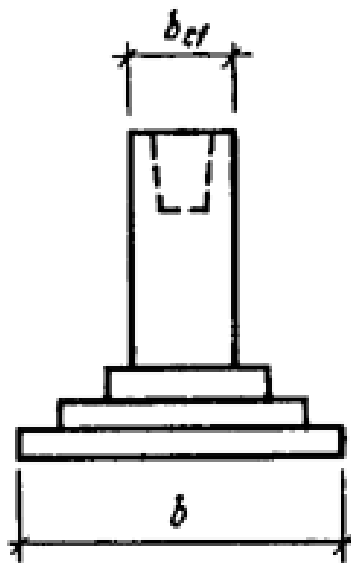
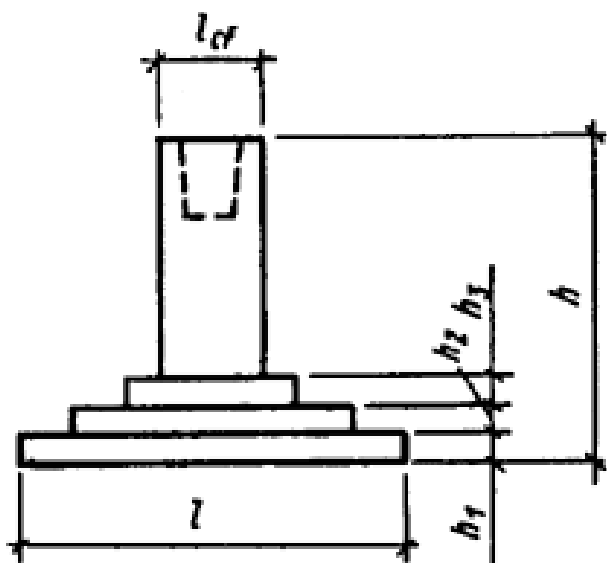


**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ  
КОНСТРУКЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

# Фундаменты

Фундаменты под колонны ОПЗ проектируют как внецентренно нагруженные конструкции, испытывающие действие  $N$ ,  $M$ ,  $Q$ .



Определение высоты фундамента и глубины его заложения

Глубина заведения колонн в стакан фундамента:

$$H_3 = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 + 0,33l_c \\ 1,5b_c \\ 30d \end{array} \right\}$$

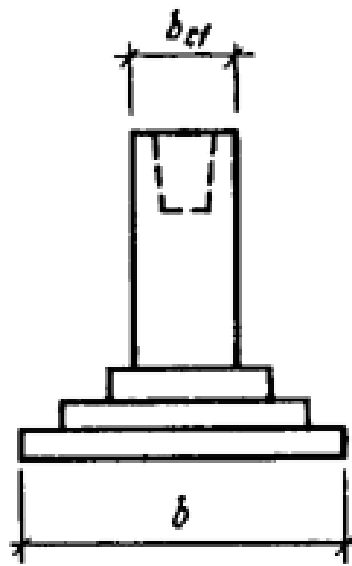
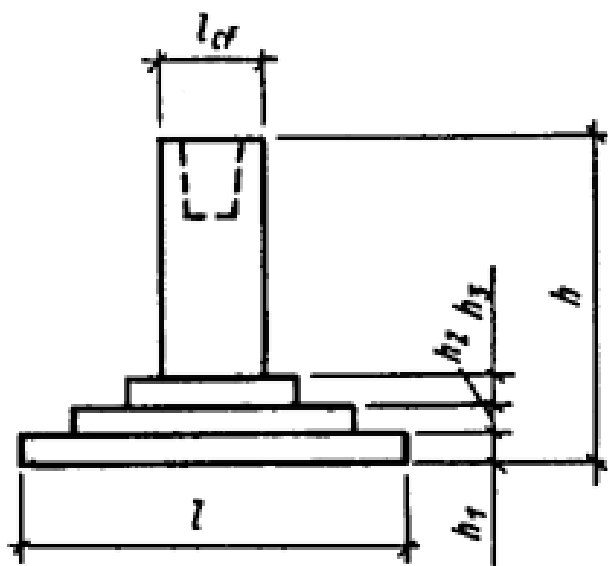
$h_{\phi} = H_3 + 25 \text{ см}$  - кратно 30 см.

$H_{\phi} = h_{\phi} + 15 \text{ см} > d_f$  - расчетная глубина промерзания грунта,

$d_f = d_{fn} * k_h$ , где  $d_{fn}$  - нормативная глубина промерзания грунта,

$k_h$  - коэффициент влияния теплового режима здания на промерзание грунтов.

# Фундаменты



Определение площади подошвы фундамента  
Предварительная площадь подошвы фундамента

$$A = 1.05 * \frac{N_{\max}^n}{R_0 - \gamma_m H_{\hat{o}}}$$

1,05 - коэффициент, учитывающий наличие момента;

$\gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$ .

Принимаем  $K = b/a = 0.6 - 0.8$ .

Принимаем  $a$  и  $b$  кратное 300 мм.

Далее выполняется проверка несущей способности основания под подошвой фундамента по условию:

$$V_d \leq R_d,$$

$$a = \sqrt{\frac{A}{K}}; b = K * a$$

# Фундаменты

## Определение площади подошвы фундамента

$R_d$  - несущая способность фундамента по грунту, определяемая с помощью аналитической или полуэмпирической модели в соответствии с

НТП РК 07-01.4-2012 «ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ЧАСТЬ. ОСНОВЫ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

$V_d$  - расчётная нагрузка, перпендикулярная к плоскости подошвы фундамента, включающая вес фундамента и вес грунта обратной засыпки, приложенной сверху на фундамент.

