

ТЕОРИЯ СООРУЖЕНИЙ

З. А. Агагорян

Расчет изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения с учетом собственного веса

(Представлено А. Г. Назаровым 22 III 1947)

При расчете железобетонных конструкций обычно предварительно задаются размерами конструкции для определения собственного веса, учитываемого как нагрузка. Так как заранее трудно назначать точные размеры конструкции, то для получения точного результата во многих случаях приходится произвести повторный расчет, подставляя полученные значения размеров конструкции.

Сказанное имеет существенное значение для расчета плит, т. к. в последних собственный вес играет значительную роль.

Для устранения этого неудобства нами выведена расчетная формула для изгибаемых элементов прямоугольного сечения с учетом собственного веса. Аналогичная формула для плит в свое время была выведена проф. Я. В. Столяровым* на основе старой теории расчета железобетона. Однако, эта формула не нашла широкого применения из-за сложности.

Полученная нами формула, исходящая из новой теории железобетона, не требует составления дополнительных таблиц. В формулу входит только коэффициент, определяемый обычными расчетными таблицами. Ниже приводим вывод нашей формулы.

По Нормам проектирования железобетонных конструкций расчет изгибаемых элементов прямоугольного сечения с одиночной арматурой производится по формуле:

$$kM = bh_0^2 R_n \alpha (1 - 0,53\alpha). \quad (1)$$

где k — коэффициент запаса прочности,
 M — расчетный изгибающий момент,
 b — ширина сечения,

* Проф. Б. Г. Скрамтаев и проф. Я. В. Столяров, „Выбор допускаемых напряжений и марок бетона“, 1932 г.

h_0 — полезная высота сечения.

R_n — предел прочности бетона на сжатие, вводимое в расчет при изгибе

$$\alpha = \frac{F_a \sigma_r}{b h_0 R_n} \text{ — характеристика сечения,}$$

F_a — площадь сечения продольной арматуры,

σ_r — предел текучести арматуры.

Разобьем изгибающий момент M на две части:

$$M = M_1 + M_2, \quad (2)$$

где M_1 — изгибающий момент от полезной нагрузки (включая вес не несущих элементов конструкции — изоляция, отделка и пр.),

M_2 — изгибающий момент от собственного веса железобетонного элемента.

Последний можно представить:

$$M_2 = \beta \gamma h b l^2, \quad (3)$$

где γ — объемный вес железобетона,

h и b — полная высота и ширина элемента,

β — коэффициент, зависящий от условий опирания элемента (для свободно опертого балочного эле-

мента $\frac{1}{8}$ и т. п.),

l — расчетный пролет элемента.

Подставим значения (2) и (3) в формулу (1).

$$k (M_1 + \beta \gamma h b l^2) = b h_0^2 R_n \alpha (1 - 0,53 \alpha).$$

Выражая полную высоту элемента через рабочую высоту,

$$h = \eta h_0,$$

где коэффициент η округленно можно принять $\eta = 1,25$ для плит и $\eta = 1,1$ для балок, после преобразований получим следующее квадратное уравнение

$$h_0^2 - h_0 \beta \eta \gamma k l^2 \cdot \frac{1}{R_n \alpha (1 - 0,53 \alpha)} - \frac{M_1 k}{b} \cdot \frac{1}{R_n \alpha (1 - 0,53 \alpha)} = 0.$$

$$\text{Т. к.} \quad \frac{1}{R_n \alpha (1 - 0,53 \alpha)} = r^2,$$

где r — коэффициент высоты в расчетной формуле прямоуголь-

ных сечений $h_0 = r \sqrt{\frac{kM}{b}}$,

получим

$$h_0^2 - \beta \eta \gamma k r^2 l^2 h_0 - r^2 \frac{kM_1}{b} = 0.$$

откуда

$$h_0 = \beta\eta \frac{\gamma}{2} k r^2 l^2 + \sqrt{(\beta\eta \frac{\gamma}{2} k r^2 l^2)^2 + r^2 \frac{k M_1}{b}}$$

Численный анализ показывает, что первый член подкоренного выражения по сравнению со вторым членом ничтожно мал, поэтому им можно пренебречь. Тогда

$$h_0 = r \sqrt{\frac{k M_1}{b} + \beta\eta \frac{\gamma}{2} k r^2 l^2}. \quad (4)$$

Допущенная при этом ошибка составляет в среднем 0,5%, что находится в пределах точности расчета.

Формулу (4) можно представить также в виде

$$h_0 = r \sqrt{\frac{k M_1}{b} + r^2 k M_0}, \quad (5)$$

где M_0 — изгибающий момент от условной нагрузки $g_0 = \eta \frac{\gamma}{2}$. Таким образом получается простая формула, отличающаяся от обычной тем, что прибавляется второй член $r^2 k M_0$.

Коэффициент высоты r в обычных расчетных таблицах дан с учетом выражения величин в кг и см. Следовательно, g_0 также должно быть выражено в кг/см. Для плит из обычного тяжелого железобетона при $\gamma = 2400$ кг/м³, $\eta = 1,25$, получается $g_0 = 0,0015$ кг/см. Для удобства расчета можно в формуле (5) M_0 выразить в кг.м, оставляя измерение h_0 в см, тогда $g_0 = 15$ кг/м.

Для плит из легкого железобетона получается:

при пемзобетоне (принимая $\gamma = 1200$ кг/м³)... $g_0 = 7,5$ кг/м

при артикуфобетоне (принимая $\gamma = 1600$ кг/м³)... $g_0 = 10$ кг/м

при туфобетоне (принимая $\gamma = 1800$ кг/м³)... $g_0 = 11,3$ кг/м.

Для балок можно получить соответствующие значения g_0 , подставляя $\eta = 1,1$.

Институт строительных
материалов и сооружений
Академии Наук Арм. ССР
Ереван, 1947, февраль.

Ձ Ա. ՀԱՅԱԳՈՐԾՅԱՆ

ԾԱՌԱՄԱՆ ՂԵՄ ԱՇԽԱՏԱՅԻՑ Ուղղանկյուն հատվածով երկաթբետոն
էլեմենտների հաշվարկը՝ սեփական կուռի հաշվառմամբ

Երկաթբետոն կոնստրուկցիաների հաշվարկման ժամանակ սովորաբար նախապես ընդունում են կոնստրուկցիայի չափերը՝ նրա սեփական կշիռը ուղղելու համար, որը հաշվի է առնվում իբրև բեռնազորում: Քանի որ դժվար է հաշվարկից առաջ նշանակել կոնստրուկցիայի ճիշտ չափերը, ապա ճշգրիտ արդյունք ստանալու համար շատ անգամ հարկ է լինում կրկնել հաշվարկը, տեղադրելով առաջին հաշվարկից ստացված չափերը: Ավագը հակառակ նշանակություն ունի հաշվարկի սույնի հաշվարկի համար, որովհետև դրանց սեփական կշիռը նշանակալի դեր է խաղում:

Այս անհարմարությունը վերացնելու նպատակով հեղինակը գուրա է բերել մի բանաձև (5), որով հեշտությամբ կարելի է հաշվարկել ծավալ ղեմ աշխատող ուղղանկյուն հատվածով երկաթբետոն էլեմենտները՝ առանց նախապես որոշելու նրանց սեփական կշիռը: