

Преподаватель  
Юдина Евгения Васильевна

# Лекция 3. Колонны

Общие положения

# Колонны. Общие положения

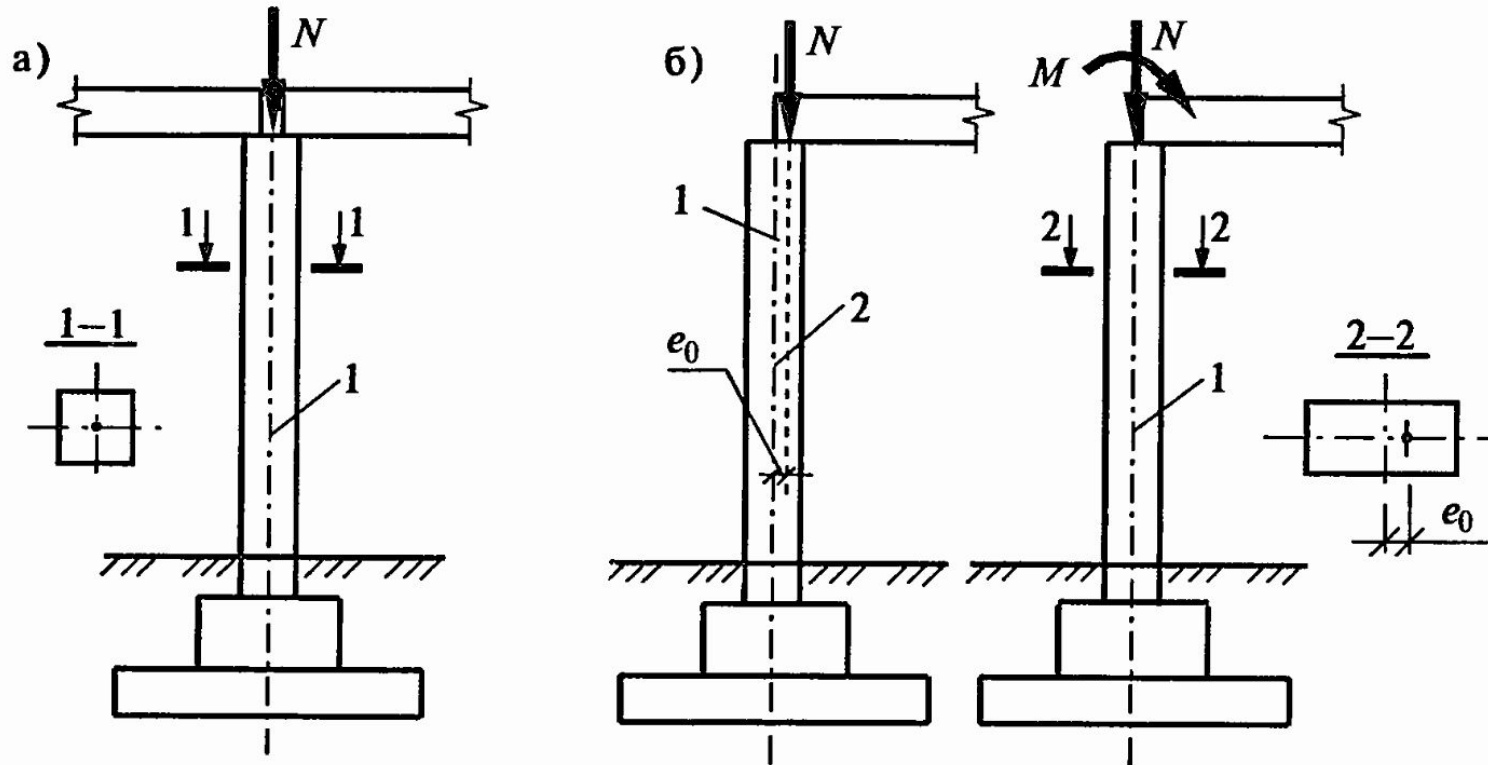
По характеру работ:

- центрально-сжатые
- внецентренно сжатые

Центрально-сжатые колонны – элементы, нагрузка на которые действует по центру тяжести сечения (в симметричном сечении центр тяжести сечения принимается совпадающим с геометрическим центром)

Внецентренно сжатые колонны - элементы, нагрузка на которые действует не по центру тяжести сечения, а с эксцентриситетом  $e_0$  или одновременно приложены продольная сила  $N$  и изгибающий момент  $M$  ( $e_0 = M/N$ )

# Колонны. Общие положения

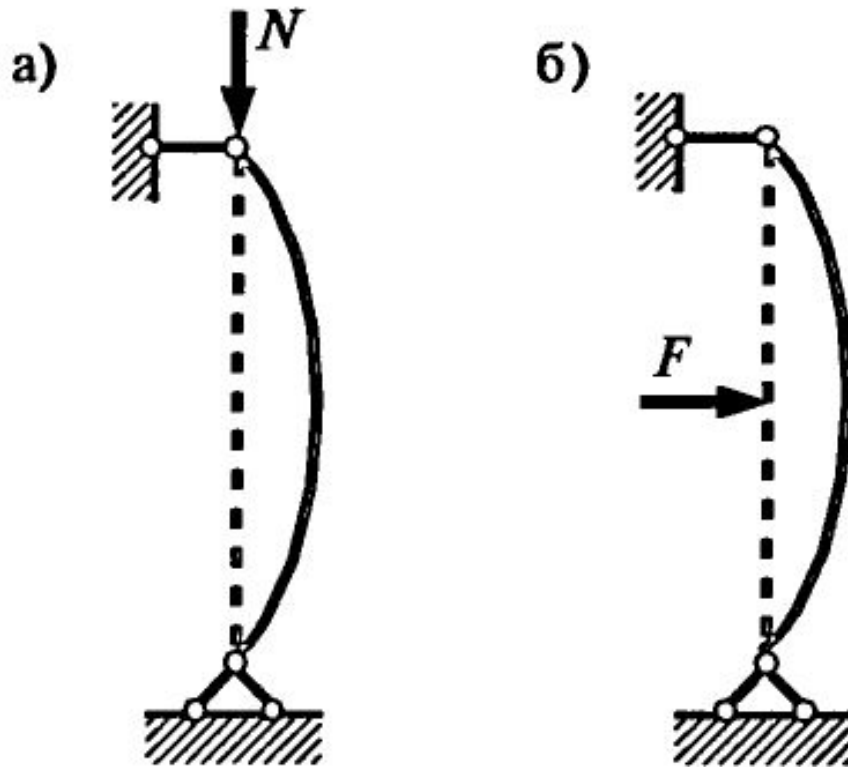


Сжатые колонны: а) центрально-сжатые; б) внецентренно сжатые;  
1 — ось центра тяжести колонны; 2 — ось приложения нагрузки

Колонны. Общие положения

Критическое состояние для  
колонн это потеря общей  
устойчивости от проявления  
продольного изгиба, то есть  
выпучивание колонны.

# Колонны. Общие положения

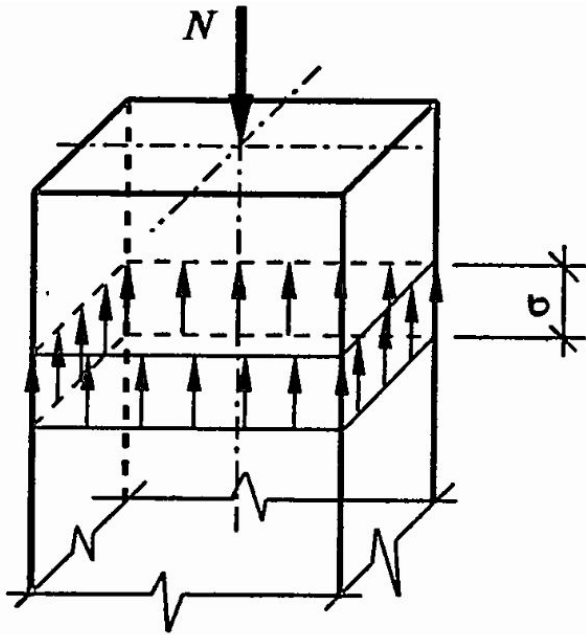


*Изгиб стержня: а) продольный изгиб; б) поперечный изгиб*

# Колонны. Общие положения

- Стальные и деревянные колонны чаще всего имеют небольшие размеры поперечного сечения и являются более гибкими, а железобетонные и каменные имеют более значительные размеры поперечного сечения, значит, обладают меньшей гибкостью
- Нормы учитывают безопасные величины продольного изгиба

