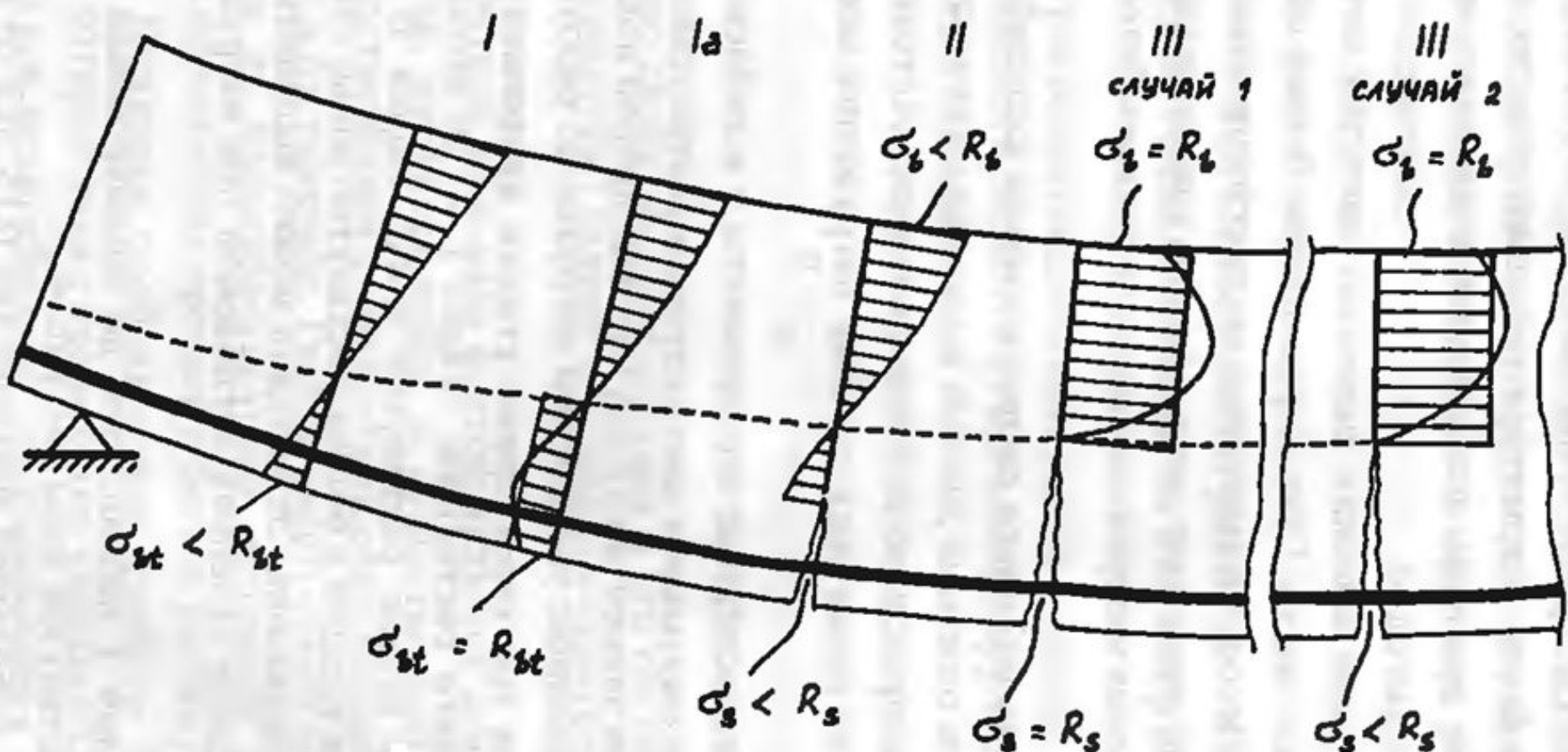
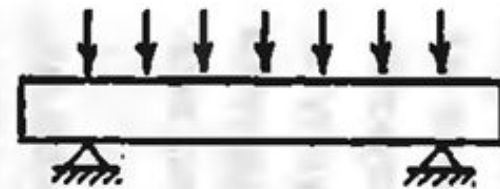
