

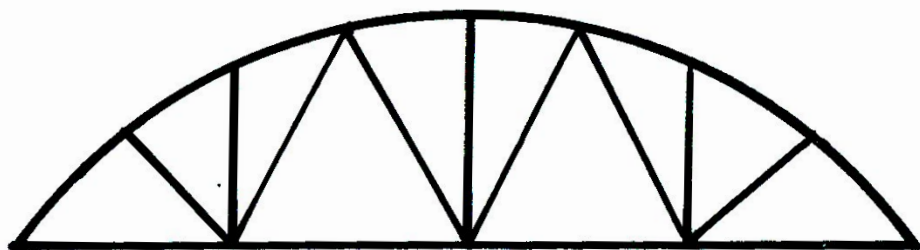
# Лекция №7

## **Сжатые и растянутые железобетонные конструкции**

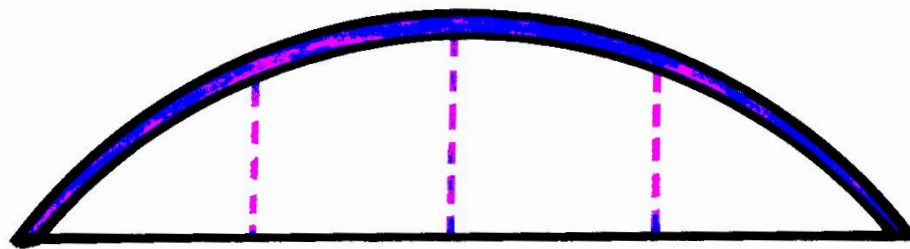
## Вопросы подлежащие изучению:

1. Сжатые ж/б элементы.
2. Прочность элемента на продольное внецентренное сжатие
3. Растянутые ж/б элементы.
4. Расчет растянутых ж/б элементов.

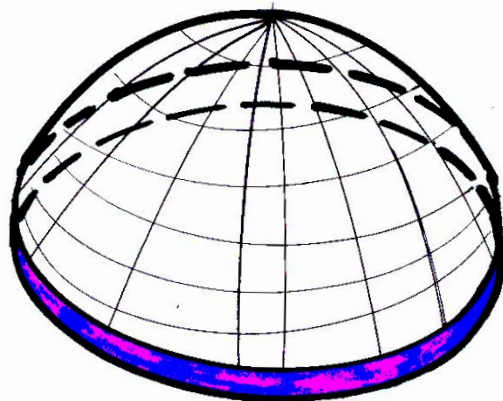
# 1. Сжатые ж/б элементы



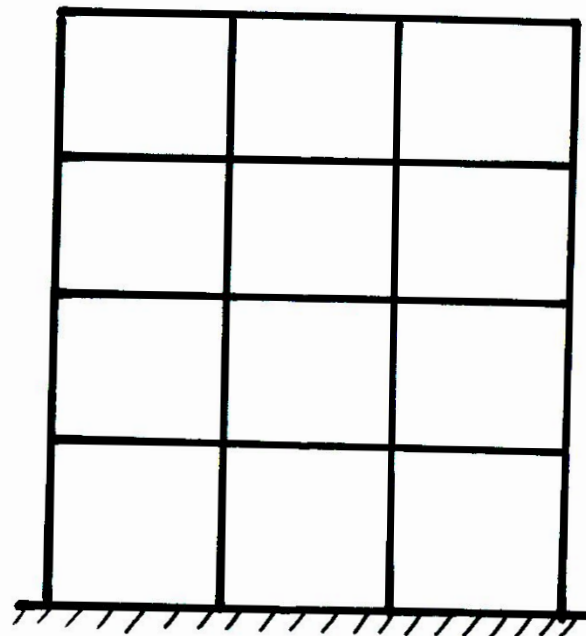
фермы



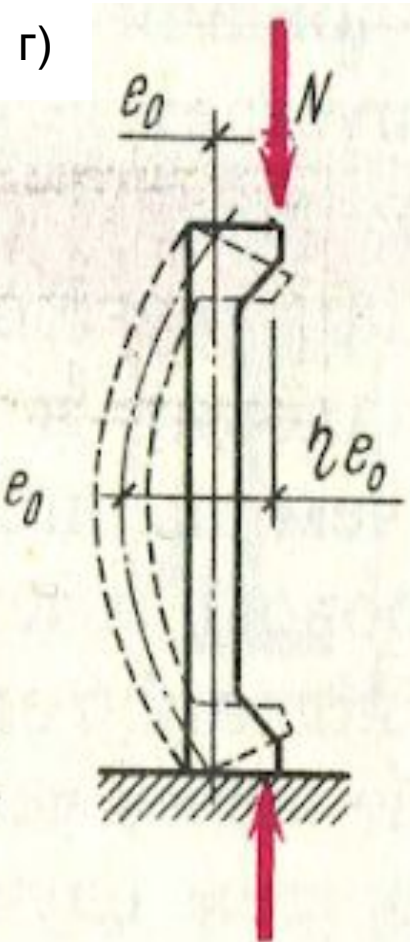
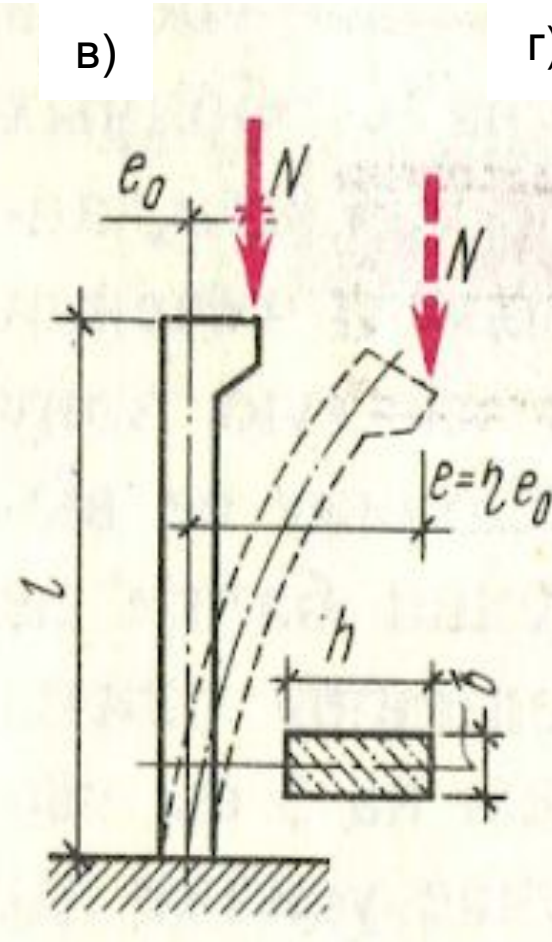
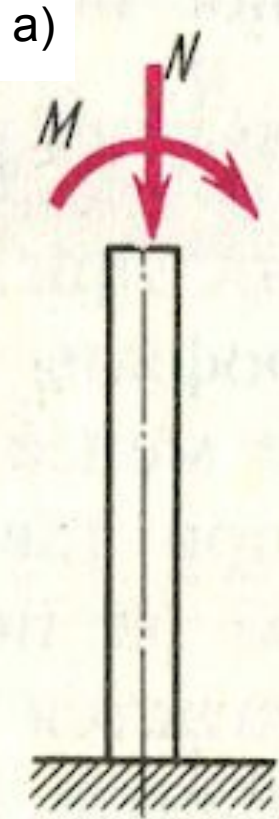
арки



оболочки



колонны каркаса  
здания



$e_0$  – начальный эксцентриситет;  
 $\eta$  – коэффициент увеличения эксцентриситета.

Внецентренно сжатые элементы (колонны, стойки, элементы ферм и арок и др.)

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{\lambda_0^2} - \text{условная критическая сила по Эйлеру}$$

где  $D$  – изгибная жесткость стойки

$$D = E_b (\alpha_b I_b + \alpha_s I_{s,red})$$

где  $\alpha_b, \alpha_s$  - коэффициенты, учитывающие свойства  
бетона

и арматуры;

$I_{s,red}$  - момент инерции сечения арматуры, приведенный

к бетону.

Случайный  
эксцентриситет

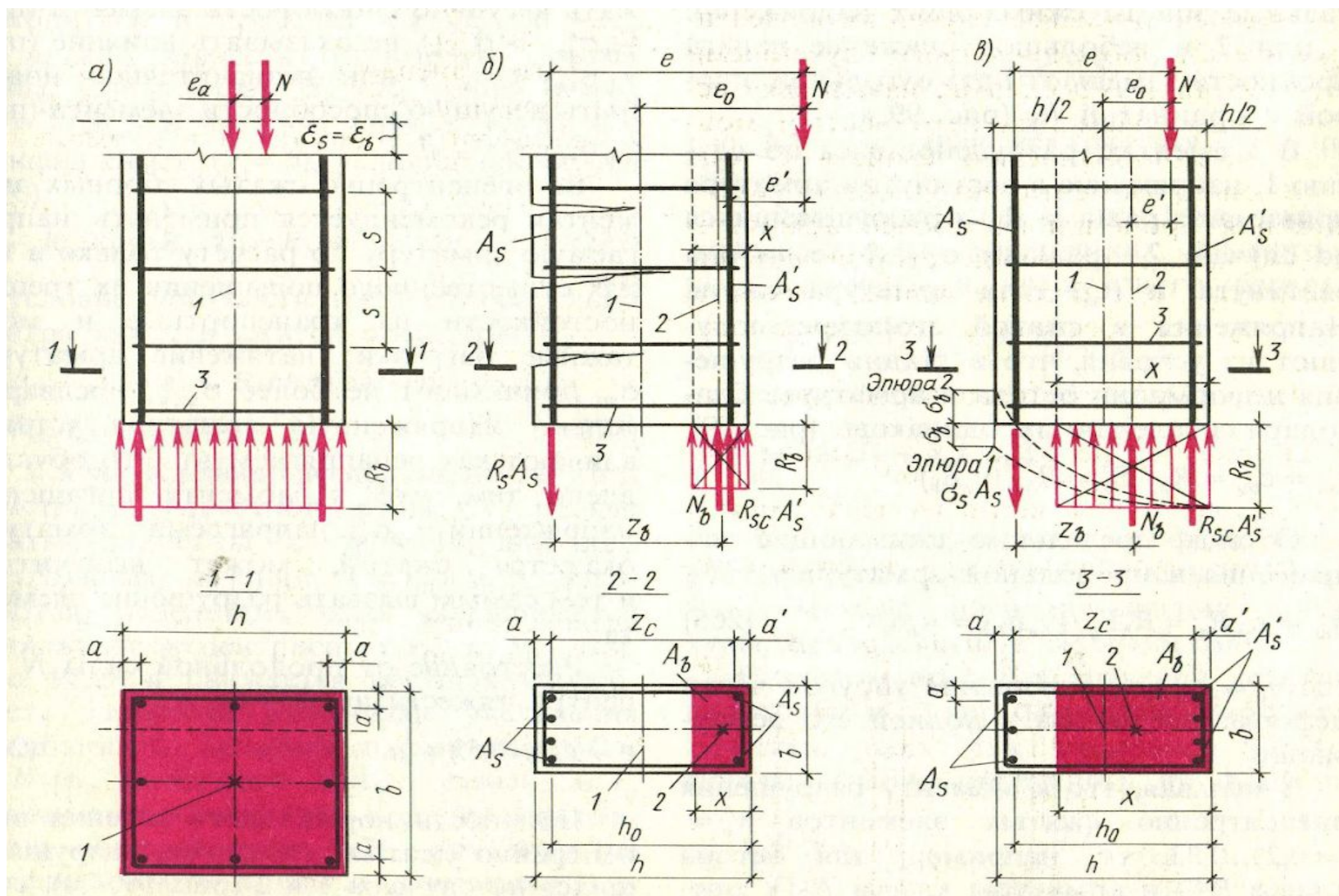
$$e_a = \begin{cases} \frac{1}{600} \boxtimes \\ \frac{1}{30} h \\ 10 \text{ мм} \end{cases}$$

Случайный эксцентриситет обусловлен:

- случайными горизонтальными силами;
- начальным искривлением элемента;
- неточностью монтажа;
- неоднородностью свойств бетона по сечению элемента;
- неточностью расположения продольной рабочей арматуры;
- допусками размеров сторон сечения элемента.

$M = N(e_0 + e_a)$  - для элементов статически определимых конструкций

$$M = [N(e_0 + e_a)]\eta$$



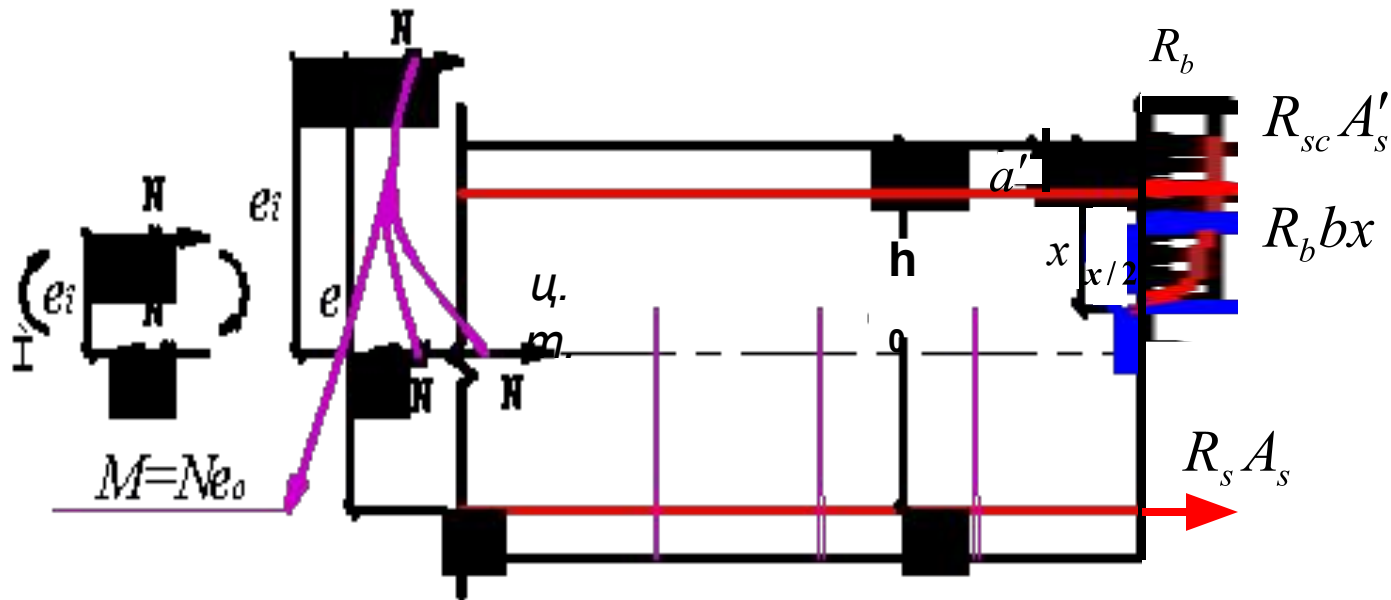
Расчетные схемы сжатых элементов:  
 а – при случайных эксцентриситетах ; б – большие эксцентриситеты  
 в – малые эксцентриситеты

$$x \leq \xi_R h_0;$$

$$x > \xi_R h_0$$

## 2. Прочность элемента на продольное внецентренное сжатие

$$(x \leq \xi_R h_0)$$



Рассматривается случай расчета с большими эксцентриситетами.

Из уравнения равновесия проекций сил на ось  $x$

$$N + R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_b bx \quad (a)$$



Прочность стойки на продольное сжатие:

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

$$M \leq R_b b x (h_0 - \frac{x}{2}) + (R_{sc} A'_s - \frac{N}{2})(h_0 - a')$$

Для случая симметричного армирования элемента при  $\xi \leq \xi_R$  (при больших эксцентриситетах)

$$x = \xi h_0 = \alpha_n h_0; \quad \alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0} \quad \text{- из формулы (а), т.к. } R_s A_s = R_{sc} A'_s$$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n (1 - \alpha_n / 2)}{1 - \delta'} \quad (б)$$

При  $\alpha_n > \xi_R$  в формуле (б)  $\alpha_n$  заменяется на  $\xi$ .

## 2. Растянутые ж/б элементы.

Элементы ферм, арок, резервуаров, оболочек, труб.

Предельная растяжимость бетона

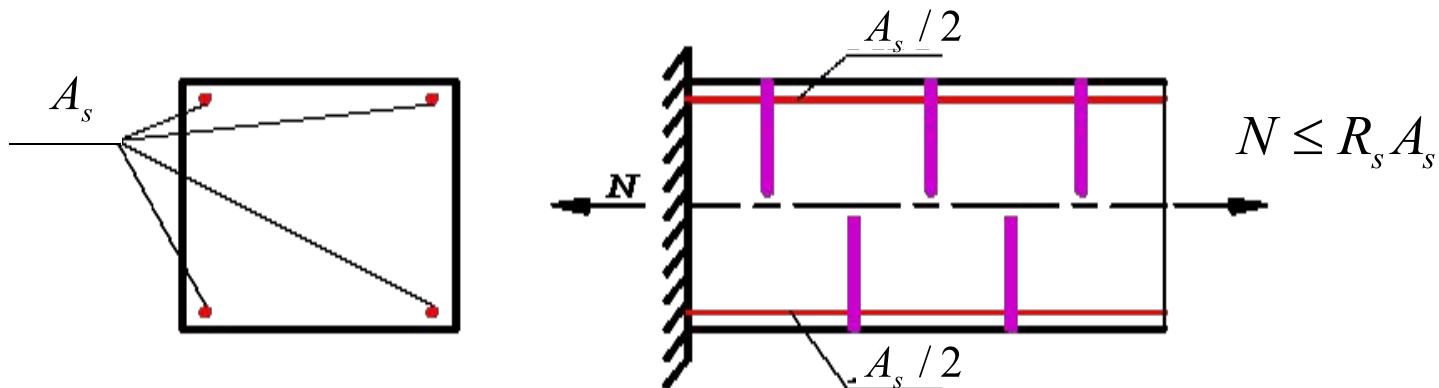
$$\varepsilon_{ubt} \approx 0,00015$$

Расчетное сопротивление бетона на растяжение  $R_{bt}$  - при расчете по 1-ой группе предельных состояний.

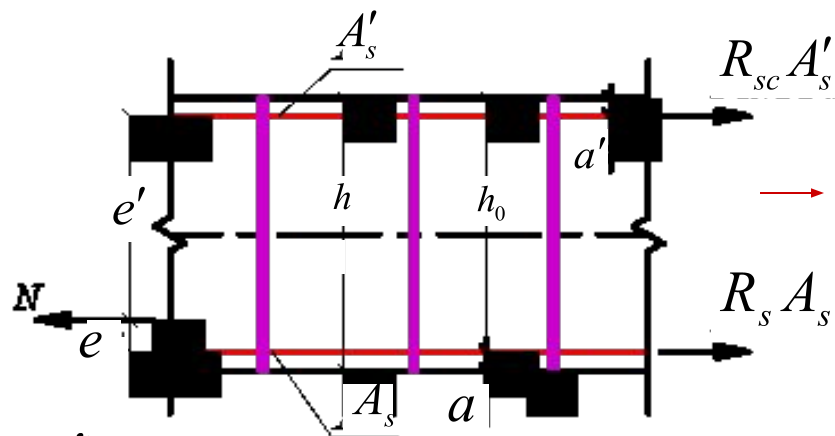
Серийное (нормативное) сопротивление бетона на растяжение  $R_{bt,ser}$  - при расчете по 2-ой группе предельных состояний (при расчете прогибов, трещин).

### 3. Расчет растянутых ж/б элементов

а) конструкция работает с трещинами (центрально-растянутый элемент)



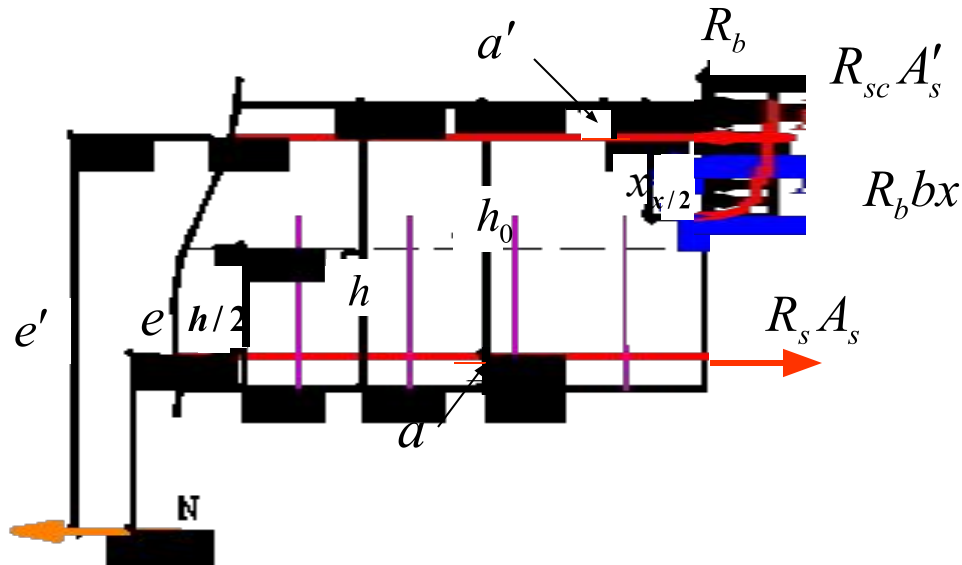
б) сила приложена внутри сечения (трещины допустимы)



1 сл.  
внецентренное  
нагружение  
(малые  
эксцентриситеты)  
 $e' \leq h_0 - a'$

$$Ne' \leq R_s A_s (h_0 - a')$$

$$Ne \leq R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$



2 сл.

Большие  
эксцентриситеты

$$e' > h_0 - a'$$

Из уравнения равновесия проекций сил на ось  $x$

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

$$Ne \leq R_b bx \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

Случаи расчета при соответствующем  $x$

а) если  $x > \xi_R h_0$ , то  $x = \xi_R h_0$ .

б) если  $x \leq \xi_R h_0$  расчет как для обычного изгибаемого элемента.

в) если  $x < 0; Ne \leq R_{sc} A'_s (h_0 - a')$

г) если  $x < 2a'$  сжатая арматура расчетом не учитывается.

Трещины недопустимы

$$N_{crc} = R_{bt,ser} A + \sigma_{s,crc} A_s$$

$$\sigma = E \varepsilon$$

$$\varepsilon_{ubt} = \varepsilon_s = 0,00015$$

$$\sigma = \sigma_{s,crc} = 2 \cdot 10^5 \cdot 0,00015 = 30 \text{ МПа}$$