При невыполнении условия проверки несущей способности основания под подошвой фундамента увеличивают размеры подошвы с повторной проверкой условия.

\* Компонуют фундамент с учетом ранее рассмотренных требований.

Количество ступеней плитной части  $\leq 3$ . Высота ступени - 0,3 или 0,6 м.

# Фундаменты

## Конструктивное решение

- \* Бетон тяжелый класса **C12/15 - C16/20**.
- \* Подколонник фундамента армируют сварными каркасами с продольной арматурой класса **S400, S500**  $d_{\min} = 12\text{мм}$ , поперечная арматура из стали класса **S240**.
- \* Расстояние между осями стержней продольной арматуры - не более **400 мм**.

Минимальный диаметр поперечной арматуры: **6 мм**, но не менее **0,25  $d_{\max}$** .

Максимальный шаг поперечной арматуры

$$S_{cl,\max} = \min (20 \cdot d_{\min} ; b_{\min} ; 400 \text{ мм}).$$

- \* В подошве плитной части фундамента устанавливают сетку с арматурой класса **S400, S500**  $d_{\min} = 8\text{мм}$ .

# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности

### Расчет на продавливание

Существует две схемы расчета на продавливание в зависимости от конструкции фундамента:

Для высоких фундаментов, когда

$$h_{\text{подк}} - h_{\text{стак}} \geq 0,5(a_{\text{подк}} - h_{\text{к}})$$

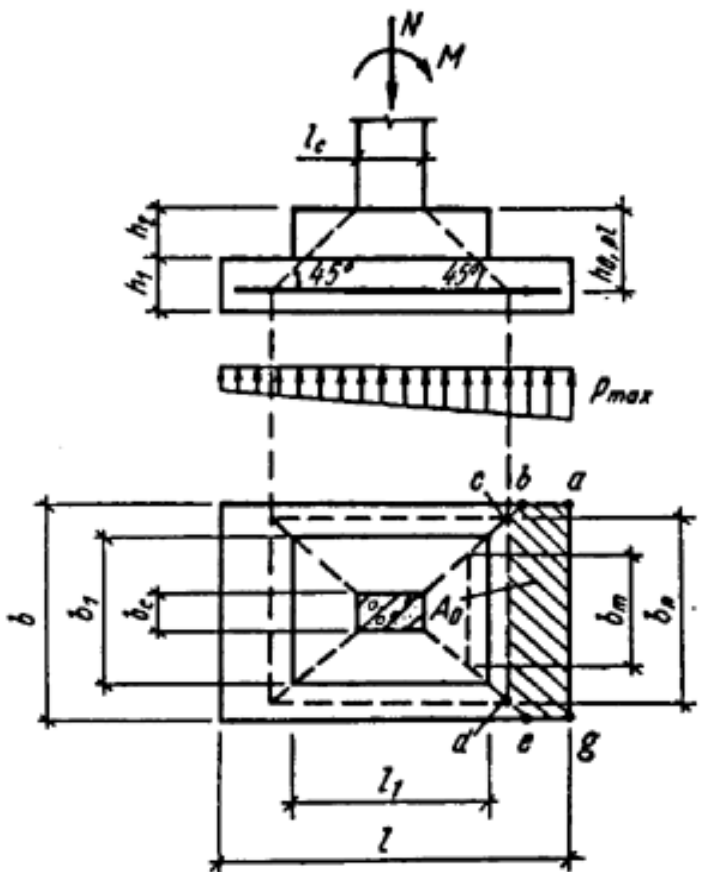
Выполняется расчет на продавливание плитной части от низа подколонника на действие  $N, M$ .

Проверяется условие

$$V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{Rd,c}},$$

где  $V_{\text{Ed}}$  - продавливающее внешнее воздействие;

$V_{\text{Rd,c}}$  - расчётное сопротивление фундаментной плиты продавливанию.



# Фундаменты

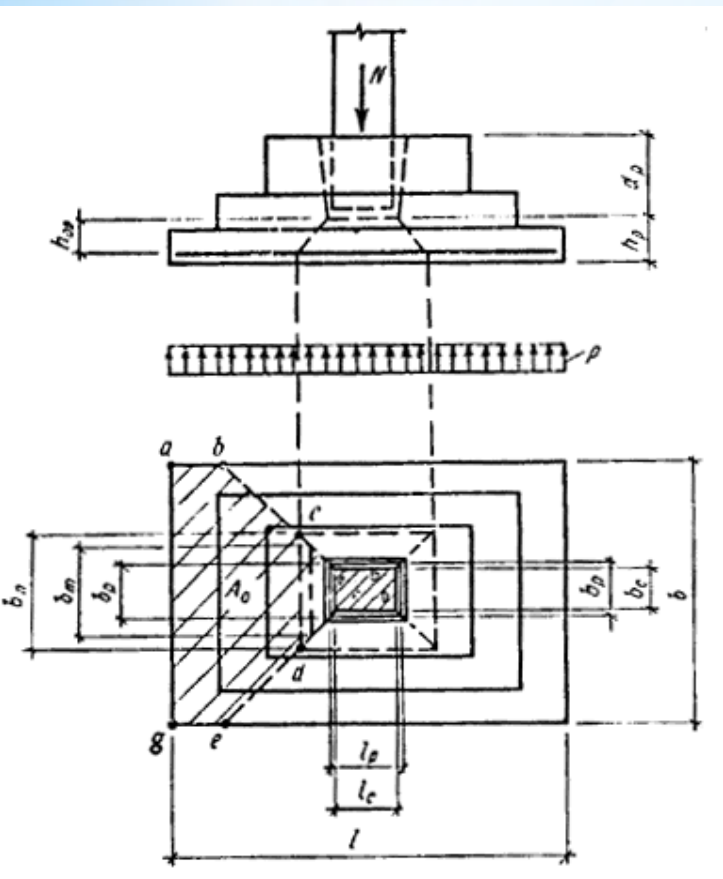
## Расчёт фундамента по несущей способности

### Расчет на продавливание

Для низких фундаментов, когда

$$h_{\text{подк}} - h_{\text{стак}} < 0,5(a_{\text{подк}} - h_{\text{к}})$$

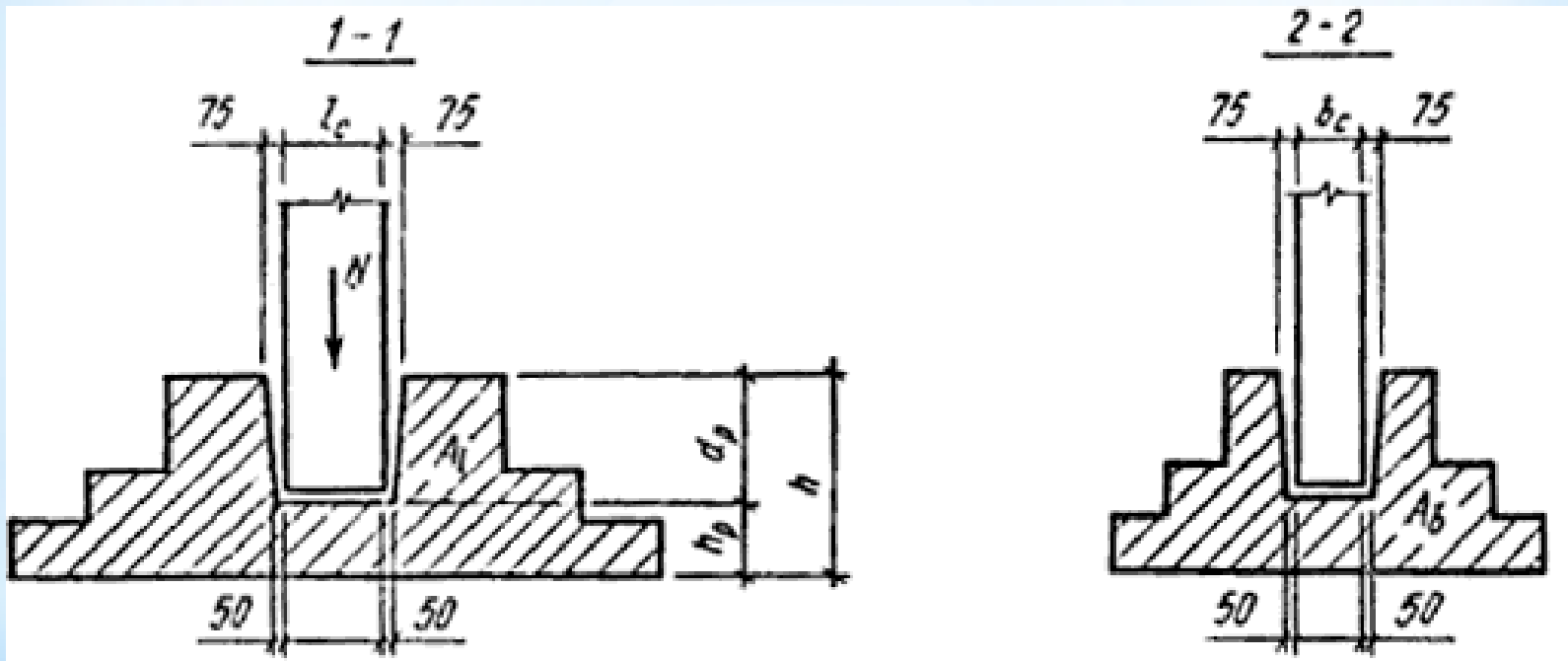
фундаменты рассчитываются на продавливание колонной от дна стакана и на раскалывание от действия продольной силы  $N$ .



# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности

### Расчет на раскалывание



$$\frac{b_c}{l_c} \leq \frac{\hat{A}_b}{A_l}$$

$$N \leq \left(1 + \frac{b_c}{l_c}\right) \mu \gamma_g A_l f_{ctd}$$

$\mu=0,75$  - коэффициент трения бетона по бетону;

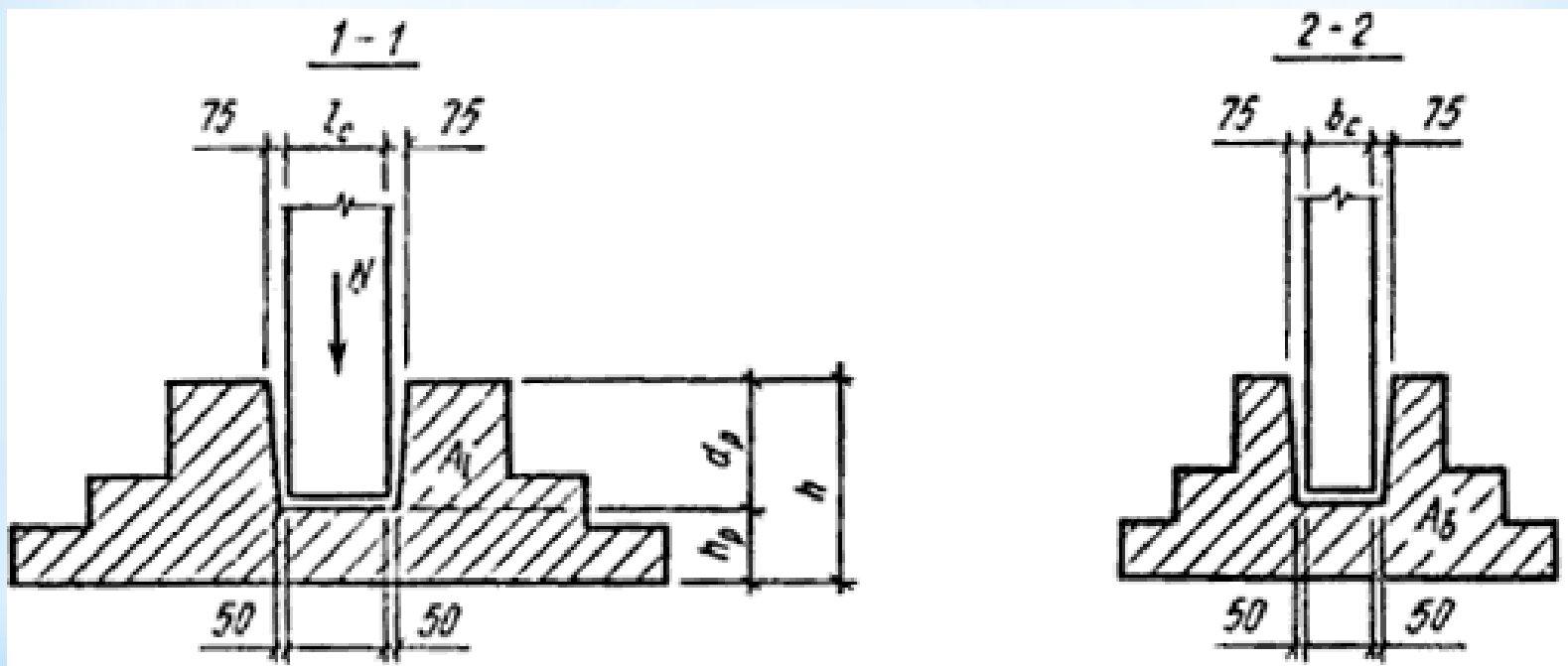
$\gamma_g=1,3$  - коэффициент условия работы фундамента в грунте.



# Фундаменты

Расчёт фундамента по несущей способности

Расчет на раскалывание

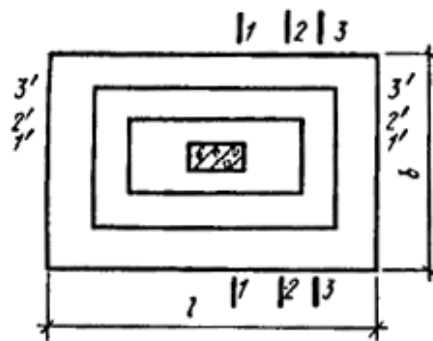
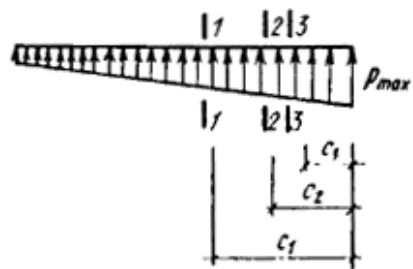
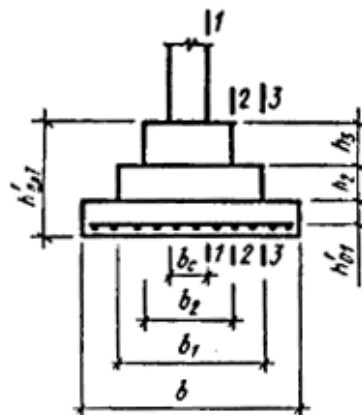
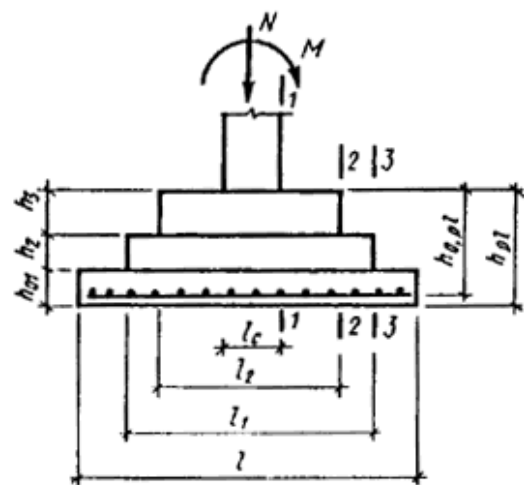


$$\frac{b_c}{l_c} > \frac{\hat{A}_b}{A_l}$$

$$N \leq \left(1 + \frac{l_c}{b_c}\right) \mu \gamma_g A_b f_{ctd}$$

# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности Расчет продольной арматуры плитной части фундамента



