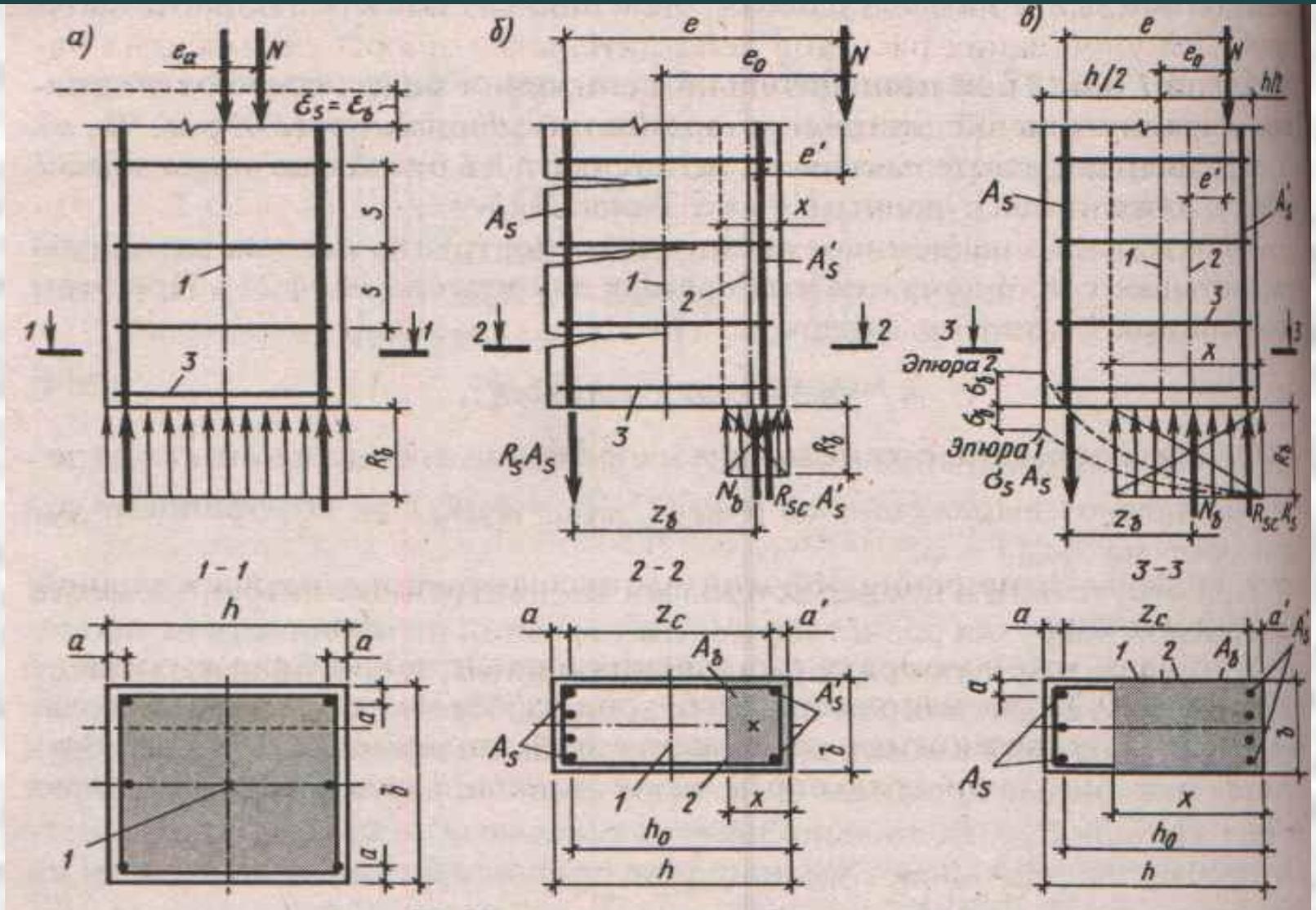


# Расчетные схемы сжатых элементов



а – при случайных эксцентриситетах  $e_a$ ; б – при  $x \leq x_R \cdot h_0$ ; в – при  $x > x_R \cdot h_0$ ;

