

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**

**Занятие 4. Расчет элементов на продавливание при действии  
сосредоточенной силы и изгибающего момента.**

КАЗАНЬ, 2012

Методические указания содержат рекомендации по расчету железобетонных элементов на продавливание при действии сосредоточенной силы и изгибающего момента.

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

Составитель: Седов А.Н.

## Занятие 6. Расчет элементов на продавливание при действии сосредоточенной силы и изгибающего момента

**Цель** – обеспечить прочность опорного сечения элемента.

**Задача** – определить продавливающую силу и сравнить с несущей способностью элемента при продавливании.

**Контрольные вопросы.**

1. На действие каких нагрузок производится расчет на продавливание?
  - а) Сосредоточенной силы и изгибающего момента.
  - б) Сосредоточенной силы.
  - в) Изгибающего момента.
2. Где расположено расчетное поперечное сечение, которое рассматривают при расчете на продавливание?
  - а) на расстоянии  $h_0 / 4$  от его продольной оси.
  - б) на расстоянии  $h_0 / 3$  от его продольной оси.
  - в) на расстоянии  $h_0 / 2$  от его продольной оси.
3. Исходя из какого условия производят расчет элементов без поперечной арматуры на продавливание при действии сосредоточенной силы?
  - а)  $F \geq R_{bt} u h_0$ .
  - б)  $F \leq R_{bt} u h_0$ .
  - в)  $F \leq R_{bt} h_0^2$ .
4. Исходя из какого условия производят расчет элементов с поперечной арматурой на продавливание при действии сосредоточенной силы?
  - а)  $F \leq F_{b,ult} + F_{sw,ult}$ .
  - б)  $F \leq F_{b,ult} - F_{sw,ult}$ .
  - в)  $F \geq F_{b,ult} + F_{sw,ult}$ .
5. Расчет элементов с поперечной арматурой на продавливание при совместном действии сосредоточенной силы и изгибающего момента производят из условия:

$$\text{а) } \frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M}{M_{b,ult} + M_{sw,ult}} \leq 1.$$

$$\text{б) } \frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} - \frac{M}{M_{b,ult} + M_{sw,ult}} \leq 1.$$

$$\text{в) } \frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M}{M_{b,ult} + M_{sw,ult}} \geq 1.$$

Расчет элементов с поперечной арматурой на продавливание при совместном действии сосредоточенной силы и изгибающего момента производят из условия

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M}{M_{b,ult} + M_{sw,ult}} \leq 1,$$

где отношение  $\frac{M}{M_{b,ult} + M_{sw,ult}}$  принимается не более  $\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}}$ ;

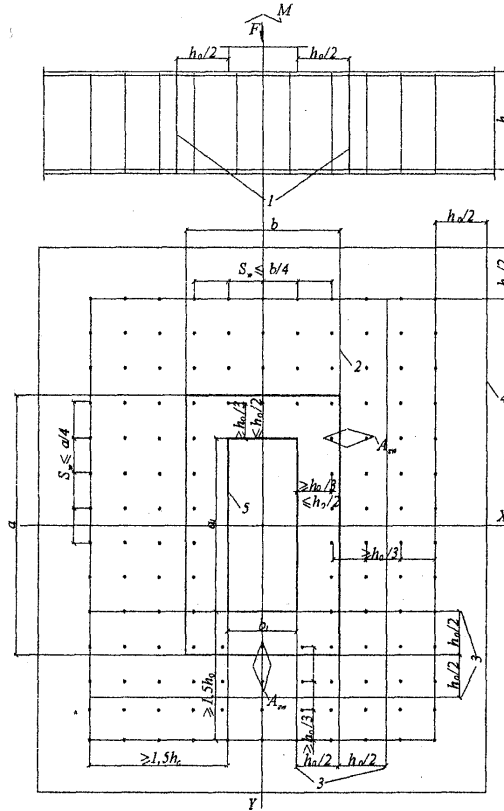


Рис.1. Схема расчетного контура при продавливании (обозначения см. стр 135 [2]).

$F_{b,ult}$  - предельное усилие, воспринимаемое бетоном при продавливании;

$F_{sw,ult}$  - предельное усилие, воспринимаемое поперечной арматурой при продавливании;

