Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

УДК 624.042.7:624.074.4

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФОРМЫ КОЛЕБАНИЙ ВИСЯЧИХ ПОКРЫТИЙ С УЧЕТОМ ПРОТЯЖЕННОСТИ

Раззаков Нуъмонхон Сайидмахсудович
Самаркандский государственный технический университет
имени Мирзо Улугбека

Пространственные конструкции обычно считают жесткими колеблющимися как единое целое. Исходя из этого, расчетная схема принимается как консоль с сосредоточенной массой и всё сооружение рассматривается как система с одной степенью свободы. Эта расчетная схема принимается из условий (предпосылок), что конструкция в плане имеет небольшие размеры, возведенной на плотных грунтах, колебания которых происходят только в горизонтальном направлении и т.д.

В нормах, исходя из отмеченного выше, предполагается, что при землетрясениях всё здание колеблется в одной фазе, т.е. принимается

$$\lambda = CT_0 >> L\,, \qquad (1)$$

где λ - длина сейсмической волны; C - скорость её распространения, T_0 - период колебания грунта соответствующий периоду основного тона колебаний зданий; L - длина здания. Однако результаты исследований [37,54,75,83] показали, что с увеличением пролетов (протяженность) пространственных конструкций, особенно возведенных на неплотных грунтах, для которых скорости распространения волн невелики, может сказаться так, что $L = \lambda$ или $L = \lambda/2$. В этом случае эффект бегущей волны приводит к тому, что движение основания в различных точках сдвинуто во времени. Поэтому значение ускорения переносного движения может отличаться от ускорений, отвечающих движению опор. В этом случае может проявиться противофазное или сдвинутое по фазе колебание опор (рис.1).

Рассмотрим двухмерную систему. Произведение распределения масс m(x,y) и ускорений $\ddot{Z}_0(x,y,t)$ принимаем по площади висячего покрытия.

В работах [6,37,83] предлагается, что из общего колебательного движения грунта основное внимание необходимо уделять той частоте грунта, который совпадает с частотой собственных колебаний сооружения. Исходя из этого в расчетах рекомендуется принимать следующие виды движения покрытия, которые вызывают максимальные усилия в оболочке.

Длина сейсмических волн превышает размеры оболочки в плане (симметричное загружение силами инерции) - вся конструкция может получать одинаковое перемещение и ускорение (рис.2.1б).Длина сейсмических волн соизмерима с пролетом покрытия (кососимметричное загружение силами инерции). В этом случае конструкция получает неодинаковые по величине и направлению перемещения и ускорения

(рис. 2.1в). Учет этих особенностей для висячих покрытий различных геометрических форм производим на основе исследований, в [37,75].

Значение внешней сейсмической нагрузки для двухмерной системы запишем в виде:

$$r(x,y,t) = m(x,y)\ddot{Z}_0(x,y,t) \quad \text{или}$$

$$r(x,y,t) = m(x,y)\mu(x,y)\ddot{Z}_0(t), \qquad (2)$$

где m(x,y) - масса покрытия, имеющая произвольное распределение,

λ (x,y) функция распределения переносного (инерционного) движения по площади покрытия,

$\ddot{Z}_0(t)$ - ускорение основания.

Выражение (2.17) может быть разложено на ряд составляющих $r_{ij}(x,y,t)$ - вызывающих колебаний $X_i(x)$, $Y_i(x)$. Поэтому для висячего покрытия с любыми граничными условиями

$$r(x,y,t) = \sum_i \sum_j r_{ij}(x,y,t). \qquad (3)$$

Учитывая, что каждый член разложения соответствующих сейсмических нагрузок $r_{ij}(x,y,t)$ пропорционален соответствующим формам собственных колебаний $X_i(x)$, $Y_i(y)$, запишем

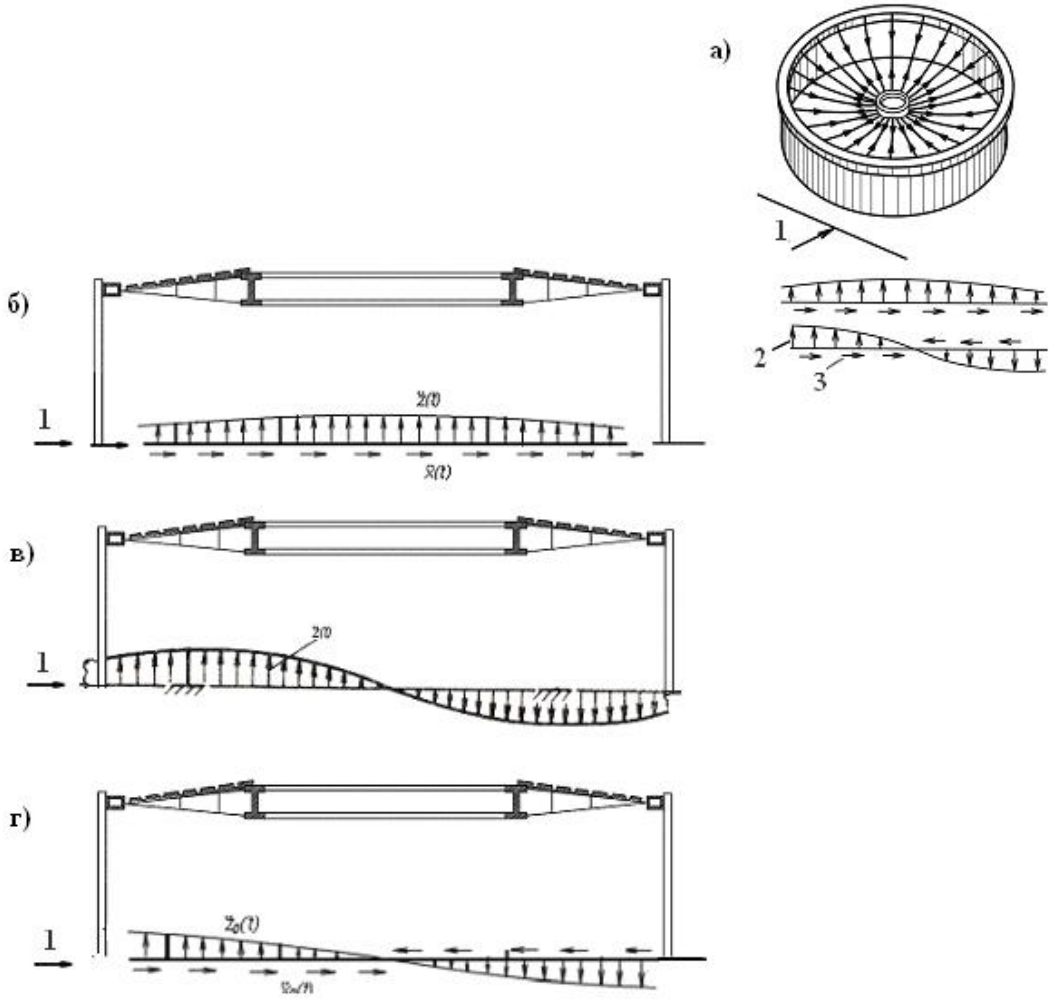

Рис. 2.1. Схемы воздействия бегущей волны на :

а – схема действия бегущей волны на двухпоясные висячие покрытия б, в, г – вертикальное движение опор в одной фазе и противофазах; 1- направления движения вольны; 2, 3 – направление ускорений в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

$$r_{ij}(x,y,t) = \alpha_{ij} m(x,y) X_i(x), \quad Y_j(y), \qquad (4)$$

где α_{ij} - коэффициент, зависящий от пространственной формы колебаний системы.