1 – геометрическая ось элемента; 2 – центр тяжести бетона сжатой зоны; 3 – хомуты

# Прямоугольные сечения с симметричной арматурой

Расчет сжатых элементов из бетона классов ***B15-B35*** на действие продольной силы, приложенной с эксцентриситетом равным случайному эксцентриситету  $e_0 = h/30$ , при  $l_0 \leq 20h$  допускается производить из условия:

$$N \leq \varphi (R_b A + R_{sc} A_{s,tot})$$

при  $\varphi$  – коэффициент, определяемый по формуле:

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_{sb} - \varphi_b) \alpha_s \leq \varphi_{sb},$$

$\varphi_b$  и  $\varphi_{sb}$  – коэффициенты, определяемые по табл. 3.5 и 3.6

пособия ... (к СП 52–101–2003),  $\alpha_s = \frac{R_s A_{s,tot}}{R_b A}$ ,

$A_{s,tot}$  – площадь сечения всей арматуры в сечении;

при  $\alpha_s > 0,5$  можно принимать  $\varphi = \varphi_{sb}$

# Прямоугольные сечения с симметричной арматурой

Таблица 3.5

$\frac{N_l}{N}$	<i>Коэффициент <math>\varphi_b</math> при <math>l_0/h</math></i>							
	6	8	10	12	14	16	18	20
0	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,84
0,5	0,92	0,91	0,90	0,89	0,86	0,82	0,77	0,71
1,0	0,92	0,91	0,89	0,87	0,83	0,76	0,68	0,60

$N_l$  – продольная сила от действия постоянных и длительных нагрузок.

$N$  – продольная сила от всех нагрузок.

# Прямоугольные сечения с симметричной арматурой

Таблица 3.6

$\frac{N}{N}$	Коэффициент $\varphi_{sb}$ при $l_0/h$							
	6	8	10	12	14	16	18	20
А. При $a = a' < 0,15h$ или при площади промежуточных стержней, равной или менее $A_{s,tot} / 3$								
0	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,83
0,5	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,87	0,83	0,79
1,0	0,92	0,91	0,90	0,90	0,88	0,85	0,80	0,74
Б. При $0,25h > a = a'$ или при площади промежуточных стержней, равной или более $A_{s,tot} / 3$ независимо от $a$								
0	0,92	0,92	0,91	0,89	0,87	0,85	0,82	0,79
0,5	0,92	0,91	0,90	0,88	0,85	0,81	0,76	0,71
1,0	0,92	0,91	0,89	0,87	0,83	0,77	0,70	0,62



# Расчет предельных усилий по нормальным сечениям внецентренно сжатых прямоугольных элементов симметричной арматурой

Проверку прочности прямоугольных сечений с симметричной арматурой (когда  $R_s A_s = R_{sc} A'_s$ ) производят из условия:

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + (R_{sc} A'_s - 0,5N)(h_0 - a')$$

где  $M$  - момент относительно центра тяжести сечения, определяемый с учетом прогиба элементов;

# Расчет предельных усилий по нормальным сечениям внецентренно сжатых прямоугольных элементов симметричной арматурой

$x$  - высота сжатой зоны, принимаемая равной

$$а) \text{ при } \alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0} \leq \xi_R \quad x = \alpha_n h_0$$

$$б) \text{ при } \alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0} > \xi_R \quad x = \xi h_0$$

$$\text{где } \xi = \frac{\alpha_n (1 - \xi_R) + 2\alpha_s \xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha_s}, \quad \text{здесь } \alpha_s = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0}$$