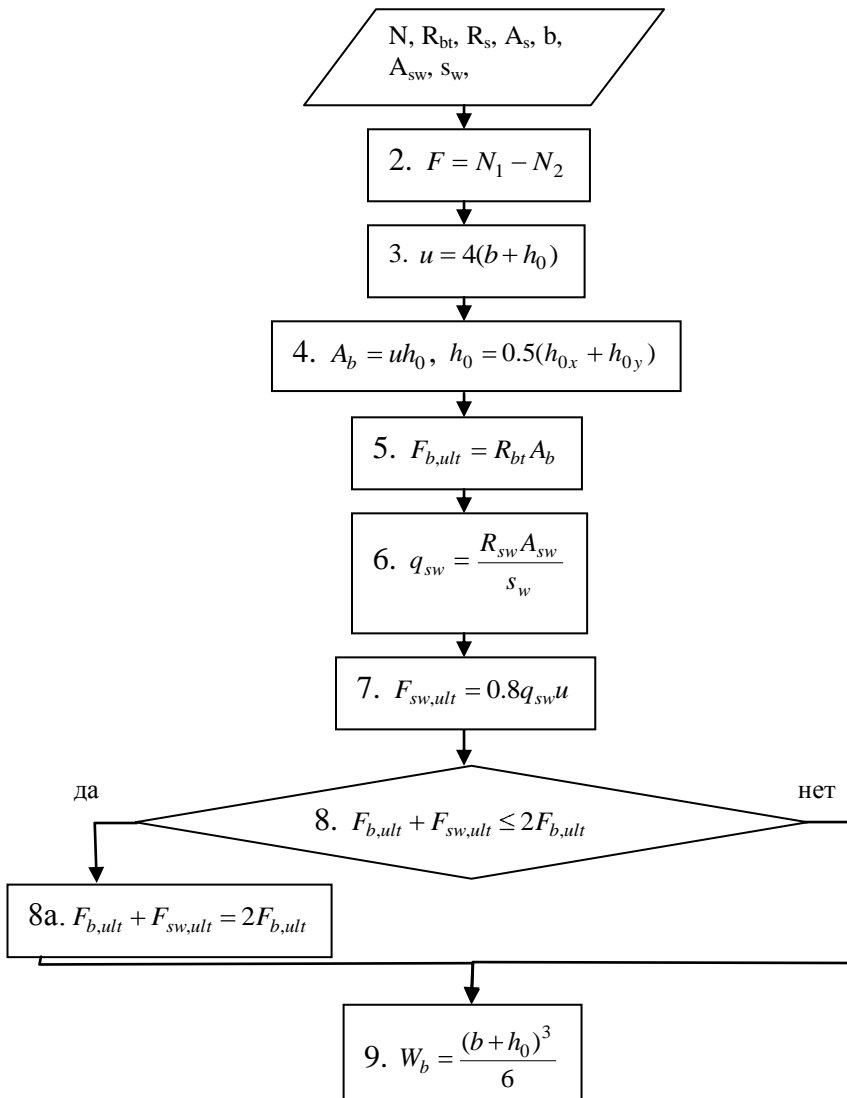
$M_{b,ult}$  - предельный сосредоточенный момент, воспринимаемый бетоном в расчетном поперечном сечении;

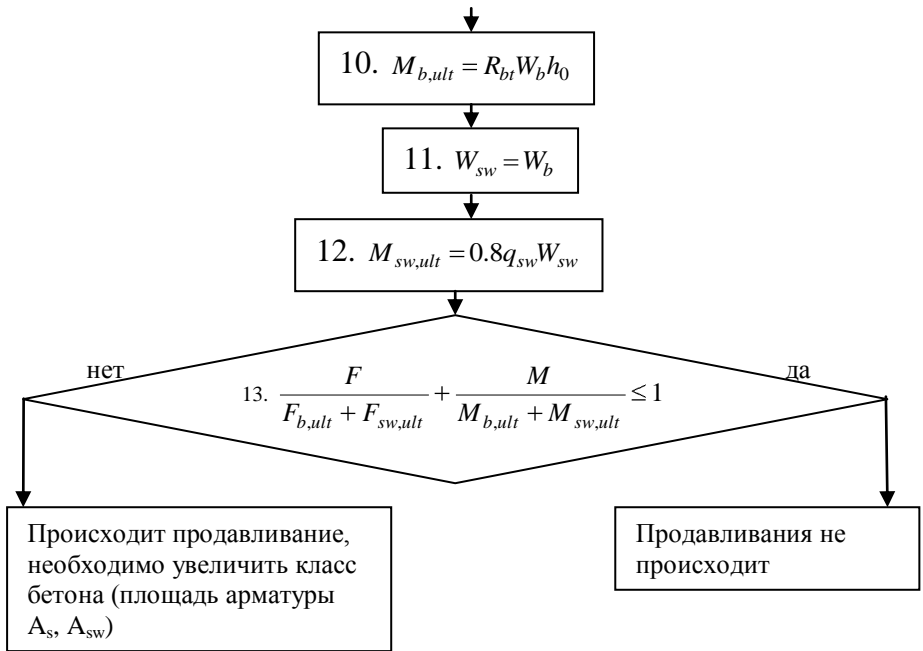
$M_{sw,ult}$  - предельный сосредоточенный момент, воспринимаемый поперечной арматурой в расчетном поперечном сечении.

Предельные усилия и моменты при продавливании определять в соответствии с п. 3.86 [2].

