

## Тема 16

### Проектирование железобетонных фундаментов

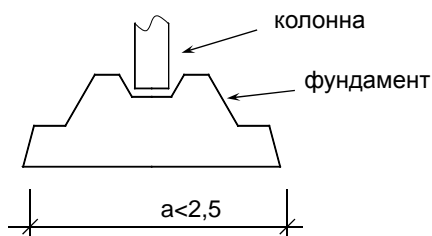
#### Классификация фундаментов

- По конструктивной схеме:
  - отдельные фундаменты
  - ленточные фундаменты
  - плитные фундаменты
- По виду основания:
  - на естественном основании
  - на свайном основании
- По виду загрузки:
  - центрально - нагруженные
  - внецентренно - нагруженные
- По способу изготовления:
  - сборные
  - монолитные

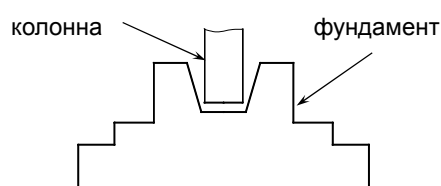
### Расчет и конструирование отдельных центрально - нагруженных фундаментов

#### 1. Конструктивные решения

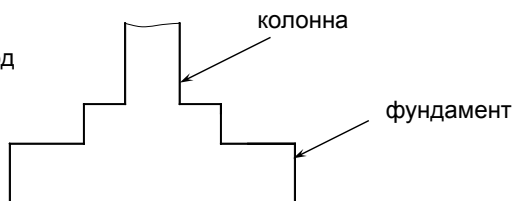
а) сборные фундаменты под сборные колонны



б) монолитные фундаменты под сборные колонны

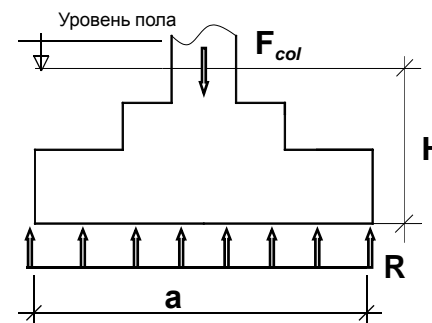


в) монолитные фундаменты под монолитные колонны



### Расчет фундамента

#### 1. Расчет фундамента по грунту (определяем размеры подошвы фундамента)



При расчете принимается линейное распределение давления в грунте под подошвой фундамента

Составим условие равновесия:

$$\sum F_{\text{на верт. ось}} = 0;$$

$$\sum F_{col} + F_f = R * A,$$

где:  $F_{col}$  - нормативное значение продольного усилия в колонне  
 $F_f$  - усилие от массы фундамента и грунта на его уступах;  
 $R$  - расчетное давление на грунт определяется по СНиП «Основания зданий и сооружений»  
 $A$  - площадь подошвы фундамента

$$F_f = H * A * \rho_m,$$

где:  $H$  - глубина заложения фундамента

$\rho_m$  - средняя плотность материала фундамента и грунта

Условие равновесия запишется следующим образом:

$$F_{col} = H * A * \rho_m = A * R$$

Откуда:

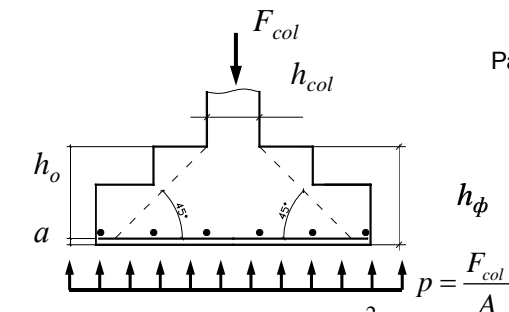
$$A = \frac{F_{col}}{R - H * \rho_m}$$

Так как подошва центрально - нагруженного фундамента в плане представляет собой квадрат, то

$$a = \sqrt{\frac{F_{col}}{R - H * \rho_m}}$$

Размеры фундамента рекомендуется проектировать кратными 30 см (допускается кратным 10см в неинвентарной опалубке)

## 2. Расчет фундамента на продавливания (определяем высоту фундамента)



Расчет на продавливания выполняют из следующего условия:

$$F_{np} \leq F_{y\phi}$$

где:  $F_{np}$  – усилие продавливания

$F_{y\phi}$  – усилие, удерживающее фундамент

$$F_{np} = F_{col} - p(h_{col} + 2h_0)^2,$$

где:  $F_{col}$  – расчетное значение усилия в колонне

$p$  – давление в грунте от усилия  $F_{col}$

$$F_{y\phi} = S_{\phi.n.} * R_{bt} \frac{\sqrt{2}}{2},$$

где:  $S_{\phi.n.}$  – площадь боковой поверхности пирамиды продавливания

$$S_{\phi.n.} = 4 * \frac{h_{col} + h_{col} + h_0}{2} * h^* = 4(h_{col} + h_0) * h_0 \sqrt{2};$$

$$F_{y\phi} = 4(h_{col} + h_0) * h_0 \sqrt{2} * R_{bt} \frac{\sqrt{2}}{2} = 4 * h_0 * R_{bt} (h_{col} + h_0)$$

