Сборно-монолитный каркас	Строительство здания завершено. Отделочные работы не выполнены	0,90	0,97
Здание Института биохимии	7	Монолитный каркас рамного типа	То же	0,39	0,47
Здание Института биологии	8	Сборный каркас рамного типа с монолитным первым этажом	То же	0,51	0,76
Здание АН СМ (1 корпус)	5	Сборный каркас рамного типа	Здание находится в эксплуатации	0,27	0,45
Здание АИ СМ (3 корпус)	5	"	То же	0,28	0,46
Жилой дом на ул. Демирчяна, 27	10	Сборный каркас рамного типа с монолитным первым этажом	То же	0,65	0,77
Жилой дом на ул. Демирчяна, 29 (1 корпус)	10	"	То же	0,67	0,75
Жилой дом на ул. Демирчяна, 29 (11 корпус)	10	Сборный каркас рамного типа с монолитным первым этажом	Здание находится в эксплуатации	0,63	0,77
Жилой дом на ул. Демирчяна, 31	10	"	То же	0,67	0,75
Жилой дом управления "Хлебопродуктов"	13	Сборно-монолитный каркас рамного типа с монолитным первым этажом	Ведутся отделочные работы	0,81	0,80
Гостиница "Норк"	12	Сборно-монолитный каркас рамного типа	То же	0,69	0,70
Обелиск 50-летия Октября	30,5 м	Монолитная железобетонная консоль постоянного коробчатого сечения	Нет завершающего шпилья	0,85	0,85

$$T_r = (a_r + b_r n) 2\pi \sqrt{\frac{m l^3}{12 E I}}, \quad (2)$$

где a_r и b_r — постоянные, n — число этажей, m — величина сосредоточенных масс, l — высота этажа, EI — жесткость всех колонн.

Для зданий высотой до 20 этажей значения постоянных для первых трех форм свободных колебаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Форма колебания	a_r	b_r
I форма	0,367	0,633
II форма	0,160	0,210
III форма	0,118	0,126

Поэтажные нормативные вертикальные нагрузки, подсчитанные по рабочим чертежам, имеют следующие значения: $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_8 = Q_9 = 510 \text{ т}$, $Q_{10} = 615 \text{ т}$.

Приняв $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_{10} = 520 \text{ т}$, $l = 3,3 \text{ м}$ и $EI = 30 \times 1105 \times 10^8 \text{ кг/см}^2$, период первой формы свободных колебаний зданий в поперечном направлении, вычисленный по формуле (2), получился равным $T_1 = 0,92 \text{ сек}$, что больше экспериментального значения на 29%. Расхождение в известной мере является следствием неучета формулой (2) жесткости заполнения и других неконструктивных элементов здания. Теоретическое значение периода, вычисленное по той же формуле (2) для здания управления „Хлебопродуктов“ при $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_{10} = 554 \text{ т}$, $l = 3,0 \text{ м}$ и $EI = 24 \times 1105 \times 10^8 \text{ кг/см}^2$, оказалось равным $T_1 = 1,16 \text{ сек}$ и отличалось от экспериментального на 30%. Действительные значения периодов колебаний всех зданий оказались в диапазоне значений, определяемом эмпирической формулой, предложенной для каркасных железобетонных зданий [2]

$$T = n \cdot (0,07 \div 0,09) \text{ сек}, \quad (3)$$

где n — число этажей.

Как видно из таблицы, значения периодов колебаний в обоих направлениях, за исключением зданий АИСМ и здания Института биологии, очень близки. Это обстоятельство указывает на сдвиговой характер колебаний зданий.

Статистическая обработка результатов многократных испытаний, сравнение фактических и расчетных значений периодов определенных аналитически или при помощи эмпирических формул, а также получение одинаковых результатов при идентичных зданиях, при замерах на разных этажах и при применении разной измерительной аппаратуры, дают основание полагать, что полученные результаты достоверны. Многие объекты в момент испытаний находились в стадии строительства, а некоторые были только что сданы в эксплуатацию, поэтому все указанные здания в дальнейшем регулярно будут подвергаться натурным испытаниям, с целью определения изменения периода колебаний в зависимости от разных факторов, и в том числе от продолжительности эксплуатации здания.

В заключение отметим, что полученные экспериментальные данные, помимо прямых назначений будут использованы для паспортизации объектов, что не только позволит изучать появившиеся при землетрясе-

нии повреждения в зависимости от их динамических характеристик, но и даст возможность выявлять степени повреждения зданий и судить о качестве восстановительно-ремонтных работ путем сравнения периодов целого, поврежденного и восстановленного зданий.

АИСМ

Поступило 6.III.1969

Է. Ե. ԽԱՉԻԱՅԱՆ, Վ. Ա. ՉԱԿԱՐՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ԳՈՐԴԱՔՈՒՄ ԿԱՆՈՒՑՎԱԾ ԲԱՐՁՐԱՆՈՐԿ ԿԱՐԿԱՆԱՅԻՆ ՇԵՆՔՈՐԻ
ԴԻՆԱՄԻԿ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում բերված է բարձրահարկ 11 շենքերի ազատ տատանումների հաճախությունների փորձնական որոշման արդյունքները, ըստ որում զրանք չափված են 5 բնակելի և 6 հասարակական շենքերի համար: Հաճախությունները որոշվել են շենքերի միկրոսեյսմերից առաջացած փոքր տատանումների զրանցումներից: Փորձարկված շենքերի սխեմաները բերված են նկ. 1-ում, իսկ չափման արդյունքները՝ 1-ին աղյուսակում: Կոնդի տեղամասի 4 շենքերի, ինչպես և «Հաղամթերքների» վարչության բնակելի շենքերի համար հաճախությունները հաշված են [3] աշխատանքում առաջարկված (2) բանաձևի սկզբում:

Համեմատությունը ցույց է տվել, որ տեսական տվյալները 30 տոկոս ցածր են փորձնականից:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гороян Т. А., Хачиян Э. Е. К изучению сейсмостойкости железобетонных каркасных зданий повышенной этажности. (Доклады участников Всесоюзного совещания по сейсмостойкому строительству в Алма-Ате), Ереван, 1967.
2. Кавагути Х., Канаи. Колебания реальных зданий с малыми амплитудами. В сб. «Международная конференция по сейсмостойкому строительству в Сан-Франциско», М., 1961.