Для определения коэффициента α_{ij} умножим обе части равенства (2.18) на величину $X_m(x)$, $Y_n(y)$ с учетом (2.19) и проинтегрируем по всей поверхности оболочки

$$\int_F r(x,y,t)X_m(x)У_n(y)dxdy =$$

$$= \sum_i \sum_j \alpha_{ij} Xm(x)У_n(y)m(x,y)X_i(x)У_j(y)dxdy. \qquad (5)$$

В силу взаимной ортогональности формы собственных колебаний $i \neq m$ и $j \neq n$,

$$\int_F m(x,y)X_i(x)У_j(y)X_m(x)У_n(y)dxdy = 0. \qquad (2.21)$$

Выражение (2.21) обращается в нуль. Тогда коэффициент α_{ij} будет равен

$$\alpha_{mn} = \frac{\int_F m(x,y)X_m(x)У_n(y)dxdy}{\int_F m(x,y)X_m^2(x)У_n^2(y)dxdy}. \qquad (6)$$

Заменяя m, n на I, j и m(x,y) на $\frac{q(x,y)}{g}$ с учетом (2.17), получим:

$$\alpha_{ij} = \ddot{Z}_0(t)\frac{\int_F q(x,y)\mu(x,y)\Phi_{ij}(x,y)dxdy}{\int_F q(x,y)\Phi_{ij}^2(x,y)dxdy}. \qquad (7)$$

Используя (2.23) с учетом (2.17), (2.18) и (2.19), определим в общем виде коэффициент пространственной формы колебаний.

$$\eta_{ij}^b(x,y) = \frac{\Phi_{ij}(x,y)\int_F m(x,y)\mu(x,y)\Phi_{ij}(x,y)dxdy}{\mu(x,y)\int_F m(x,y)\Phi_{ij}^2(x,y)dxdy}. \qquad (8)$$

Без учета протяженности конструкции в плане выражение (8) имеет вид

$$\eta_{ij}^b(x,y) = \frac{\Phi_{ij}(x,y)\int_F m(x,y)\Phi_{ij}(x,y)dxdy}{\int_F m(x,y)\Phi_{ij}^2(x,y)dxdy}. \qquad (9)$$

Заменяя x, y на α, β аналогичным образом можно получить коэффициенты формы $\eta_{ij}^b(\alpha,\beta)$ и в размерных криволинейных координатах.

В плане круглых оболочек, принимая полярную систему координат, полученное аналогично (2.24) выражение будет иметь вид:

$$\eta_{ij}^b(\rho,\varphi) = \frac{\Phi_{ij}(\rho,\varphi)\int_0^{2\pi}\int_0^a m(\rho,\varphi)\mu(\rho,\varphi)\Phi_{ij}(\rho,\varphi)d\varphi d\rho}{\mu(\rho,\varphi)\int_0^{2\pi}\int_0^a m(\rho,\varphi)\Phi_{ij}^2(\rho,\varphi)d\varphi d\rho}. \qquad (10)$$

Коэффициенты формы колебаний при горизонтальном движении основания в направлении оси X равны

$$\eta_i^r(x) = \frac{X_i(x)\int_0^{\ell x} q(x)\mu(x)X_i dx}{\mu(x)\int_0^{\ell x} q(x)X_i^2(x)dx}; \qquad (11)$$

В направлении оси У:

$$\eta_j^{г}(y)=\frac{У_j(y)\int_0^{\ell y} q(y)\mu(y)У_j dy}{\mu(y)\int_0^{\ell y} q(y)У_j^2(y)dy}. \qquad (12)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шугаев В.В. Инженерные методы в нелинейной теории предельного равновесия оболочек. – М.: Готика, 2001. – 368 с.
2. Шаблинский Г.Э., Зубков Д.А.. Натурные динамические исследования общественных зданий с натяжными вантовыми покрытиями, возведенных в сейсмически активных районах. Сб. тр. 6-й научно-практической и учебно-методической конференции Фундаментальные науки в современном строительстве. –М.: МГСУ, 2008.
3. Сейсмическая опасность и сейсмотойкое строительство в Российской Федерации. Москва 1996.-73с.
4. Раззаков С.Р., Матниязов Б.И., Раззаков Х.С., Раззаков Ж.С., Раззаков Н.С. Исследование сейсмостойкости большепролетных пространственных конструкций. //Пространственные конструкции зданий и сооружений. – Исследование, расчет, проектирование, применение. – М., 2011. – Вып. 13. – с. 157-165.