Из условия:

$$F_{col} - p(h_{col} + 2h_0)^2 = 4 * h_0 * R_{bt} (h_{col} + h_0)$$

Получим  $h_0$

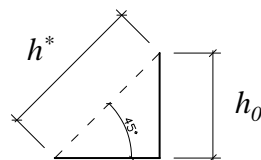
Зная  $h_0$ , найдем высоту фундамента

$$h_{\phi} = h_0 + a,$$

где  $a$  – принимается:

- при монолитном фундаменте на бетонной подготовке 35 мм
- при монолитном фундаменте без подготовки 70 мм
- при сборном фундаменте 30 мм

Кроме этого  $h_{\phi}$  должна удовлетворять следующим конструктивным требованиям:



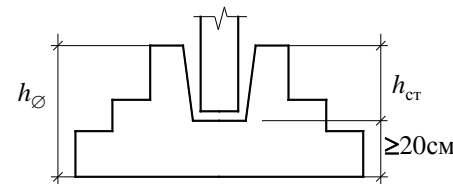
а) Необходимо, чтобы колонна при монтаже не вывернулась из стакана

$$h_{cm} = (1 \div 1,5) h_{col}$$

б) Необходимо обеспечить надежную анкерку продольной арматуры колонны в фундаменте

$$h_{cm} = (20 \div 30) ds,$$

где  $ds$  – диаметр продольной арматуры колонны



в) Необходимо при монтаже колонны обеспечить фундамент от продавливания

С учетом конструктивных требований высота фундамента должна быть:

$$h_{\phi} = h_{cm} + 20 \text{ см}$$

Из двух значений  $h_{\phi}$  (расчетное и конструктивное) принимается наибольшее.

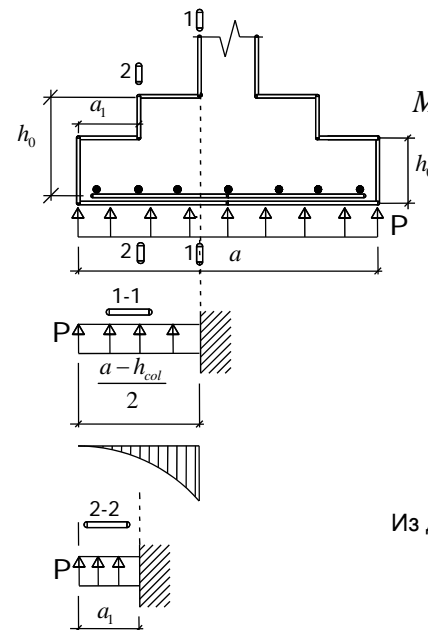
Количество ступеней фундамента определяется из следующих условий:

$h_{\phi} \leq 45 \text{ см}$  – одна ступень

$45 < h_{\phi} \leq 90 \text{ см}$  – две ступени

$90 < h_{\phi}$  – три ступени

## 3. Расчет арматуры фундамента



$$M_{1-1} = \frac{p \left( \frac{a - h_{col}}{2} \right)^2 * a}{2} = \frac{p (a - h_{col})^2 * a}{8};$$

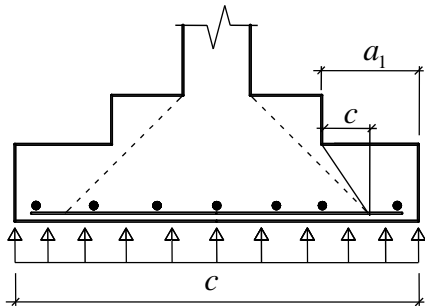
$$A_{s_{1-1}} = \frac{M_{1-1}}{0.9 h_0 * R_s};$$

$$M_{2-2} = \frac{p * a_1^2 * a}{2};$$

$$A_{s_{2-2}} = \frac{M_{2-2}}{0.9 * h_{01} * R_s};$$

Из двух значений  $A_s$  принимаем наибольшее и по нему подбираем арматуру

#### 4. Проверка прочности нижней ступени фундамента



Проверка нижней ступени выполняется из условия прочности по наклонному сечению

$$Q \leq Q_{\epsilon} \quad (\text{т.к. поперечной арматуры в фундаменте нет})$$

$$Q = p(a_1 - c) * a$$

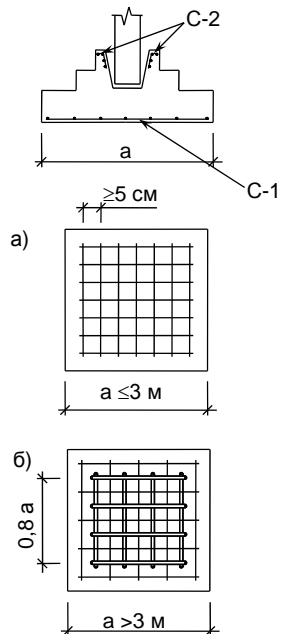
$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} * R_{bt} * a * h_{01}^2}{c}$$

Из выражения

$$p(a_1 - c) * a = \frac{\varphi_{b2} * R_{bt} * a * h_{01}^2}{c}$$

Найдем  $h_{01}$

#### Армирование фундамента



C-1 – сетка с рабочей арматурой (рабочая арматура в двух направлениях)

C-2 – сетка конструктивная  
Для фундаментов рабочая арматура принимается диаметром не менее 10 мм

Класса А-II, АIII (А 400, А 500)

Шаг рабочей арматуры принимается в пределах 10 ÷ 30 см.

При  $a > 3$  м не более половины стержней не доводить до конца на  $1/10 * a$ , в целях экономии арматуры.