Напряжение в грунте под подошвой фундамента от расчетной нагрузки:

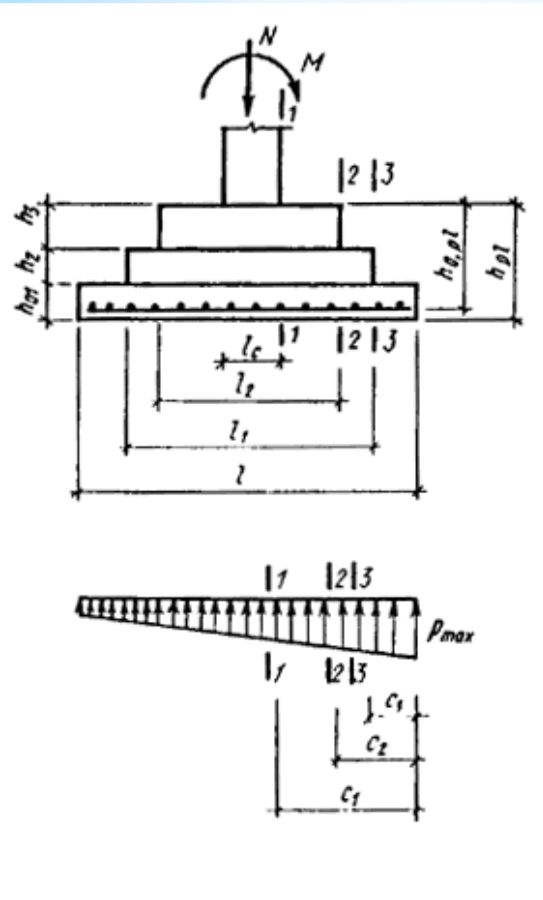
$$P_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{(M + Q * h_f)}{W}$$

$$P_{\min} = \frac{N}{A} - \frac{(M + Q * h_f)}{W}$$

Посчитать для трех комбинаций и выбрать наиболее неблагоприятное:  $\max(P_{\max}); \min(P_{\max} - P_{\min})$ .

# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности Расчет продольной арматуры плитной части фундамента



Расчетная схема - жестко защемленная консоль. Для сечений I-I, II-II, III-III.

$$M_i = \frac{1}{24} (a - a_i)^2 (P_{i-i} + 2P_{\max}) b$$

$$P_{i-i} = P_{\max} - \frac{P_{\max} - P_{\min}}{a} * \frac{a - a_i}{2}$$

$$A_{si} = \frac{M_i}{f_{yd} * 0.9 * h_{oi}}$$

Принимается  $\max(A_{si})$ .

# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности Расчет продольной арматуры плитной части фундамента

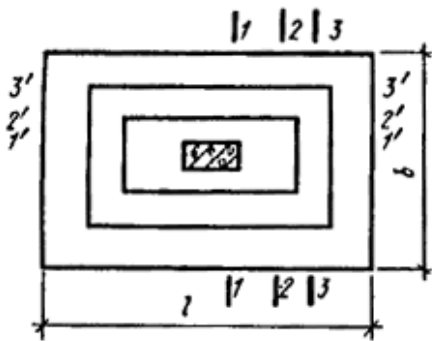
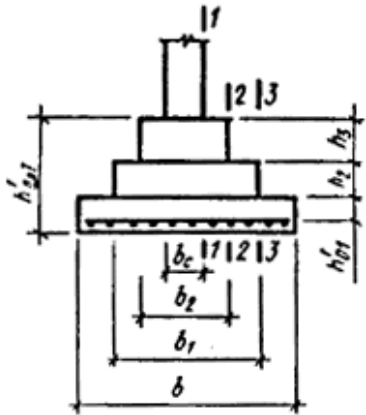
Площадь арматуры, укладываемой по меньшей стороне  $b$ , определяется по изгибающему моменту в сечении по грани колонны.