По [2] расчет железобетонного элемента на продавливание выполняют по следующей блок-схеме:

Блок-схема 1





**Пример расчета.**

1.  $N = 1834.5 \text{ кН}$ ,  $M = 23.76 \text{ кНм}$ , для арматуры класса А240  
 $R_{sw} = 170 \text{ МПа}$ ,  $A_{sw} = 101 \text{ мм}^2$ ,  $s_w = 150 \text{ мм}$ , размеры сечения колонны  
 $h = b = 30 \text{ см}$ .

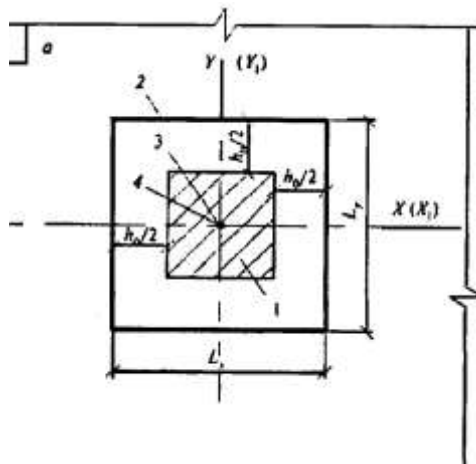


Рис. 8. К расчету опорного сечения ригеля на продавливание.

1. сечение колонны, 2. расчетный контур продавливания,
3. сосредоточенная сила

2.  $F = N_1 - N_2 = 1834.5 - (1834.5 - 23 \cdot 3 - 48.7 \cdot 6) = 361.2 \text{ кН}$ , здесь  $N_1$  - усилие в колонне первого этажа,  $N_2$  - усилие в колонне второго этажа.

3.  $u = 4(b + h_0) = 4(30 + 27) = 228 \text{ см}$ .

4.  $A_b = uh_0 = 228 \cdot 27 = 6156 \text{ см}^2$ .

5.  $F_{b,ult} = R_{bt} A_b = 0.9/10 \cdot 6156 = 554.04 \text{ кН}$ .

6.  $q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_w} = \frac{170 \cdot 101}{150} = 1.145 \text{ кН / см}$ .

7.  $F_{sw,ult} = 0.8 q_{sw} u = 0.8 \cdot 1.145 \cdot 228 = 208.78 \text{ кН}$ .

8.  $554.04 + 208.78 = 762.82 \text{ кН} < 2 \cdot 554.4 = 1108.08 \text{ кН}$ .

9.  $W_b = \frac{(b + h_0)^3}{6} = \frac{(30 + 27)^3}{6} = 30865.5 \text{ см}^3$ .

10.  $M_{b,ult} = R_{bt} W_b = 0.9/10 \cdot 30865 = 2777.9 \text{ кНсм}$ .

11.  $W_{sw} = 30865 \text{ см}^3$  - принимается равным  $W_b$  при равномерном расположении арматуры.

12.  $M_{sw,ult} = 0.8 q_{sw} W_{sw} = 0.8 \cdot 1.145 \cdot 30865.5 = 28272.8 \text{ кНсм}$ .

13.  $\frac{361.2}{554.04 + 114.06} + \frac{2376}{2777.9 + 28272.8} = 0.62 < 1$  - условие выполняется,

продавливания не происходит. Здесь  $M = 2376 \text{ кНсм}$  – момент в сечении колонны.

### 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

№	h=b, мм	h <sub>0</sub> , мм	N <sub>1</sub> кН	N <sub>2</sub> кН	M кН*м	Класс бето- на	Класс арма- туры	A <sub>sw</sub> мм <sup>2</sup>	S <sub>w</sub> мм
1	200	160	1800	1457	20	B10	A-240	101	100
2	300	170	1493	1235	35	B15	A-300	201	150
3	250	180	950	487	42	B30	A-400	157	200
4	350	190	1752	1568	56	B40	A-500	226	250
5	400	200	1234	1000	38	B20	B-500	57	100
6	450	210	1890	1431	21	B25	A-240	201	150
7	200	200	989	632	49	B30	A-300	314	200
8	300	190	1358	920	36	B15	A-400	308	250
9	250	180	800	546	52	B10	A-500	157	100
10	350	170	1526	1194	23	B10	B-500	201	150
11	400	160	1270	920	49	B15	A-240	57	200
12	450	160	1468	1087	35	B30	A-300	101	250
13	200	170	1392	1043	28	B40	A-400	201	100
14	300	180	1562	1321	42	B20	A-500	157	150
15	250	190	1217	895	26	B10	B-500	226	200
16	350	200	923	655	19	B15	A-240	57	250
17	400	210	987	521	32	B30	A-300	201	100
18	450	200	1186	980	45	B40	A-400	314	150
19	200	190	1357	1094	37	B20	A-500	308	200
20	300	180	876	459	23	B25	B-500	157	250
21	250	170	1375	1062	43	B30	A-240	201	100