# Расчет предельных усилий по нормальным сечениям внецентренно сжатых прямоугольных элементов симметричной арматурой

Требуемое количество симметричной арматуры определяется следующим образом в зависимости от относительной величины продольной силы

$$a) \text{ при } \alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0} \leq \xi_R$$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - \delta}$$

# Расчет предельных усилий по нормальным сечениям Прямоугольные сечения с симметричной арматурой

б) при  $\alpha_n > \xi_R$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \xi(1 - 0,5\xi)}{1 - \delta}$$

где  $\alpha_{m1} = \frac{M + N(h_0 - a')/2}{R_b b h_0^2}$ ,  $\delta = \frac{a'}{h_0}$

$$\alpha_s = \frac{\alpha_{m1} - \xi_1(1 - 0,5\xi_1)}{1 - \delta}, \quad \text{при } \xi_1 = \frac{\alpha_n + \xi_R}{2} \leq 1,0$$

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

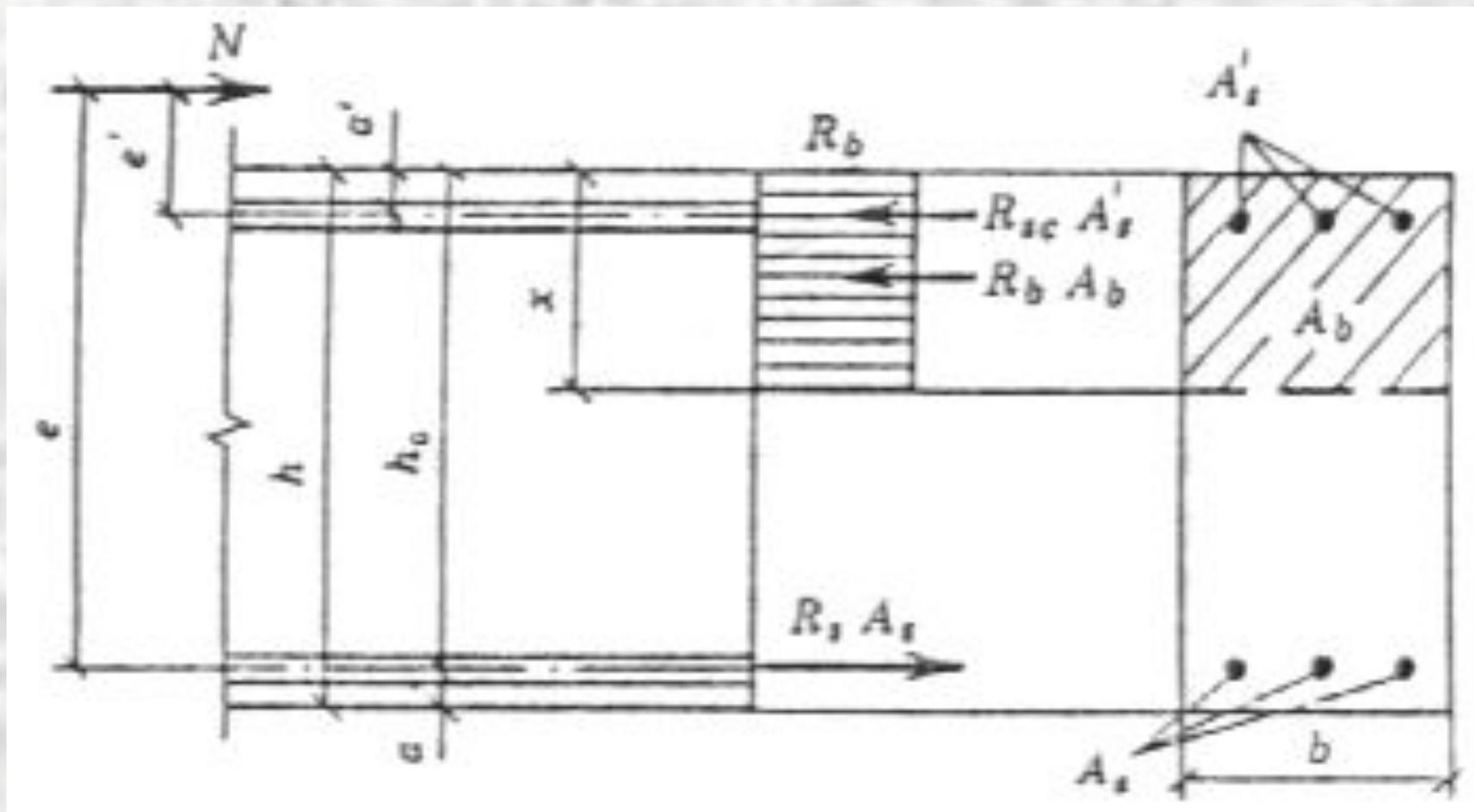


Схема усилий в поперечном прямоугольном сечении внецентренно сжатого элемента

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

Проверку прочности прямоугольных сечений с несимметричной арматурой производят из условия:

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + (R_{sc} A'_s - 0,5N)(h_0 - a')$$

Высоту сжатой зоны определяют по формуле:

$$x = \frac{N + R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b}$$

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

$$Ne \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'),$$

б) при  $\xi = x / h_0 > \xi_R$  — также из условия (36), но при этом высота сжатой зоны определяется:

для элементов из бетона класса В30 и ниже с ненапрягаемой арматурой классов А240, А400 — из формулы:

$$N + \sigma_s A_s - R_{sc} A'_s = R_b b x,$$

$$\sigma_s = \left( 2 \frac{1 - x/h_0}{1 - \xi_R} - 1 \right) R_s;$$

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

Если  $x / h_0 > \xi_R$  высоту сжатой зоны вычисляют по формуле:

$$x = \frac{N + R_s A_s \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} A'_s}{R_b b + \frac{2R_s A_s}{h_0(1 - \xi_R)}}$$

*или*

$$x = \frac{(N - R_{sc} A'_s)(1 - \xi_R) + R_s A_s (1 + \xi_R)}{R_b b (1 - \xi_R) + 2R_s A_s / h_0}$$

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

Площади сечения сжатой и растянутой арматуры, соответствующей минимуму их суммы, определяют по формулам:

$$A'_s = \frac{Ne - R_b b h_0^2 \alpha_R}{R_{sc} (h_0 - a')};$$

$$A_s = \frac{R_b b h_0 \xi_R - N}{R_s} + A'_s \frac{R_{sc}}{R_s},$$

$$\text{где: } \alpha_R \leq 0,4, \quad \xi_R \leq 0,55,$$

$$e = \frac{M}{N} + \frac{h_0 - a'}{2}$$

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

При отрицательном значении  $A_s$ , площадь сечения арматуры  $S$  принимается минимальной по конструктивным требованиям, *но не менее:*

$$A_{s,\min} = \frac{N(h_0 - a' - e) - R_b b h (0,5h - a')}{R_{sc} (h_0 - a')},$$

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

а площадь сечения арматуры  $S'$  определяется:  
при отрицательном значении  $A_{s,min}$  – по формуле:

$$A'_s = \frac{(N - R_b b a') - \sqrt{(N - R_b b a')^2 - N(N - 2R_b b h_0 + 2R_b b e)}}{R_{sc}};$$

при положительном значении  $A_{s,min}$  - по формуле:

$$A'_s = \frac{N - R_b b h}{R_{sc}} - A_{s,min}.$$

# Прямоугольные элементы с несимметричной арматурой

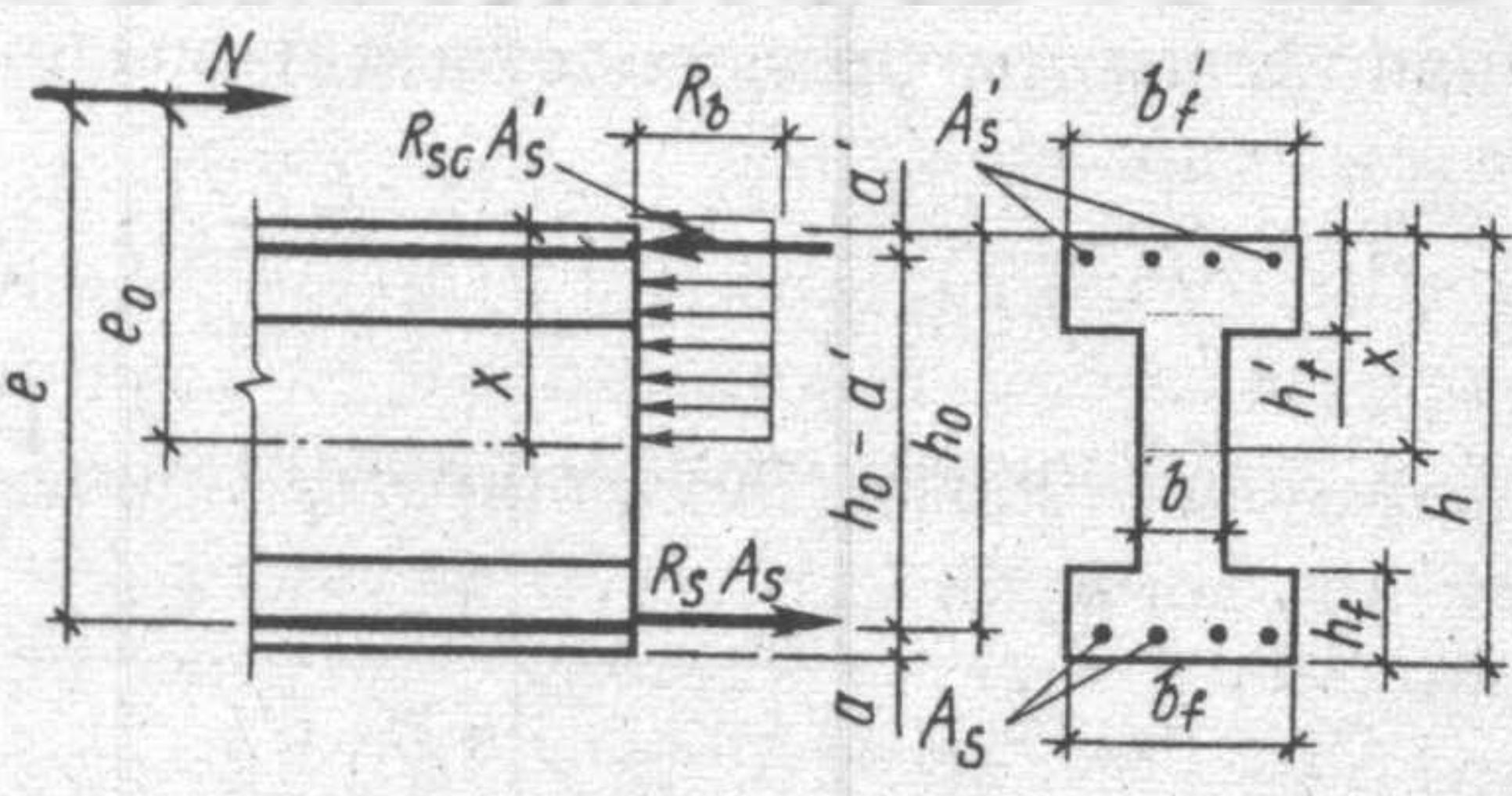
Если площадь сечения сжатой арматуры значительно превышает ее требуемую величину, площадь сечения растянутой арматуры может быть уменьшена по формуле:

$$A_s = \frac{R_b b h_0 \xi - N + R_{sc} A'_{s, fact}}{R_s},$$

$$\text{где: } \xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m},$$

$$\alpha_m = \frac{Ne - R_{sc} A'_{s, fact} (h_0 - a')}{R_b b h_0^2}$$

# Внецентренно сжатый элемент двутаврового сечения



# Двутавровые сечения с симметричной арматурой

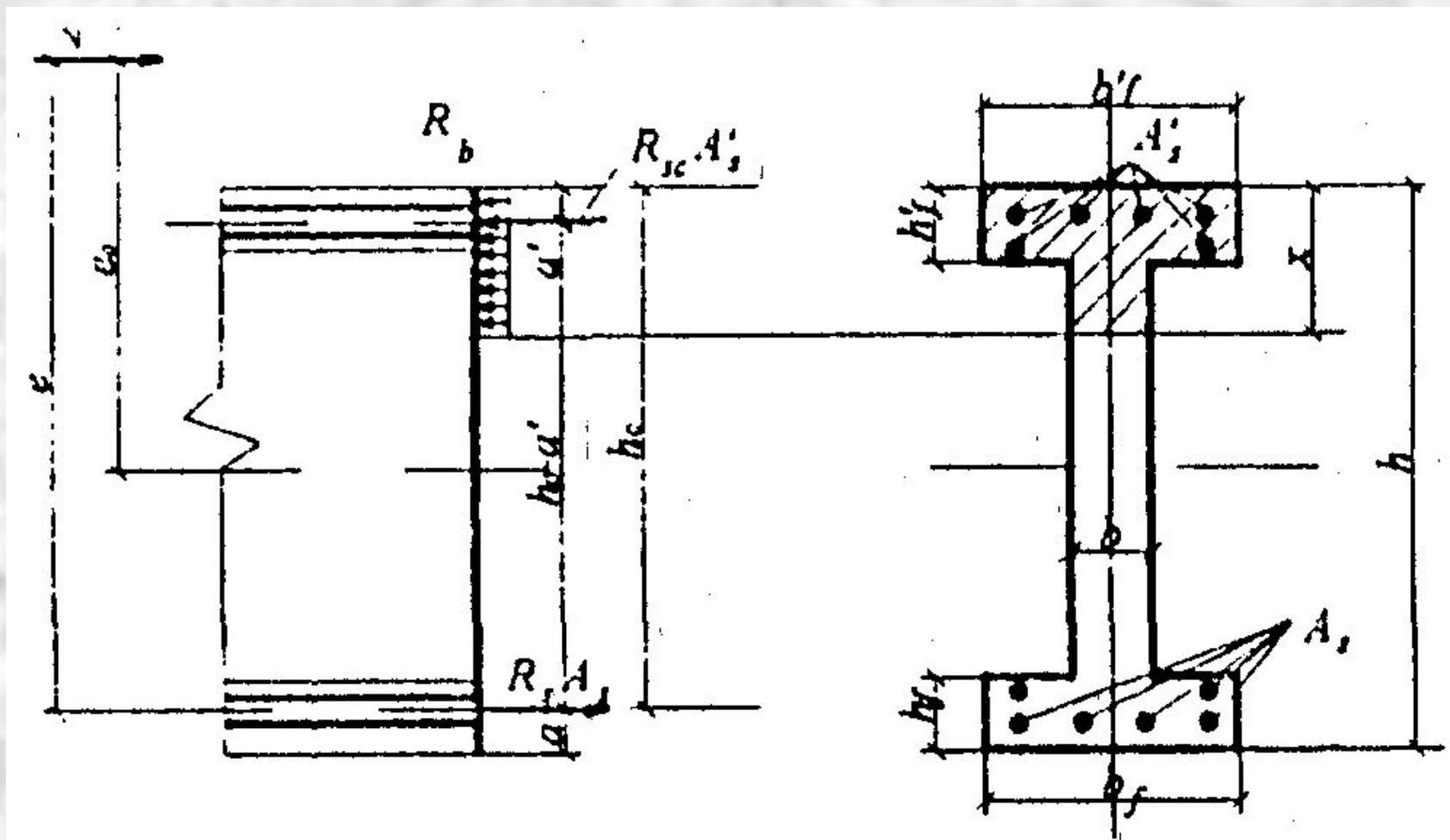


Схема усилий в поперечном двутавровом сечении  
внецентренно сжатого элемента

## Двутавровые сечения с симметричной арматурой

Если выполняется условие:  $N \leq R_b b'_f h'_f$   
(т.е. граница расчетной сжатой зоны находится в полке), расчет производится как для прямоугольного сечения шириной  $b'_f$

$$M \leq R_b b'_f x (h_0 - 0,5x) + (R_{sc} A'_s - 0,5N) (h_0 - a')$$

## Двутавровые сечения с симметричной арматурой

Если граница расчетной сжатой зоны находится в ребре, проверку прочности двутавровых сечений с симметричной арматурой производят из условия:

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_b A_{ov} (h_0 - 0,5h'_f) + (R_{sc} A'_s - 0,5N) (h_0 - a')$$

# Двутавровые сечения с симметричной арматурой

Высоту сжатой зоны определяют по формулам:

$$а) \text{ при } \xi = \frac{N - R_b A_{ov}}{R_b b h_0} \leq \xi_R \quad x = \xi h_0;$$

$$б) \text{ при } \xi > \xi_R \quad x = h_0 \frac{(\alpha_n - \alpha_{ov})(1 - \xi_R) + 2\alpha_s \xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha_n},$$

$$\text{где } \alpha_s = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0}; \quad \alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0}; \quad \alpha_{ov} = \frac{A_{ov}}{b h_0};$$

$$A_{ov} = (b'_f - b)h'_f$$

