

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ПОВОРОТА ЖЕСТКОГО ШТАМПА ПРИ СОВМЕСТНОЙ ЕГО РАБОТЕ С ДЕФОРМИРУЕМЫМ ОСНОВАНИЕМ

Фундаменты стоек каркасов зданий и сооружений наиболее часто могут быть представлены в виде жестких прямоугольных штампов с размерами сторон в плане (В, С) 1:2, 1:3 и т. п. (большой размер (В) в силовой плоскости). Для определения угла поворота жесткого штампа при совместной его работе с деформируемым основанием используем расчетную схему Б.Н. Жемочкина [1], а в качестве метода расчета полученной статически неопределимой системы применим метод сил [2,3,4].

Если деформируемое основание представлено упругим полупространством, а жесткий штамп с размерами в плане В х С загружен системой вертикальных сил и моментами (рис. 1, а), то расчетную схему примем в виде, указанном на рис. 1, б. При этом приложенные моменты заменяются парами сил с плечами, кратными b (b — расстояние между стержнями). Все вертикальные силы, в том числе и массу штампа, следует привести к системе сосредоточенных сил, расположенных над установленными фиктивными стерженьками. Однако более целесообразно (учитывая, что для жесткого штампа $EJ = \infty$) произвести замену всех приложенных усилий (моментов и сил) таким образом, чтобы они были расположены в виде вертикальных сосредоточенных сил над крайними стержнями (0 и $n-1$). При этом здесь рассматривается случай, когда эти сосредоточенные силы направлены вниз (если же одна из этих сил направлена вверх, то будет происходить отрыв штампа от основания на некотором участке).

Производится расчет статически неопределимой системы (рис. 1, б) методом сил, в результате чего определяются усилия в разрезанных стержнях на промежуточных опорах (рис. 1, в). Коэффициенты при неизвестных δ_{ki} и свободные члены Δ_{kp} канонических уравнений метода сил имеют вид

$$\delta_{ki} = \alpha \frac{1}{b} D_{ki}; \quad (1)$$

$$\Delta_{kp} = \alpha \frac{1}{b} (A_k R_0 + B_k R_{n-1}); \quad (2)$$

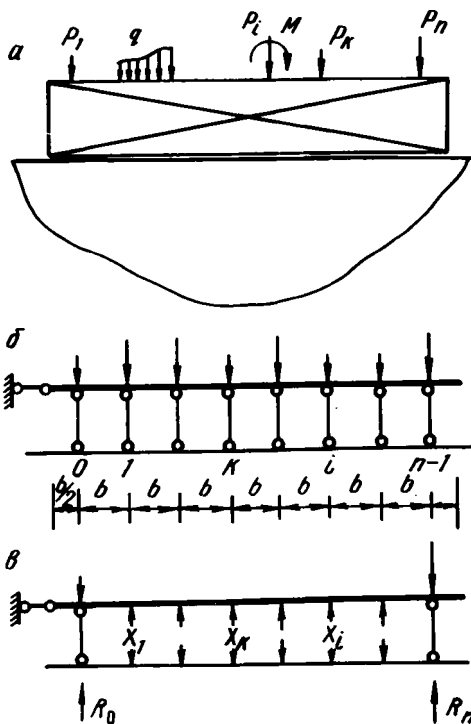


Рис. 1. Жесткий штамп, нагруженный системой сил и моментами:
 а – исходная система, б – расчетная схема; в – основная система.

где $\alpha = \frac{1 - \mu_0^2}{\pi E_0}$ [1]; $b = \frac{B}{n}$ – расстояние между

стерженьками (n – количество условных стержней или количество участков, на которые разбит штамп); R_0 и R_{n-1} – опорные реакции в стержнях (рис. 1, в).

Коэффициенты D_{ki} , A_k и B_k имеют вид

$$D_{ki} = \frac{i}{n-1} \left(1 - 2 \frac{k}{n-1} \right) (F_{n-1} - F_0) + \left(1 - \frac{k}{n-1} \right) (F_0 - F_i) +$$

$$+ \frac{k}{n-1} (F_{n-1} - F_{n-1-i}) + \frac{i}{n-1} (F_k - F_{n-1-k}) +$$

$$+ F_{ik} - iF_k; \quad (3)$$

$$A_k = F_k - F_0 + \frac{k}{n-1} (F_0 - F_{n-1}); \quad (4)$$

$$B_k = F_{n-1-k} - F_{n-1} - \frac{k}{n-1} (F_0 - F_{n-1}), \quad (5)$$

где F_i - безразмерная функция, определяемая по [1] в зависимости от соотношения размеров участков $C: b$, на которые разбит штамп.

В результате решения системы канонических уравнений получим значения неизвестных X_i (при $i = 1, 2, \dots, n-2$) и определим величины R_0 и R_{n-1} (рис. 1, в). Опорным реакциям присвоим вид $R_0 = X_0$ и $R_{n-1} = X_{n-1}$. Затем определим осадки в местах установки стерженьков 0 и $n-1$, которые получим в виде

$$S_0 = \alpha \frac{1}{b} \sum_{i=0}^{i=n-1} X_i F_0; \quad (6)$$

$$S_{n-1} = \alpha \frac{1}{b} \sum_{i=0}^{i=n-1} X_i F_{n-1-i}. \quad (7)$$

Учитывая, что угол поворота штампа β , как правило, очень мал, можно приближенно принять $\text{tg } \beta \approx \beta$ и тогда

$$\beta = \frac{S_{n-1} - S_0}{B - b}. \quad (8)$$

Если деформируемое основание представлено расчетной моделью Фусса - Винклера, то коэффициенты при неизвестных δ_{ki} и свободные члены Δ_{kp} канонических уравнений метода сил будут иметь вид в соответствии с [4]

$$\delta_{ki} = \frac{k}{n-1} \frac{i}{n-1} + (1 - \frac{k}{n-1})(1 - \frac{k}{n-1}) \text{ при } k=i; \quad (9)$$

$$\delta_{kk} = (\frac{k}{n-1})^2 + (1 - \frac{k}{n-1})^2 + 1; \quad (10)$$

$$\Delta_{кр} = \frac{k}{n-1} R_{n-1} + \left(1 - \frac{k}{n-1}\right) R_0. \quad (11)$$

Угол поворота штампа (β) и в этом случае будет определяться аналогично формуле (8).

Л и т е р а т у р а

1. Жемочкин Б.Н., Синицын А.П. Практические методы расчета фундаментных балок и плит на упругом основании. - М., 1962.
2. Яголковский Р.Н. К расчету балок на дискретном основании. - Изв. АН БССР, Сер. физ.-техн. наук, 1966, №1.
3. Яголковский Р.Н. Применение метода сил к расчету балок на зернистом основании. - Мат-лы секции строит. механики. - Минск, 1970.
4. Яголковский Р.Н. Применение метода сил к расчету балок, лежащих на основании, представленном моделью Фусса - Винклера. - В кн.: Науч. сессия, посвященная 50-летию БССР и КПБ. 9 - 10 декабря 1968 г. Тез. докл. - Минск, 1968.