$$M_4 = \frac{1}{8} (b - b_e)^2 * \frac{N}{A} * a$$

$$A_{s4} = \frac{M_4}{f_{yd} * 0.9 * h_{04}}$$

### Конструирование:

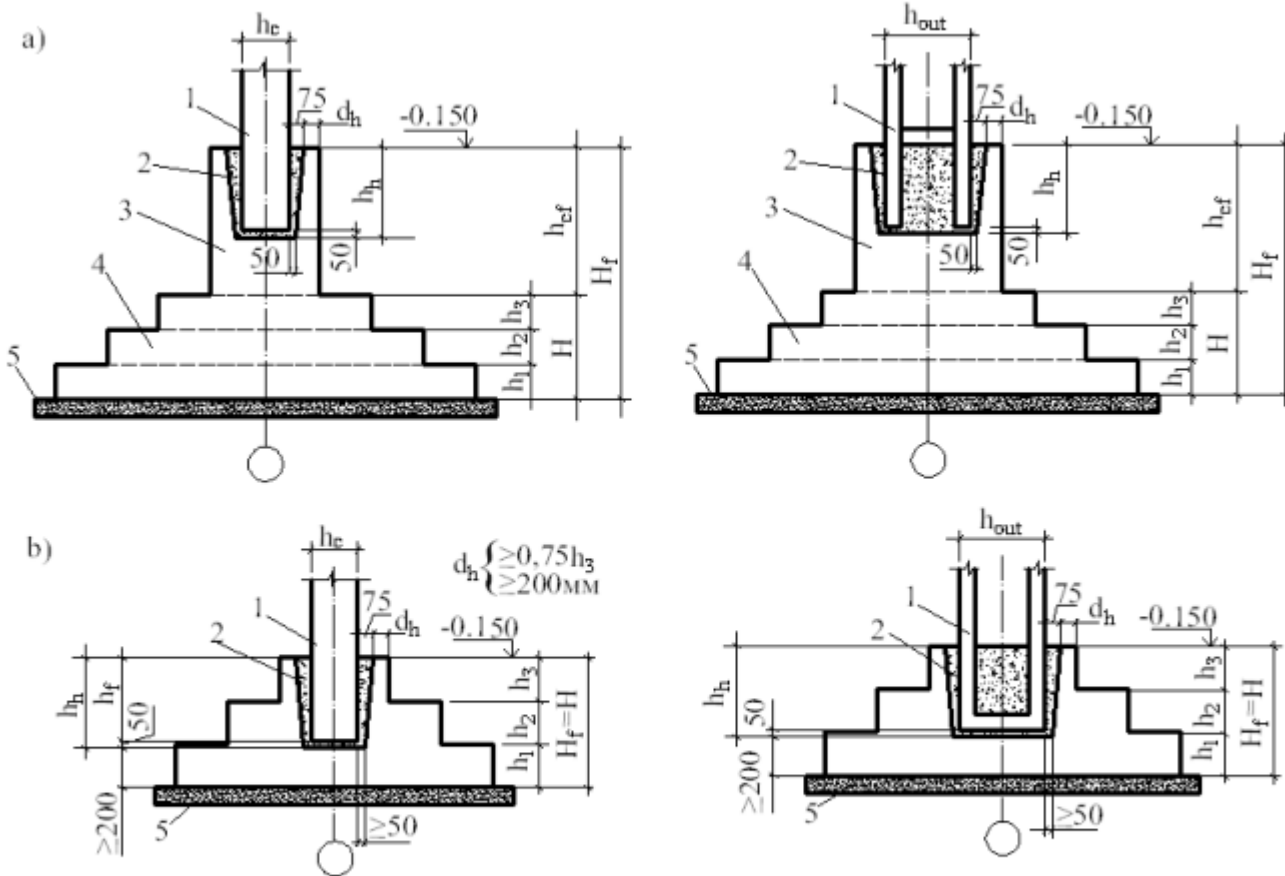
- шаг арматурных стержней сетки - 200 мм;
- расстояние от боковой грани плитной части до оси стержней - 50 мм.



# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности Расчет армирования подколонника фундамента

Неармированный подколонник (при глубине стакана большей, чем высота подколонника):  
 $d_h \geq (h_3 ; 200 \text{ мм})$ .  
При невыполнении этих условий, принимается  $d_h \geq 150 \text{ мм}$  и армируется подколонник продольной и поперечной арматурой.

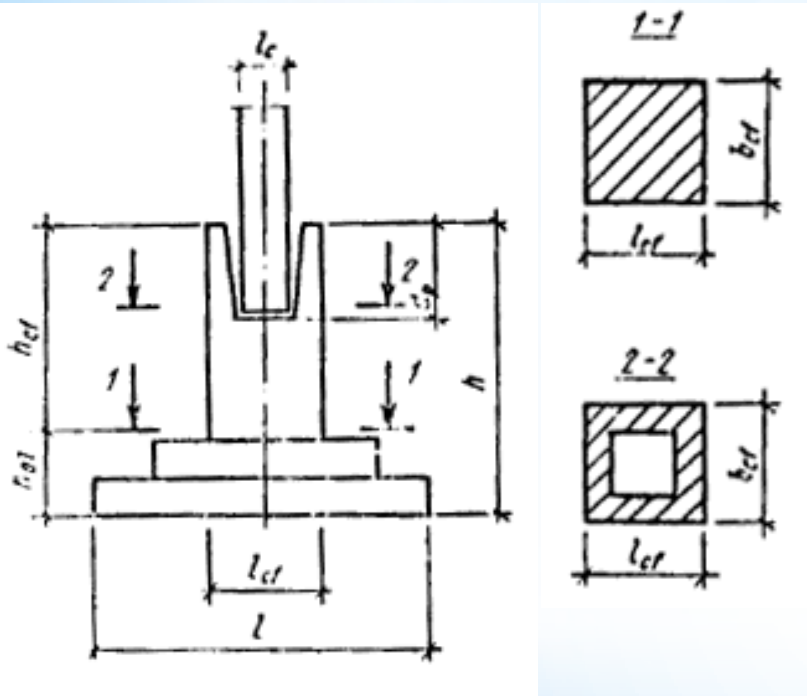


а) фундаменты с развитым подколонником для колонн прямоугольного сечения и двухветвевой; б) фундаменты, состоящие из плитной части; 1 – колонна; 2 – гнездо (стакан); 3 – подколонник; 4 – плитная часть; 5 – бетонная подготовка

Рисунок 7.33 – Сопряжение сборной колонны с фундаментом

# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности Расчет армирования подколонника фундамента



Продольная и поперечная арматура подколонника должна обеспечить надежную совместную работу сборной колонны и фундамента.

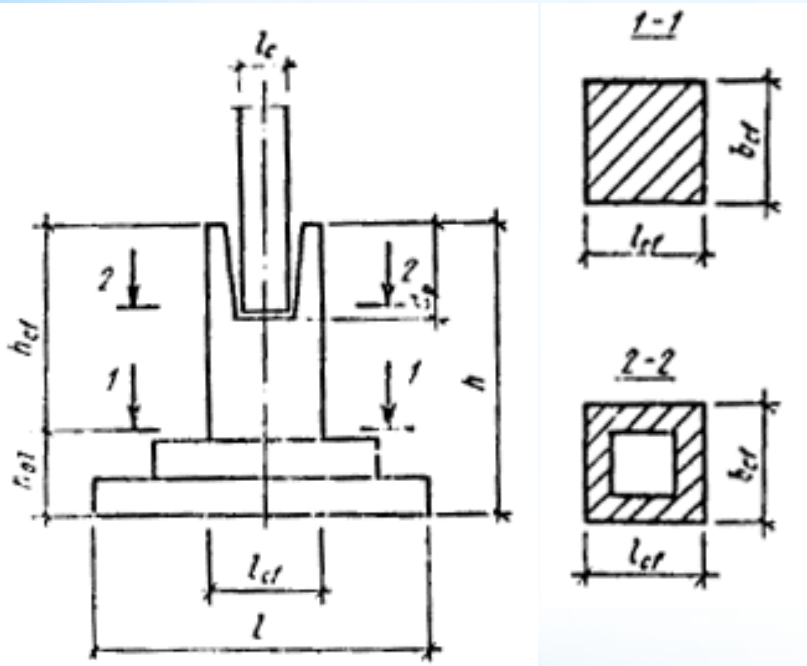
Сечение продольной арматуры подколонника определяется из расчёта по прочности как для внецентренно сжатого элемента в сечениях 1-1 и 2-2.

1-1 - прямоугольное сечение в уровне плитной части

2-2 - коробчатое сечение в уровне торца колонны.

# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности Расчет армирования подколонника фундамента



Так как учитывается ослабление подколонника гнездом колонны в сечении 2-2, коробчатое поперечное сечение стакана приводится к тавровому.

Расчетные усилия:

$$M_i = M + Q * z_i$$

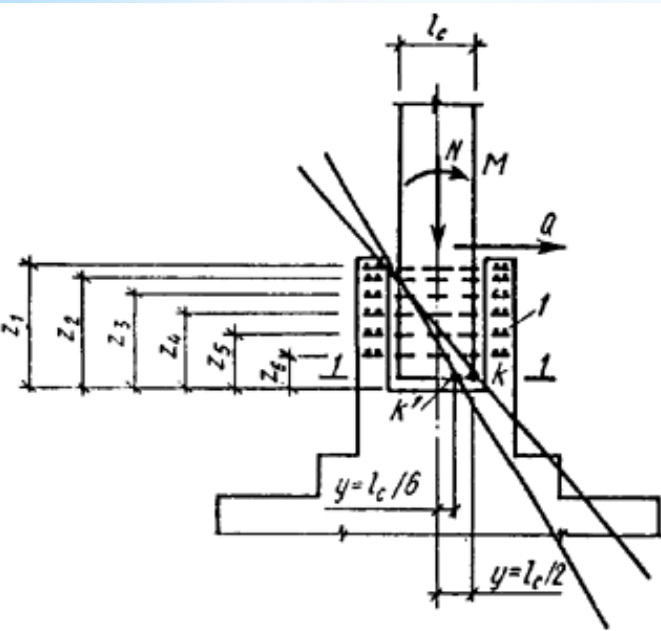
$$N_i = N + G_{fz}$$

где  $z$  - расстояние от верха фундамента до расчетного сечения;

$G_{fz}$  - вес части фундамента высотой  $z$ .

# Фундаменты

## Расчёт фундамента по несущей способности Расчет армирования подколонника фундамента



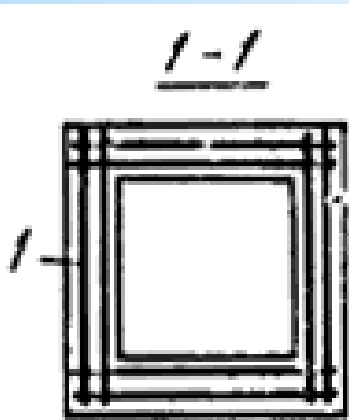
Поперечную арматуру ставят по расчету или конструктивно.

Конструктивное армирование выполняют,

если 
$$e_0 = \frac{M}{N} \leq \frac{l_c}{6}$$

(действие продольной силы в пределах ядра сечения), или при толщине стенок подколонника по верху, принятых как для неармированного подколонника.

В других случаях площадь сечения поперечной арматуры стакана определяют из уравнений равновесия внешних и внутренних сил относительно оси, проходящей через точку поворота колонны.





