

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Казанский Государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра железобетонных и каменных конструкций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по железобетонным конструкциям

**Тема 3. Проектирование (расчет и конструирование)
внецентренно сжатых элементов**

**Занятие 6. Расчет внецентренно сжатых элементов на
прочность.**

КАЗАНЬ, 2012

Методические указания содержат рекомендации по расчету железобетонных внецентренно сжатых элементов прямоугольного профиля на прочность.

Под редакцией д-ра техн. наук, проф. Соколова Б.С.

Составитель: Седов А.Н.

Занятие №3. Расчет внецентренно сжатых элементов на прочность.

Цель – обеспечить несущую способность железобетонного элемента.

Задача - подобрать необходимую площадь сечения продольной сжатой и растянутой арматуры в железобетонном элементе.

Контрольные вопросы.

1. Какой элемент называется внецентренно сжатым?
2. Не менее какой величины следует принимать величину случайного эксцентриситета?
 - а) 10мм.
 - б) 1/30 высоты сечения.
 - в) 15мм.
3. Как учитывается влияние прогиба на элемент?
 - а) Умножением продольной силы на коэффициенты η_v и η_h .
 - б) Увеличением эксцентриситета на 1/30 высоты сечения.
 - в) Умножением моментов на коэффициенты η_v и η_h .
4. Как определяется расчетная длина внецентренно сжатого элемента?
 - а) в зависимости от условий опирания.
 - б) в зависимости от гибкости элемента.
 - в) в зависимости от условий опирания и длины элемента.
5. Как записывается условие прочности элементов прямоугольных сечений с симметричной арматурой.
 - а) $M \geq R_b b x (h_0 - 0.5x) + (R_{sc} A'_s - N / 2)(h_0 - a')$.
 - б) $M \leq R_b b x (h_0 - 0.5x) + (R_{sc} A'_s - N / 2)(h_0 - a')$.
 - в) $M \leq R_b b x (h_0 - 0.5x) - (R_{sc} A'_s - N / 2)(h_0 - a')$.
6. Как записывается условие прочности элементов прямоугольных сечений с несимметричной арматурой.
 - а) $M \geq R_b b x (h_0 - 0.5x) + (R_{sc} A'_s - N / 2)(h_0 - a')$.
 - б) $M \leq R_b b x (h_0 - 0.5x) + (R_{sc} A'_s - N / 2)(h_0 - a')$.
 - в) $M \leq R_b b x (h_0 - 0.5x) - (R_{sc} A'_s - N / 2)(h_0 - a')$.
7. Каким образом определяется количество симметричной арматуры во внецентренно сжатых элементах?

а) при $\alpha_n \leq \xi_R$ $A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n (1 - \alpha_n / 2)}{1 - \delta}$.

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

в) при $\alpha_n \leq \xi_R$ $A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \xi (1 - \alpha_n / 2)}{1 - \delta}$.

Проверку прочности на внецентренное сжатие прямоугольных сечений с симметричной арматурой производят из условия

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0.5x) + (R_{sc} A'_s - N/2)(h_0 - a')$$

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

x - высота сжатой зоны.

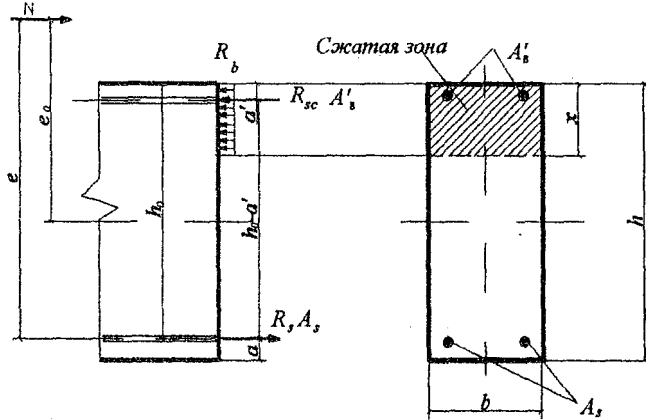


Рис.1. Схема усилий в поперечном сечении внецентренно сжатого элемента.

Требуемое количество симметричной арматуры определяется следующим образом в зависимости от относительной величины продольной силы $\alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0}$:

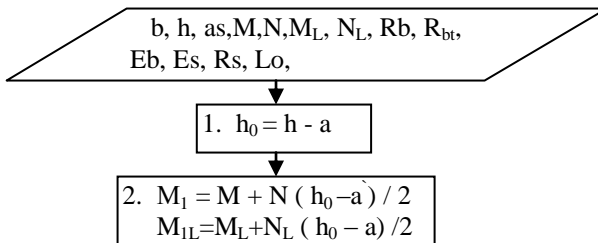
а) при $\alpha_n \leq \xi_R$ $A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n (1 - \alpha_n / 2)}{1 - \delta}$,

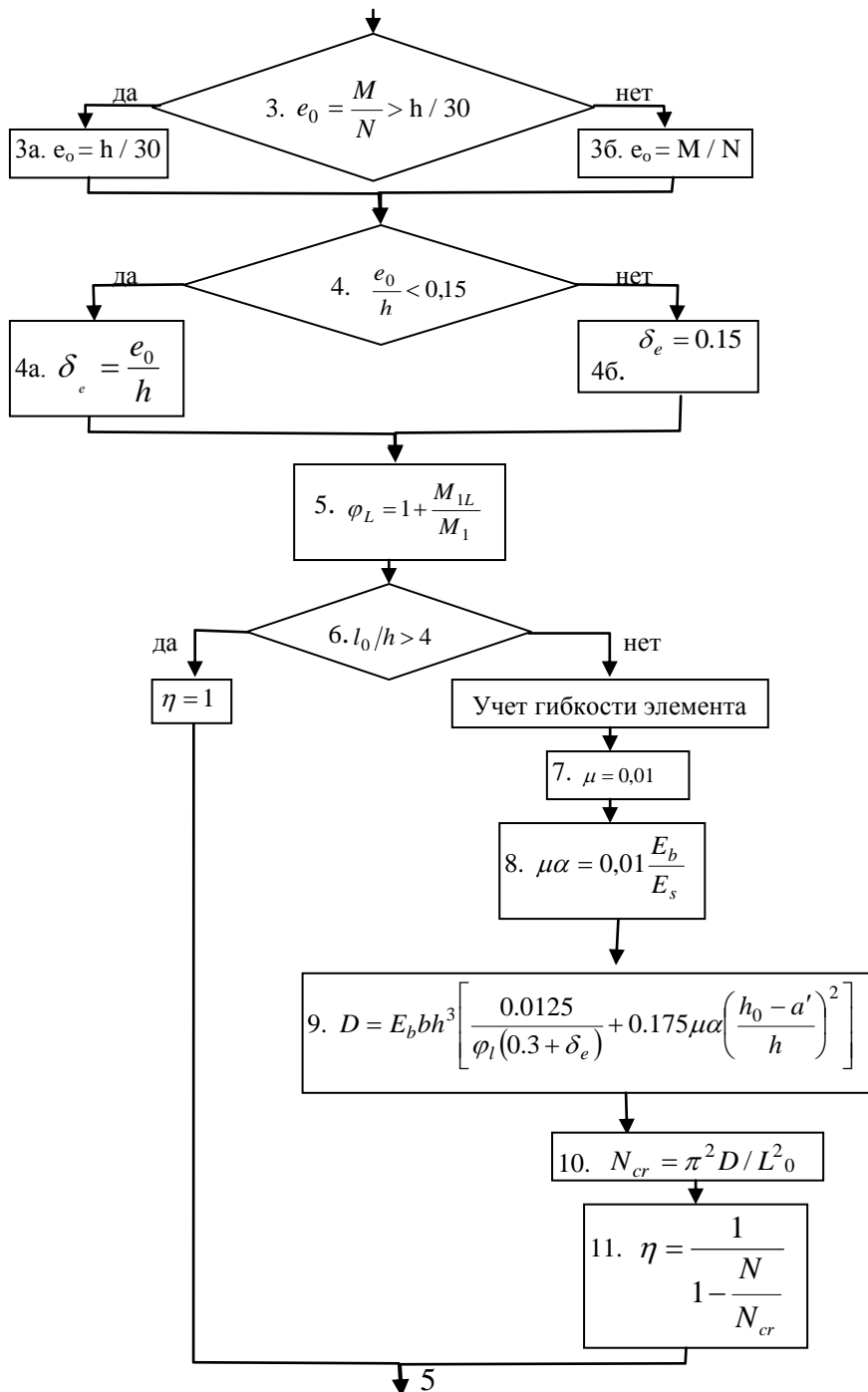
б) при $\alpha_n > \xi_R$ $A_s = A'_s = \frac{R_b b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \xi (1 - \xi / 2)}{1 - \delta}$,

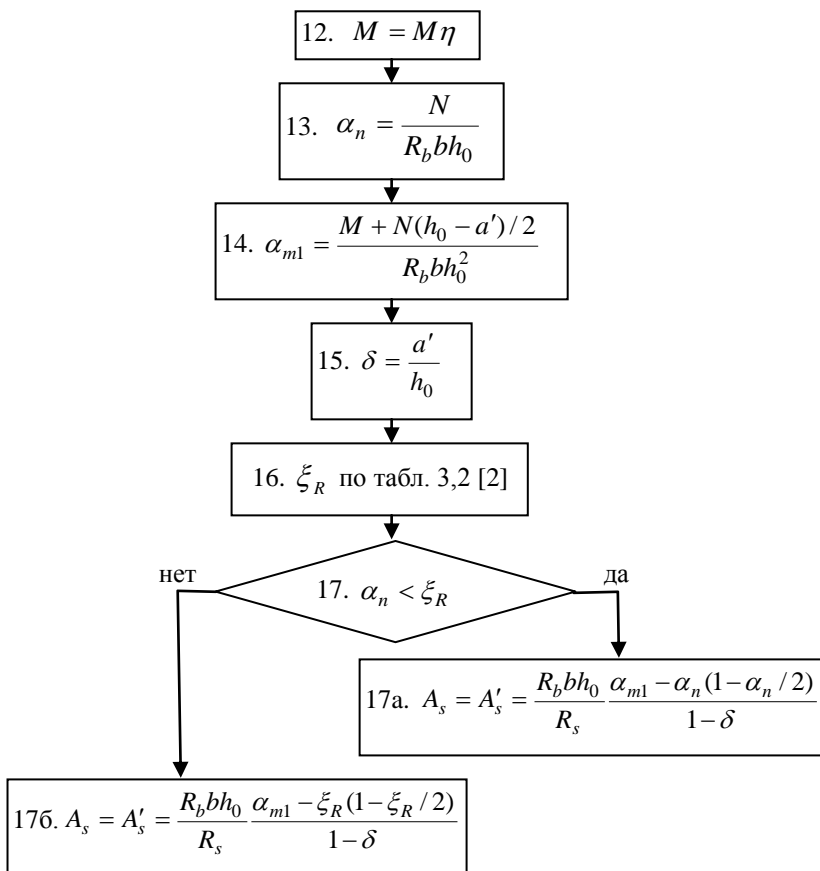
где ξ - относительная высота сжатой зоны.

Расчет внецентренно сжатых элементов выполняем по следующей блок-схеме

Блок-схема 1







Пример расчета.

1. Сечение элемента по заданию $b = h = 30\text{см}$, $a_s = 4\text{см}$,
 $h_0 = h - a_s = 26\text{см}$, $l = 3\text{м}$.

Расчетные усилия: $M = 23,76\text{кНм}$ и $N = 1834,5\text{кН}$, от длительно действующей нагрузки $M_l = 16,88\text{кНм}$, $N_l = 1663,14\text{кН}$.

Характеристики бетона и арматуры. Бетон тяжелый, класса В20, $R_b = 11,5\text{МПа}$, $R_{bt} = 0,9\text{МПа}$, $E_b = 27500\text{МПа}$. Продольная рабочая арматура класса А-400, $R_s = 365\text{МПа}$.