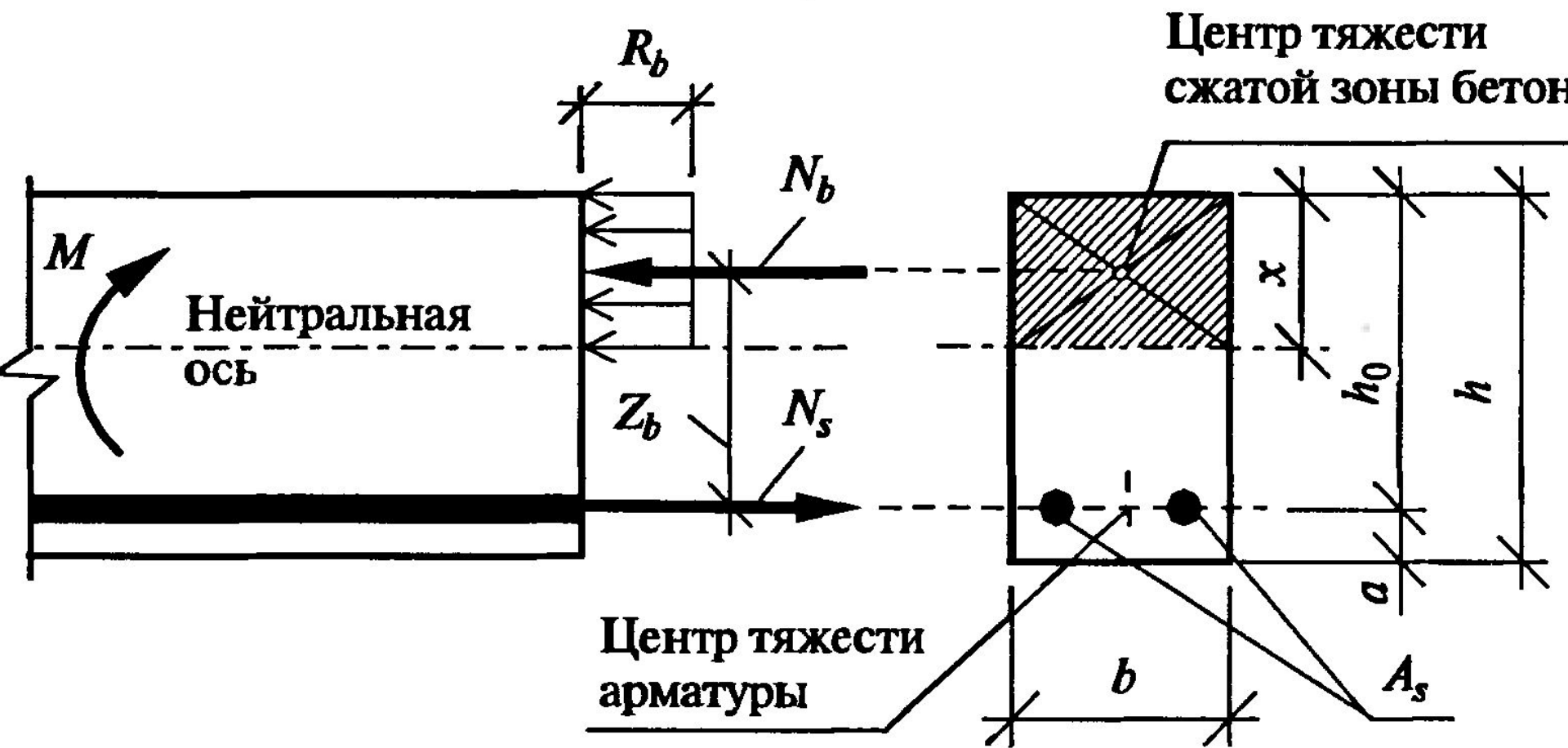


**ИЗГИБАЕМЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ С
ОДИНОЧНЫМ
АРМИРОВАНИЕМ.**



Стадии напряженно-деформированного состояния ЖБК:
 I — упругая (до образования трещин),
 II — упругопластическая (эксплуатационная),
 III — пластическая (перед разрушением).



ДААННЫЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

M – изгибающий момент, кН*м

Q - поперечная сила, кН

l_0 - расчетная длина, м

h_0 - расчетная высота, см

a – расстояние от центра тяжести
рабочей арматуры до крайнего нижнего
волокна бетона, см

ДААННЫЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

x - высота сжатой части бетона, см

$h_{зс}$ - защитный слой бетона, см

b - ширина сечения, см

R_b - расчетное сопротивление бетона сжатию, МПа

R_s - расчетное сопротивление арматуры, МПа

ДААННЫЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

N_b - продольное усилие сжимающее бетон, кН

N_s - продольное усилие растягивающее арматуру, кН

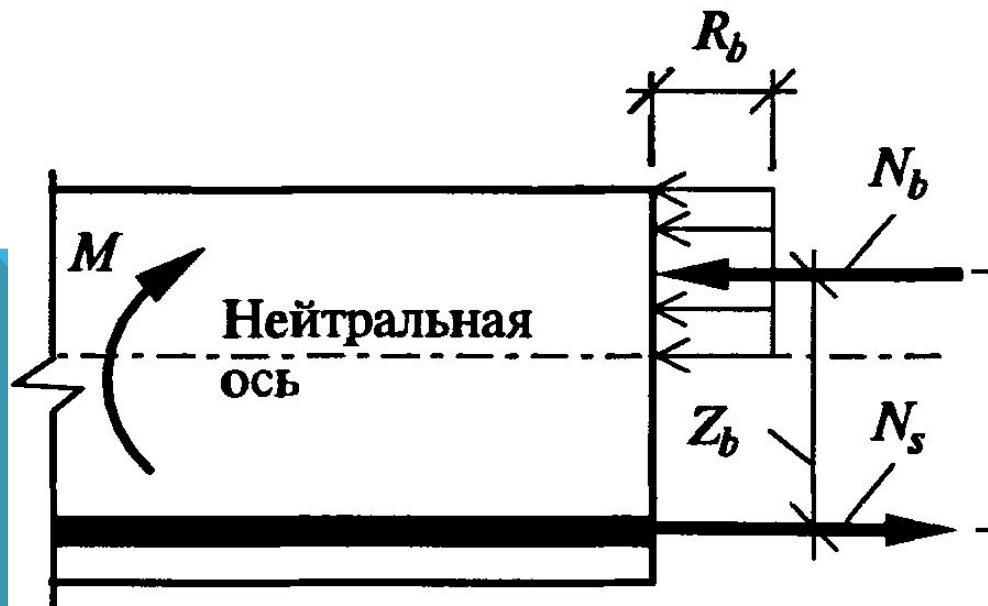
z - плечо внутренней пары сил, см

A_s - площадь поперечного сечения рабочей арматуры, см²

ВЫВОД ФОРМУЛ РАСЧЕТА

При рассмотрении схемы можно вывести, что материалы работают в равновесии, поэтому:

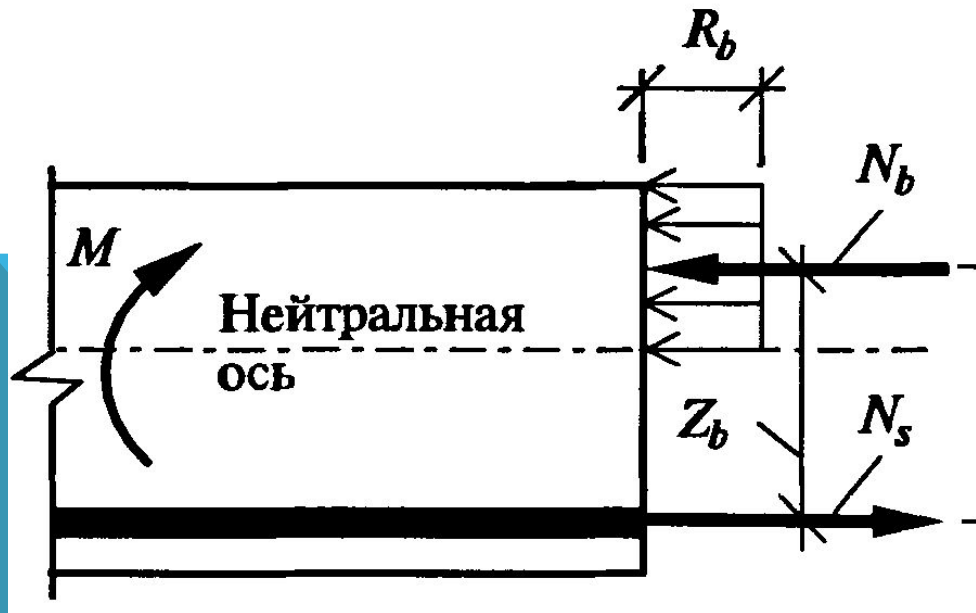
$$N_b = N_s$$



Поскольку сила это произведение расчетного сопротивления R и поперечного сечения A , то:

$$R_b \cdot A_b = R_s \cdot A_s$$

$$R_b \cdot b \cdot x = R_s \cdot A_s$$



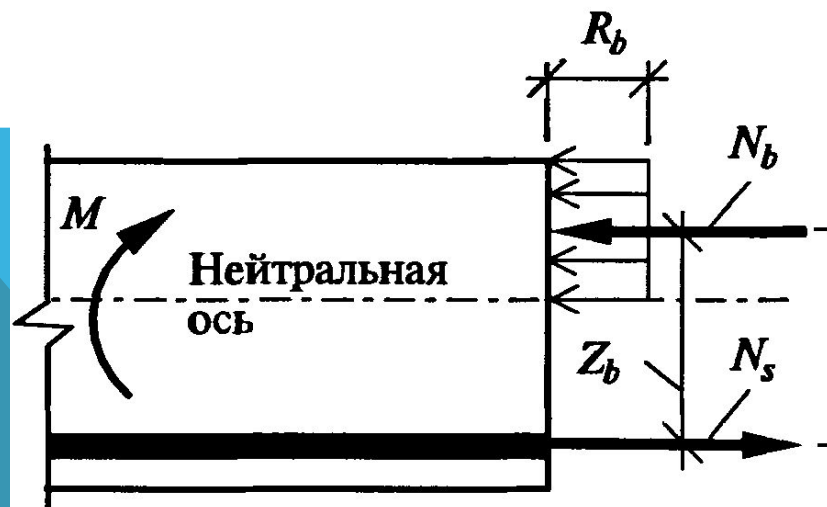
Изгибающий момент работает на каждый материал. Поскольку силы равны, то и моменты равны.

Момент - произведение силы на плечо:

$$N_b \cdot z = N_s \cdot z$$

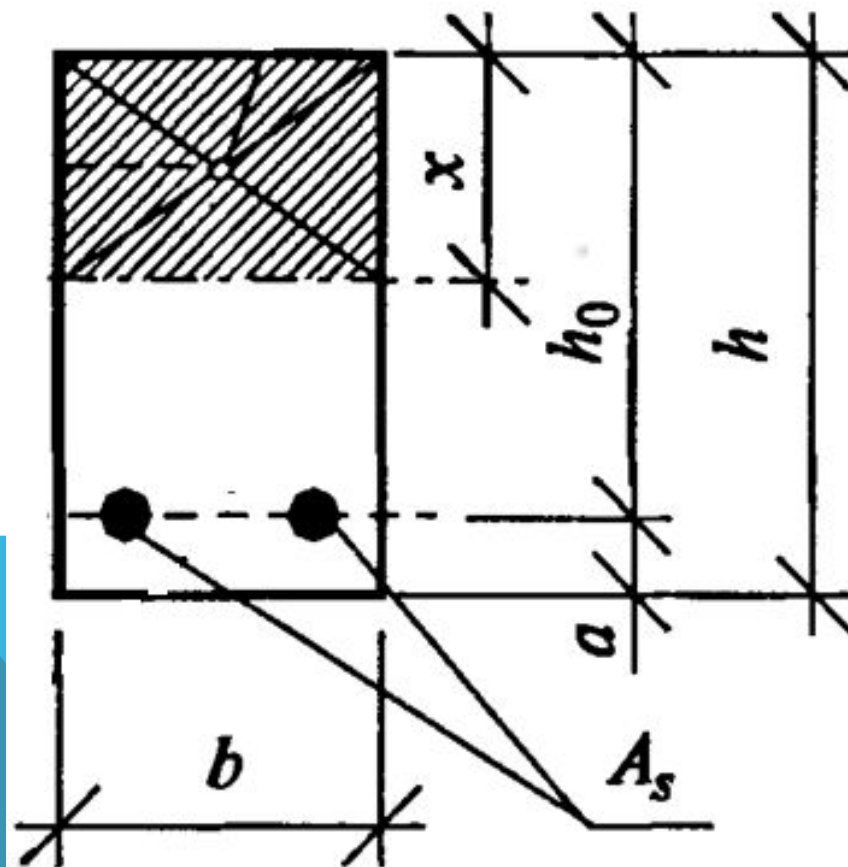
Плечо:

$$z = h_0 - 0,5x \quad \text{где: } h_0 = h - a$$



Теперь расписываем:

$$R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) = R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - 0,5x)$$



Теперь в уравнении известен только момент:

$$M = \frac{q \cdot l_0^2}{8}$$

В таких условиях прибегают к следующему приему. Задаются материалами: арматурой, бетоном, шириной сечения .

Неизвестными остаются A_s, h_0, x .

Если вернуться к формуле:

$$R_b \cdot b \cdot x = R_s \cdot A_s$$

То сжатую зону можно рассчитать:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b}$$

Строительные нормы ограничивают относительную высоту сжатой зоны ξ и представляет собой отношение:

$$\xi = \frac{x}{h_0}$$

У этого значения есть ограничение, граничное значение высоты ξ_R .

Это уравнение можно переписать:

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{\mu \cdot R_s}{R_b}$$

Где: μ -коэффициент армирования.

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0}$$

В расчетной практике он же процент армирования:

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\%$$

Условия прочности элемента в
предельном состоянии:

По бетону сжатой зоны:

$$M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x)$$

По растянутой арматуре:

$$M \leq R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - 0,5x)$$

Для упрощения расчетов формулы преобразовывают, подставляя из

$$\xi = \frac{x}{h_0}, \quad x = \xi \cdot h_0$$

$$\begin{aligned} M &\leq R_b \cdot b \cdot \xi \cdot h_0 (h_0 - 0,5\xi h_0) = \\ &= R_b \cdot b \cdot \xi \cdot h_0^2 (1 - 0,5\xi) \end{aligned}$$

$$M \leq R_s \cdot A_s \cdot h_0(1 - 0,5\xi)$$

Обозначим часть формул,
коэффициентами, которые зависят от
сжатой зоны сечения:

$$\alpha_0 = \xi \cdot (1 - 0,5\xi)$$

$$\eta = 1 - 0,5\xi$$

Преобразованные формулы будут иметь
вид:

$$M \leq R_b \cdot b \cdot \alpha_0 \cdot h_0^2$$

$$M \leq R_s \cdot A_s \cdot \eta \cdot h_0$$

Минимальный процент армирования 0,05%, максимальный процент армирования зависит от прочности бетона, его можно вычислить .

При оптимальном армировании он составляет от 1-2% для балок и 0,3-0,6% для плит.

Для расчета используем формулы:

$$M = \frac{q \cdot l_0^2}{8}$$

$$h_0 = h - a$$

$$\alpha_0 = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0}$$