

Т. А. ГОРОЯН

УЧЕТ ПОДАТЛИВОСТИ ОСНОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПЕРИОДОВ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Для определения периодов первых трех тонов свободных колебаний многоэтажных каркасных зданий с абсолютно жесткими ригелями и равными массами во всех этажах, когда жесткость первого этажа отлична от равных между собой жесткостей остальных этажей, нами в работе [1] предложена формула:

$$T_l = 2\pi\gamma_l(A_l + nB_l) \sqrt{\frac{m}{a}} \quad (1)$$

где T_l — период l -ой формы свободных колебания; $\gamma_l(2, n)$ — безразмерный коэффициент, зависящий от тона колебаний, числа этажей^{*} (n) и отношения жесткостей первого и типового этажей $\alpha = a_1/a$; a_1 — жесткость первого этажа — сила, вызывающая единичное горизонтальное смещение этажа; $a = a_2 = a_3 = \dots = a_n$ — жесткость типового этажа; m — масса этажа, принятая сосредоточенной в уровне перекрытия; A_l и B_l — безразмерные коэффициенты и соответственно имеют значения: для I тона — 0,367 и 0,633, для II тона — 0,160 и 0,210, для III тона — 0,118 и 0,126.

Формула (1) получена для случая, когда фундаменты стоек первого этажа опираются на неподатливое основание.

Податливость основания под точечными фундаментами стоек каркасного здания приводит к снижению жесткости первого этажа и, соответственно, к увеличению периодов его свободных колебаний. Хотя и в (1) податливость основания не фигурирует, однако, определяя жесткость первого этажа с учетом податливости основания, формула (1) может быть применена и для зданий, фундаменты которых опираются на податливое основание.

Определим жесткость первого этажа каркасного здания с абсолютно жесткими ригелями с учетом податливости основания под точечными фундаментами стоек. Будем полагать, что фундаменты являются жесткими массивами и по конфигурации симметричны относительно вертикальной плоскости. Далее, будем полагать, что при колебаниях здания фундаменты не должны отрываться от грунта, т. е.

^{*} Для зданий высотой до 20 этажей значения γ_l в зависимости от n , а приведены в [1].

суммарное действие нагрузок, приложенных к фундаменту, не вызывает растягивающих напряжений в основании.

Расчетная схема i -ой стойки первого этажа, когда на уровне перекрытия в горизонтальном направлении приложена сила P , будет иметь вид, представленный на рис. 1, а.

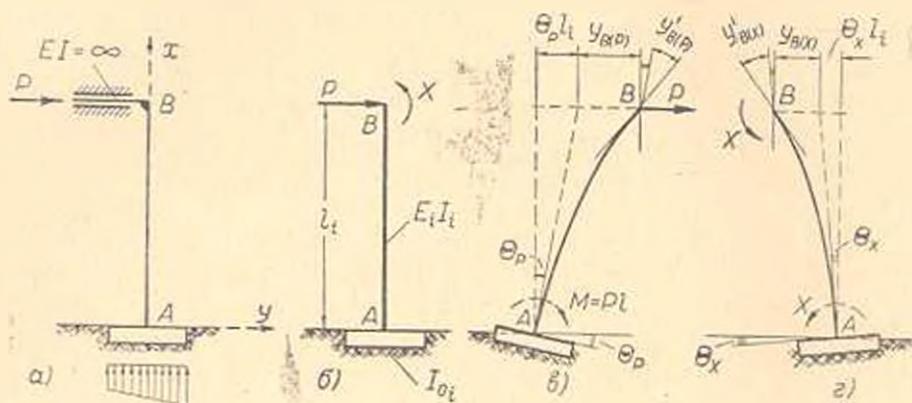


Рис. 1.

Исходя из гипотезы о распределении нормальных напряжений в подошве фундамента по прямолинейному закону, угол поворота фундамента (θ) от действия момента M , приложенного к основанию, будет [2]:

$$\theta = \frac{M}{I_0 C_0} \quad (2)$$

где I_0 — момент инерции подошвы фундамента, C_0 — коэффициент упругого неравномерного сжатия грунта.

При игнорировании горизонтальным смещением фундамента, граничные условия стойки будут:

$$y_A = 0, \quad y'_A = \theta, \quad y_B \neq 0, \quad y'_B = 0.$$

Стойка одновременно статически неопределима. За лишнюю неизвестную принимаем опорный момент $M_A = X$ (рис. 1, б), величину которого определяем из условия $y_B = 0$, принимая $E_1 I_1 = \text{const}$. Суммарный угол поворота сечения B от действия силы P и соответствующего ей момента $M = Pl_i$, приложенного к основанию (рис. 1, в), будет:

$$y'_{B(X)} = \frac{Pl_i^2}{2E_1 I_1} - \theta_p = Pl_i \left(\frac{l_i}{2E_1 I_1} - \frac{1}{I_0 C_0} \right). \quad (3)$$

То же от единичного момента $X = 1$ (рис. 1, г):

$$y'_{B(X=1)} = -\frac{l_i}{E_1 I_1} - \theta_{(X=1)} = -\frac{l_i}{E_1 I_1} - \frac{1}{I_0 C_0}. \quad (4)$$

Поскольку $y_B = y'_{B(X)} - X y'_{B(X=1)} = 0$, то получим:

$$X = \frac{Pl_i}{2} \frac{I_{0i}C_0 l_i + 2E_i I_i}{I_{0i}C_0 l_i + E_i I_i} \quad (5)$$

Суммарное горизонтальное перемещение точки B от совместного действия силы P и момента X будет (рис. 1, в, з):

$$\begin{aligned} y_B &= y_{B(P)} + \theta_P l_i + y_{B(X)} + \theta_X l_i = \\ &= \frac{Pl_i^3}{3E_i I_i} + \frac{Pl_i^2}{I_{0i}C_0} - \frac{Xl_i^2}{2E_i I_i} - \frac{Xl_i}{I_{0i}C_0} \end{aligned} \quad (6)$$

Используя (5) и учитывая, что $E_i I_i / l_i = s_i$ — погонная жесткость i -ой стойки, выражение (6) после преобразований примет вид:

$$y_B = \frac{Pl_i^2}{12s_i} \frac{I_{0i}C_0 + 4s_i}{I_{0i}C_0 + s_i}$$

Поскольку жесткость i -ой стойки первого этажа a_{1i} — это сила, вызывающая перемещение $y_B = 1$, то будем иметь:

$$a_{1i} = \frac{12s_i}{l_i^2} \frac{I_{0i}C_0 + s_i}{I_{0i}C_0 + 4s_i}$$

Следовательно, жесткость первого этажа с учетом податливости основания под точечными фундаментами определится выражением:

$$a_1 = \sum_{i=1}^q a_{1i} = 12 \sum_{i=1}^q \frac{s_i (I_{0i}C_0 + s_i)}{l_i^2 (I_{0i}C_0 + 4s_i)} \quad (7)$$

где q — число стоек первого этажа.

Таким образом, беря значения коэффициента γ_i , соответствующие жесткости первого этажа, вычисленной по (7), при помощи формулы (1) можно будет определять периоды первых трех тонов свободных колебаний каркасных зданий с учетом податливости основания.

Армянский НИИ
стройматериалов и сооружений

Поступило 25.IX.1970.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- 1 Гороян Т. А., Хачиян Э. Е. К определению периодов свободных колебаний многоэтажных каркасных зданий. Известия АН Арм. ССР (серия ТН), т. XXIII, № 5, 1970.
- 2 Назаров А. Г. Метод мгновенного анализа сейсмических сил. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.