Согласно п. 6.2.18 [1] расчетную длину элемента принимаем $l_0 = 0,5l = 1,5\text{м}$.

$$2. M_I = 1834.5(26-4)/2 + 23.76 = 225.56 \text{кНсм},$$

$$M_{II} = 1663.14(26-4)/2 + 16.88 = 199.83 \text{кНсм}.$$

$$3. e_0 = \frac{23.76 \cdot 100}{1834.5} = 1.3 \text{см};$$

$$4. \delta_e = \frac{1.3}{30} = 0.04 \text{ (принимается не менее 0.15)}, \delta_e = 0.15$$

$$5. \varphi_l = 1 + \frac{199.83}{225.56} = 1.89.$$

$$6. l_0/h = 1.5/0.3 = 5 > 4 - \text{учитываем прогиб колонны.}$$

$$7. \text{В первом приближении принимаем } \mu = 0,01.$$

$$8. \mu\alpha = 0,01 \frac{27500}{200000} = 0,27.$$

$$9. D = 27500 \cdot 10^3 \cdot 0,3^4 \left[\frac{0.0125}{1,89(0.3+0,15)} + 0.175 \cdot 0,27 \left(\frac{0,26-0,04}{0,3} \right)^2 \right] =$$

$$= 8,92 \cdot 10^3 \text{кНМ}^2.$$

$$10. N_{cr} = \frac{3.14^2 \cdot 4.81 \cdot 10^3}{1,5^2} = 21057.82 \text{кН}.$$

$$11. \eta = \frac{1}{1 - \frac{1834.5}{21057.82}} = 1.095.$$

$$12. M = M\eta = 23,76 \cdot 1,095 = 26,03.$$

$$13. \alpha_n = \frac{1834,5}{11,5 \cdot 0,3 \cdot 0,26 \cdot 1000} = 2,05.$$

$$14. \alpha_{ml} = \frac{26,03 + 1834,5(0,26 - 0,04)/2}{11,5 \cdot 0,3 \cdot 0,26^2 \cdot 1000} = 0,98.$$

$$15. \delta = \frac{0,04}{0,26} = 0,15.$$

$$16. \alpha_n = 2,05 > \xi_R = 0.531.$$

$$17. A_s = A'_s = \frac{11.5 \cdot 0.3 \cdot 0.26}{365} \frac{0.98 - 0.531(1 - 0.531/2)}{1 - 0.15} = 1704 \text{мм}^2.$$

$$\mu = \frac{2 \cdot 1704}{0,3 \cdot 0,26 \cdot 10^6} = 0,038 - \text{полученное армирование превышает}$$

армирование принятое при определении D. Повторяем расчет с п.9. В результате получаем $A_s \geq 1690 \text{мм}^2$. Принимаем 4 о 25 $A_s = 1963 \text{мм}^2$.

Литература.

1. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М.: ГУП НИИЖБ Госстроя России.
2. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). ЦНИИПромзданий, НИИЖБ.- М.: ОАО «ЦНИИПромзданий, 2005. – 214 с.

Варианты заданий

№	b, мм	h, мм	a _s , мм	L, м	Класс бетона	Класс арматуры	Усл. закрепл.	N, кН	M, кН*м	N _l , кН	M _l , кН*м
1	300	300	20	2.8	B15	A-300	жест.	650	140	620	130
2	300	400	30	3	B30	A-400	шарн.	840	100	800	80
3	250	400	40	3.3	B40	A-500	жест.	780	140	740	120
4	400	400	20	3.6	B10	A-300	шарн.	800	160	740	120
5	450	450	30	4.2	B20	A-400	жест.	900	160	800	150
6	400	350	40	2.7	B25	A-500	шарн.	825	178	800	140
7	400	600	20	3.3	B35	A-300	жест.	960	90	900	80
8	500	500	30	3.9	B15	A-400	шарн.	1000	200	960	170
9	300	500	40	2.7	B15	A-500	жест.	737	120	700	100
10	300	600	20	4.2	B30	A-300	шарн.	650	140	620	130
11	350	450	30	2.8	B40	A-400	жест.	840	100	800	80
12	250	450	40	3	B10	A-500	шарн.	780	140	740	120
13	300	600	20	3.3	B20	A-300	жест.	800	160	740	120
14	300	350	30	3.6	B25	A-400	шарн.	900	160	800	150
15	350	350	40	4.2	B35	A-500	жест.	825	178	800	140
16	300	300	20	2.7	B15	A-300	шарн.	960	90	900	80
17	450	400	30	3.3	B15	A-400	жест.	1000	200	960	170
18	300	450	40	3.9	B15	A-500	шарн.	737	120	700	100
19	450	300	20	2.7	B30	A-300	жест.	650	140	620	130
20	450	500	30	4.2	B40	A-400	шарн.	840	100	800	80
21	450	4500	40	3	B10	A-500	шарн.	780	140	740	120