

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕЧЕНИЙ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ПО АКСЕЛЕРОГРАММАМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Рассмотрены 5- и 10- этажные каркасные здания с недеформируемыми перекрытиями с заданной геометрической схемой и массами, сосредоточенными на уровнях перекрытий. Внешнее сейсмическое воздействие задано в виде акселерограммы горизонтальных колебаний основания. Определены оптимальные изменения жесткостей по высоте здания.

Ключевые слова: акселерограмма, оптимизация, жесткость, землетрясение, колебание

Под термином "оптимальное проектирование конструкций" подразумевается подбор их элементов таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная технико-экономическая эффективность зданий и сооружений при обеспечении условий прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, технологичности и других конструктивных требований.

При определении значений горизонтальных сейсмических нагрузок для обычных зданий и сооружений расчетная схема принимается в виде жестко заделанного невесомого стержня, несущего сосредоточенные массы и совершающего колебательное движение по одной из главных осей симметрии. Расчет ведется методом вариантного поиска в данном интервале изменения массы (объема) для нескольких в практическом отношении приемлемых законов изменения поперечных сечений. В качестве расчетной использована горизонтальная компонента акселерограммы в направлении восток-запад, зарегистрированная в поселке Гукасян во время Спитакского землетрясения 1988г. (рис. 1).

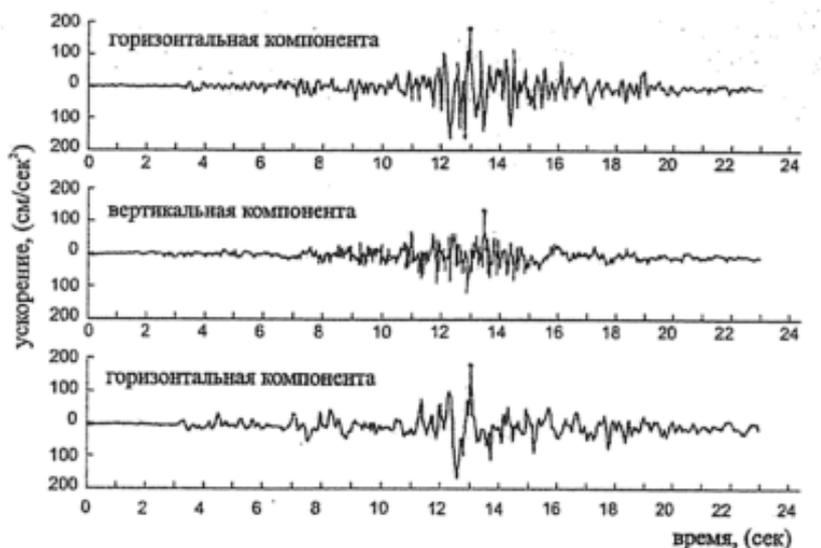


Рис. 1. Акселерограмма, зарегистрированная в поселке Гукасян во время Спитакского землетрясения 1988г. [1]

Горизонтальная сейсмическая нагрузка по i -й форме собственных колебаний S_{ki} определяется по формуле

$$S_{ki} = Q_k A k_0 \eta_{ki} \beta_i, \quad (1)$$

где Q_k —нагрузка, вызывающая силу инерции в точке k , A —безразмерный коэффициент сейсмичности, показывающий отношение расчетного ускорения грунта данного пункта к ускорению свободного падения (для II сейсмической зоны равен 0,3), k_0 —безразмерный коэффициент грунтовых условий (для 2-го класса грунтов равен 1,0), β_i — безразмерный коэффициент динамичности, соответствующий i -й форме свободных колебаний рассматриваемого здания или сооружения, η_k —безразмерный коэффициент, зависящий от ординат формы свободных колебаний X_{ki} и величин сосредоточенных нагрузок Q_k :

$$\eta_{ki} = \frac{Y_{ki} \sum_{j=1}^n m_j Y_{ji}}{\sum_{j=1}^n m_j Y_{ij}^2}, \quad (2)$$

где Y_{ki} —смещение (амплитуда) k -й точки сооружения при его свободных колебаниях по i -й форме.

График динамического коэффициента β (при $Y''_{0max} = 186 \text{ см/с}^2$) показан на рис. 2. При этом принималось, что коэффициент внутреннего трения $\alpha=0,1$.

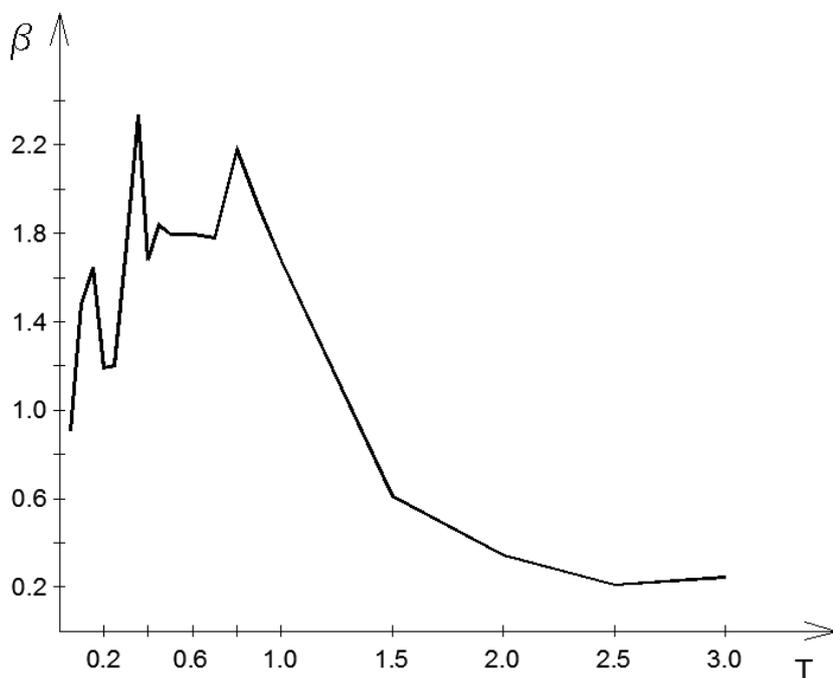


Рис. 2. График коэффициента $\beta(T)$ по акселерограмме Спитакского землетрясения

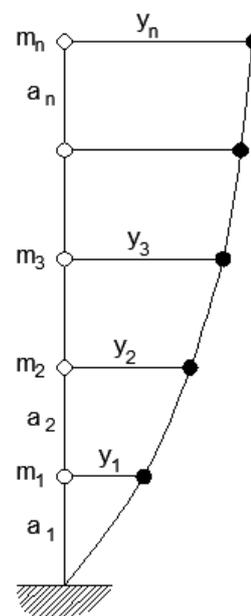


Рис. 3. Расчетная схема пятиэтажного здания

Рассмотрим пятиэтажное здание, расчетная схема которого показана на рис. 3. Принимается, что жесткости этажей a_k по высоте здания уменьшаются по линейному закону [2]. При вычислениях принимается, что основной период зданий составляет: $T_1=0,3; 0,4; 0,5 \text{ с}$.

Значения отношений периодов первых трех форм колебаний пятиэтажного здания с различными отношениями жесткостей a_1/a_5 приведены в табл. 1.

Значения $T_{i(i=1,2,3)}$ при различных a_1/a_5

T_i/T_1	a_1/a_5						
	0,15	0,3	0,6	1,0	1,5	2,0	3,0
T_1/T_1	1	1	1	1	1	1	1
T_2/T_1	0,2392	0,2951	0,3304	0,3426	0,3426	0,3426	0,3426
T_3/T_1	0,1278	0,1654	0,1948	0,2118	0,2140	0,2141	0,2166

Как приведено в рис. 4, наименьший объем соответствует случаю жесткого первого этажа с отношением жесткостей $a_1/a=1,5$. Во всех случаях оптимальная рама имеет примерно равное распределение напряжений по высоте от действия сейсмических нагрузок по формуле (1).

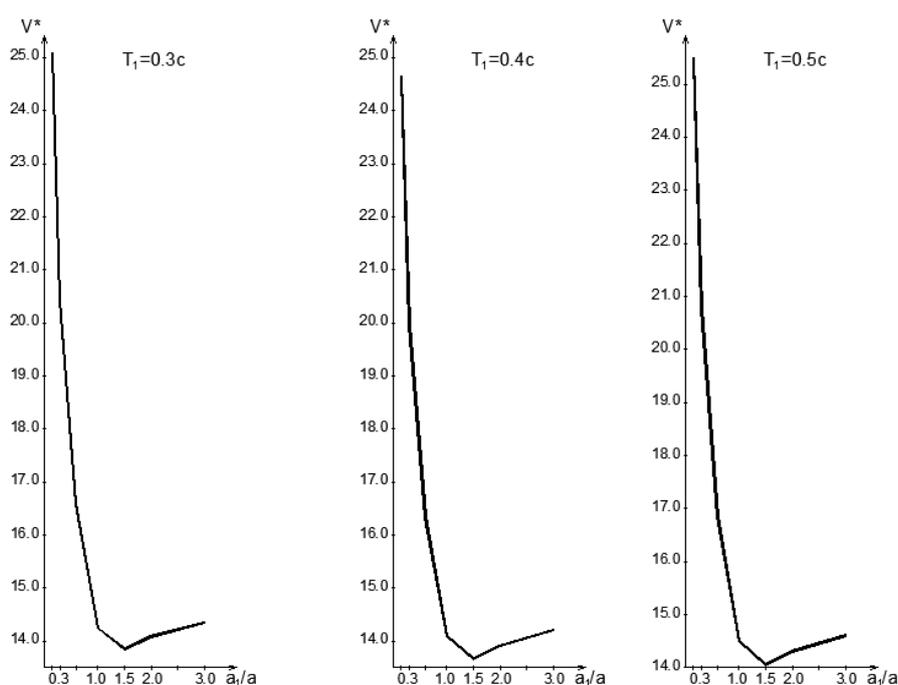


Рис. 4. Значения $V^*=V/H\sqrt{(3bNn^2Hm/\sigma)}$, в зависимости от отношения жесткостей a_1/a и периода T_1 пятиэтажного здания

Рассмотрим свободные колебания 10-этажного здания. Принято, что имеет место изменение жесткостей этажей по высоте по линейному закону. Коэффициент f_k [3] определяется по формуле

$$f_k = \frac{a_n}{a_l} + \frac{n-k}{n-l} \left(1 - \frac{a_n}{a_l}\right), \quad k = 1, 2 \dots n \quad (3)$$

где n —этажность здания; a_n , a_l —жесткости соответственно n -го и первого этажей.

Конечно, непрерывное изменение жесткостей по высоте не применяется или мало применяется на практике из-за сложности изготовления монолитных колонн. Однако такой случай изменения жесткостей представляет теоретический интерес для оценки возможности максимального уменьшения массы (объема) несущих колонн или диафрагм. Непрерывное или частично непрерывное

изменение жесткости колонн может быть достигнуто в рамных конструкциях, где в колоннах применяется жесткая арматура. В этом случае сечения колонн по высоте могут не меняться, а изменение жесткости этажей может быть достигнуто изменением сечений жесткой арматуры.

По полученным данным построены зависимости безразмерного объема колонн здания

$$\frac{V}{\left[H \sqrt{\frac{3b N_m^2 H m}{|\sigma|}} \right]}$$
 от соотношения a_i/a_1 , где H —высота этажа, N —число колонн, m — величина сосредоточенной на уровне перекрытий массы, b —ширина колонн, принимается равной для всех этажей, $|\sigma|$ - допустимое нормальное напряжение.

При расчетах основной период десятиэтажного здания принимался $T_1=0,8; 1,0$ и $1,2$ с, что примерно соответствует периодам основного тона десятиэтажных каркасных зданий. Значения приведенных объемов $V^* = \frac{V}{\left[H \sqrt{\frac{3b N_m^2 H m}{|\sigma|}} \right]}$ в зависимости от T_1 и a_i/a_1 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения V^*

a_i/a_1	T_1		
	0,8	1,0	1,2
1	44,03	39,56	35,19
1/2	36,88	33,75	29,95
1/4	36,11	32,31	29,30
1/8	32,85	30,04	27,88
1/12	37,20	34,90	30,12

Из данных табл.2 следует, что оптимальное изменение жесткости достигается при $a_i/a_1=1/4...1/8$. По сравнению со случаем колонн постоянного поперечного сечения по высоте, при оптимальном изменении жесткостей имеем уменьшение объема при $T_1=0,8; 1,0; 1,2$ с соответственно до 25,4 %, 24,1 % и 20,8 %.

Խ.Գ. Սարգսյան

ԿԱՐԿԱՍՍԱՅԻՆ ՇԵՆՔԵՐԻ ՀԱՏՎԱԾՔՆԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՐԿՐԱՇԱՐՖԵՐԻ ԱՔՍԵԼԵՐՈՎՐԱՄՆԵՐՈՎ

Դիտարկվել են 5 և 10 հարկանի շենքեր՝ չդեֆորմացվող ծածկերով, սահմանված երկրաչափական սխեմաներով և ծածկերի մակարդակներում կենտրոնացված զանգվածներով: Արտաքին սեյսմիկ ուժն առաջադրված է հիմքերի հորիզոնական տատանումների արսելերոգրամների տեսքով: Որոշվել են կոշտությունների օպտիմալ փոփոխությունները շենքի բարձրությունով:

Առանցքային բառեր. արսելերոգրամ, օպտիմիզացում, կոշտություն, երկրաշարժ, տատանում

OPTIMAL PARAMETER'S SELECTION OF FRAME BUILDINGS' SECTIONS, USING EARTHQUAKE ACCELEROGRAMS

5-and 10-storey frame buildings with non-deformable beams are considered with a given geometric scheme and the masses, focused on levels of floors. External seismic force is given in the form of accelerogram of the base horizontal oscillations. The optimal rigidity changes at building height are determined.

Keywords: *accelerogram, optimization, rigidity, earthquake, oscillation*

Литература

1. **Хачиян Э.** Прикладная сейсмология. - Ереван: Изд-во “Гитутюн” НАН РА, 2008. - 491с.
2. **Саркисян Х. Г.** Оптимальное проектирование конструкций многоэтажных каркасных зданий с учетом сейсмических воздействий // Бюллетень строителей Армении. – Ереван, 2003. - N2(79). - С. 20-22
3. **Хачиян Э. Е., Амбарцумян В.А.** Динамические модели сооружений в теории сейсмостойкости. - М.: Наука, 1981. - 204с.

Մարգարիտ Խաչատրյան (ՀՀ, ք. Երևան) - Orange Armenia, (095)988337, khatchic@hotmail.com:

Саркисян Хачатур Газикович (РА, г.Ереван) - Orange Armenia, (095)988337, khatchic@hotmail.com.

Sargsyan Khachatur Gagik (RA, Yerevan)- Orange Armenia, (095)988337, khatchic@hotmail.com.

Ներկայացվել է՝ 27.06.2014թ.

Ընդունվել է ևնշարժըրյան՝ 30.06.2014թ.