

10 лекция

**Элементы
прямоугольного сечения
*с двойной арматурой.***

Сечениями с **двойной арматурой** называют такие, в которых кроме растянутой арматуры **ставится по расчету сжатая**.

Сжатую арматуру устанавливают по расчету в том случае, когда **прочность бетона сжатой зоны оказывается недостаточной** ($x > \xi_R h_o$) для восприятия изгибающего момента от внешней нагрузки.

Сечения с двойной арматурой **неэкономичны по расходу стали**, так как увеличивается расход продольной арматуры и требуется постановка поперечных стержней (с шагом не более $15d$ в вязаных каркасах и $20d$ — в сварных), обеспечивающих закрепление сжатых рабочих продольных стержней от выпучивания.

Поэтому сжатую арматуру ставят по расчету только в особых случаях:

при ограниченных размерах поперечного сечения элемента;

невозможности повышения класса бетона;

при действии изгибающих моментов двух знаков
(неразрезные балки, ригели рам и др.)

или других специальных требованиях
(для уменьшения ползучести бетона сжатой зоны или уменьшения эксцентриситета усилия обжатия в предварительно напряженных элементах).

Формулы для расчета нормальных сечений элементов с двойной арматурой получены из тех же условий, что и для элементов с одиночной.

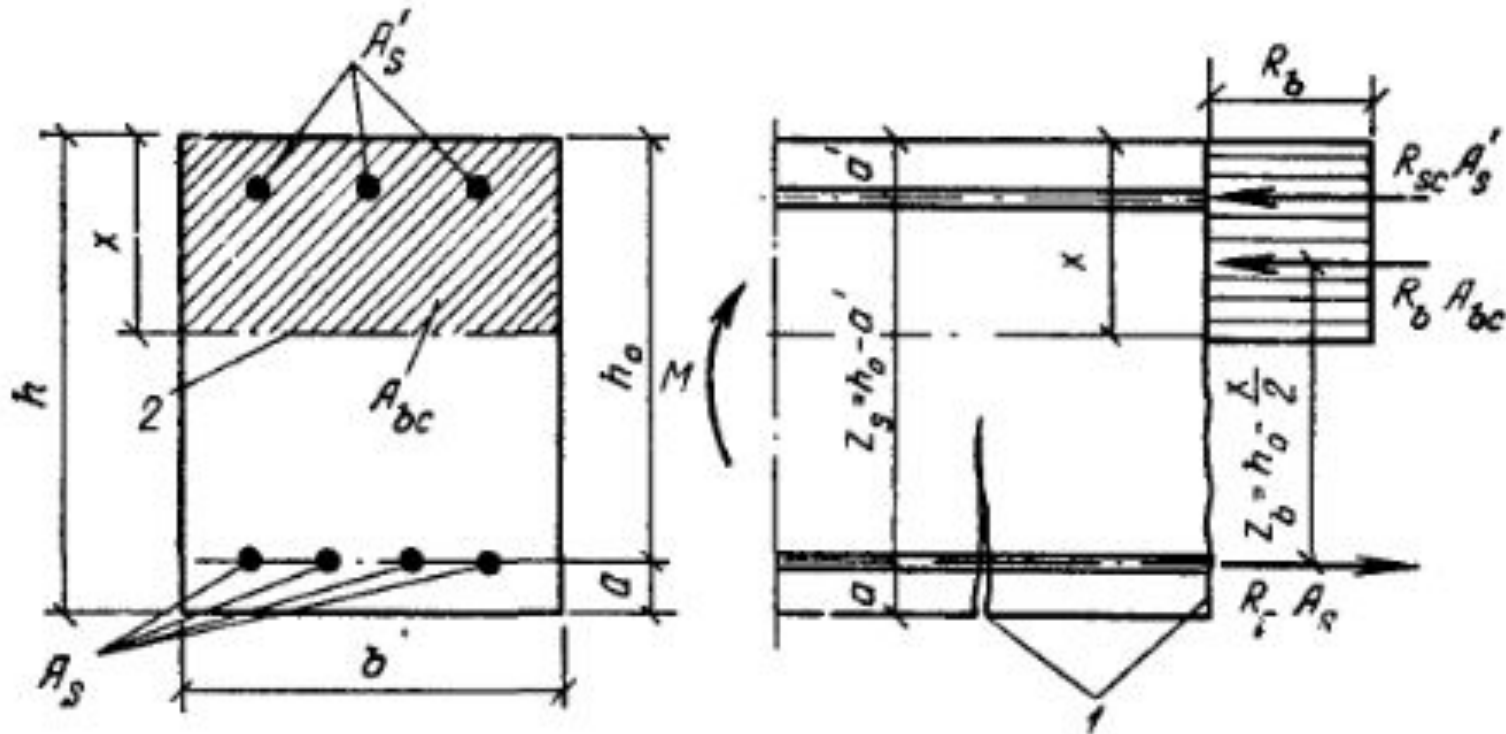


Рис. 1. Расчётная схема изгибаемого элемента с двойной арматурой

В соответствии с расчетной схемой (рис. 1) условие прочности изгибаемого элемента в предельном состоянии имеет вид:

$$M \leq R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A_s' (h_0 - a'), \quad (1)$$

а уравнение проекций всех сил на горизонтальную ось

$$R_s A_s = R_b b x + R_{sc} A_s' \quad (2)$$

Вводя параметры α_m , ξ , ζ аналогично тому как и при одиночном армировании, получим:

$$M \leq \alpha_m R_b b h_0^2 + R_{sc} A_s' (h_0 - a') \quad (3)$$

$$R_s A_s = R_b b \xi h_0 + R_{sc} A_s' \quad (4)$$

При расчете сечений элементов с двойной арматурой могут встретиться два типа задач:

1) сжатая арматура необходима для усиления сжатой зоны бетона (если увеличение размеров сечения нежелательно)

2) сжатая арматура предусмотрена по конструктивным соображениям или при условии действия изгибающих моментов двух знаков.

При решении задач первого типа **в двух** исходных **уравнениях** оказывается **три неизвестных**:

$$x, A_s, A'_s.$$

Вследствие этого принимается дополнительное условие, которое отвечает экономическим требованиям.

Исследования показывают, что **сечение будет наиболее экономичным, когда на бетон передается максимально возможное сжимающее усилие.**

Это будет иметь место при $\xi = \xi_R$

В этом случае **сжатая арматура** воспримет момент:

$$M'_s = R_{sc} A'_s (h_o - a') = M - \alpha_R R_b b h_o^2, \quad \text{откуда}$$

$$A'_s = (M - \alpha_R R_b b h_o^2) / [R_{sc} (h_o - a')].$$

Площадь **растянутой арматуры** A_s получают из условия (4), принимая $x = x_R = \xi_R h_o$:

$$A_s = R_{sc} A'_s / R_s + R_b \xi_R b h_o / R_s.$$

Проверка несущей способности осуществляется по условию (3), при этом x находится из формулы (2).

Формулами (1)... (4) можно пользоваться при

$$x \geq 1,1a'$$

В противном случае сжатая арматура окажется вблизи нейтральной оси и напряжения в ней будут ниже R_{sc}