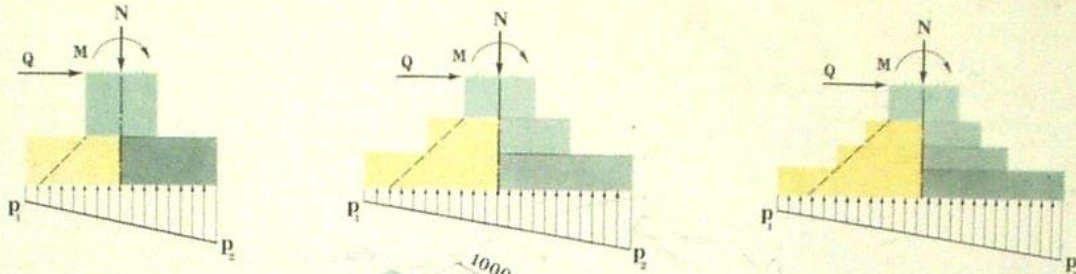
# Фундаменты

## Конструирование

### МОНОЛИТНЫЕ

Размеры подошвы, м	Высота, м	Объем бетона, м <sup>3</sup>
1,5×1,5	1,5	1,43
3,0×2,4	1,8	4,56
4,8×3,6	3,0	14,15
7,2×6,0	4,2	40,12

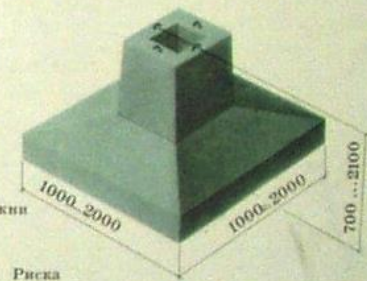
### РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ



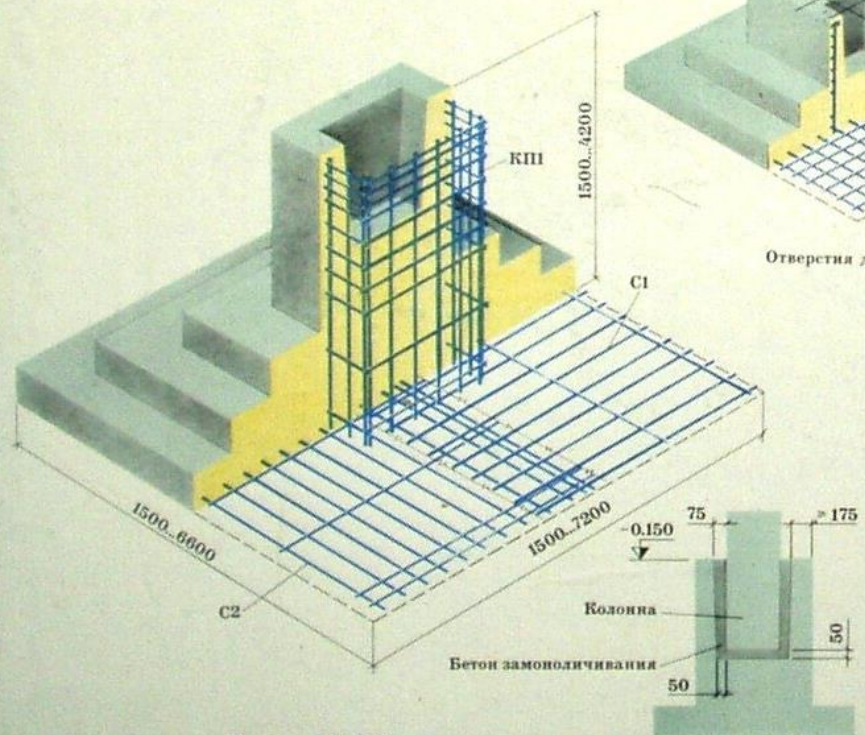
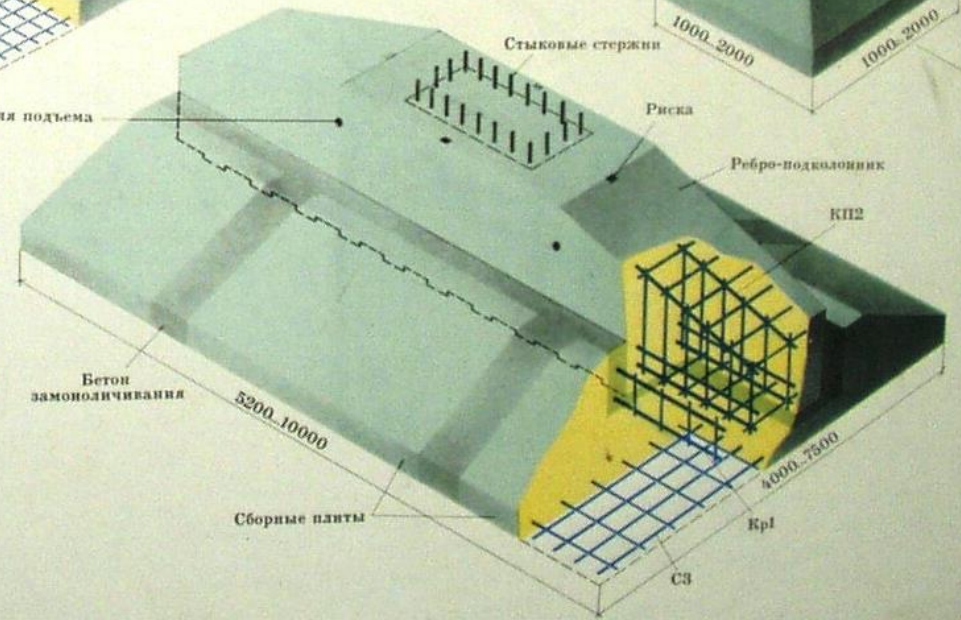
### СБОРНЫЕ

Размеры подошвы, м	Высота, м	Объем бетона, м <sup>3</sup>
1,7×1,7	0,7	1,24
2,0×2,0	0,7	1,74
6,0×4,0	1,5	16,0
10,0×6,0	2,1	48,1

### ОДНОБЛОЧНЫЕ



### СОСТАВНЫЕ



Бетон М 200 ... М 300