## Двутавровые сечения с симметричной арматурой

Если граница расчетной сжатой зоны находится в полке, расчет требуемой площади сечения арматуры двутавровых сечений с симметричным армированием производят как для прямоугольных сечений шириной равной  $b'_f$

## Двутавровые сечения с симметричной арматурой

Если граница расчетной сжатой зоны находится в полке, расчет требуемой площади сечения арматуры двутавровых сечений с симметричным армированием производят как для прямоугольных сечений шириной равной  $b'_f$

# Двутавровые сечения с симметричной арматурой

Если граница расчетной сжатой зоны находится в ребре, расчет требуемой площади сечения арматуры двутавровых сечений с симметричным армированием производят в зависимости от относительной высоты сжатой зоны бетона.

$$\xi = \alpha_n - \alpha_{ov} :$$

$$a) \text{ при } \xi \leq \xi_R$$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \xi (1 - 0,5\xi) - \alpha_{m,ov}}{1 - \delta} ;$$

# Двутавровые сечения с симметричной арматурой

б) при  $\xi > \xi_R$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \xi_1 (1 - 0,5\xi_1) - \alpha_{m,ov}}{1 - \delta},$$

$$\text{где } \xi_1 = \frac{x}{h_0} = \frac{(\alpha_n - \alpha_{ov})(1 - \xi_R) + 2\alpha_s \xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha_s},$$

$$\alpha_s = \frac{\alpha_{m1} - \xi (1 - 0,5\xi) - \alpha_{m,ov}}{1 - \delta}, \quad \xi = \alpha_n - \alpha_{ov} \leq 1,0,$$

$$\alpha_{m1} = \frac{M + N(h_0 - a')/2}{R_b b h_0^2}; \quad \delta = \frac{a'}{h_0};$$

$$\alpha_{m,ov} = \alpha_{ov} \left( 1 - 0,5 \frac{h'_f}{h_0} \right); \quad \alpha_{ov} = \frac{A_{ov}}{b h_0}; \quad A_{ov} = (b'_f - b) h'_f$$