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход



*Распределение напряжений в сечении колонны при центральном сжатии*

Предпосылка  
расчета:  
нормальные  
напряжения в их  
поперечном  
сечении  
распределяются  
равномерно

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Несущая способность обеспечена при выполнении

$$N \leq \Phi,$$

условия:

где  $N$  – наибольшая вероятная нагрузка;  
 $\Phi$  – наименьшая вероятная несущая способность сечения (зависит от сопротивления материала  $R$  и площади поперечного сечения  $A$ )



# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

То есть формула принимает вид:

$$N \leq RA$$

Учет продольного изгиба.

Введение коэффициента продольного сечения  $\phi$ , имеющего значение меньше 1,0 (обычно при практических расчетах значение коэффициента 0,5 – 0,8)

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Окончательный вид формулы:

$$N \leq \varphi R A$$

Для каждого материала: сталь, железобетон, камень, дерево – она видоизменяется с учетом особенности их работы под нагрузкой

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Величину коэффициента продольного изгиба  $\phi$  определяют по формулам, которые опытным путем установлены для каждого материала.

В строительных нормах значения даны в табличной форме

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

$\Phi$  зависит от гибкости стержня (колонны) –  $\lambda$ , которая определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{l_0}{i},$$

где  $l_0$  – расчетная длина стержня;  
 $i$  – радиус инерции сечения

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Расчетная длина  $l_0$ :  $l_0 = \mu l$ ,

$l$  – геометрическая длина стержня

$\mu$  - коэффициент, зависящий от способов закрепления концов стержня

# Расчет центрально-сжатых колонн. ОБЩИЙ ПОДХОД

Схемы изгиба стержней при различных способах закрепления

Схемы закрепления концов стержней		а)	б)	в)	г)	д)
Коэффициент $\mu$	Стальные конструкции	$\mu = 1,0$	$\mu = 0,7$	$\mu = 0,5$	$\mu = 2,0$	$\mu$ – зависит от степени подвижности опоры
	Деревянные конструкции	$\mu = 1,0$	$\mu = 0,8$	$\mu = 0,65$	$\mu = 2,2$	

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Радиус инерции сечения

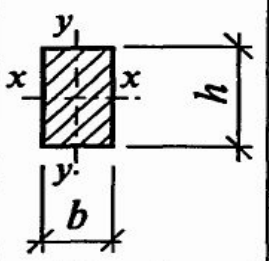
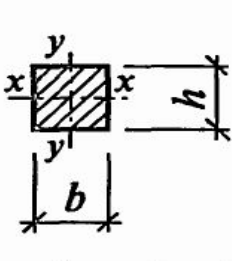
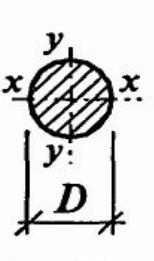
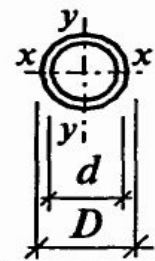
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}},$$

$I$  – момент инерции сечения стержня

$A$  – площадь сечения стержня

# Расчет центрально-сжатых колонн. ОБЩИЙ ПОДХОД

Формулы для определения характеристик сечений

Сечение элемента				
$A$	$bh$	$bh$	$\frac{\pi D^2}{4}$	$\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$
$I_x$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{b^4}{12}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64}$
$I_y$	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{b^4}{12}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64}$
$i_x$	$0,289h$	$0,289h$	$0,25D$	$0,25\sqrt{D^2 - d^2}$
$i_y$	$0,289b$	$0,289b$	$0,25D$	$0,25\sqrt{D^2 - d^2}$

Для стального проката радиусы инерции и другие характеристики приведены в сортаменте



# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

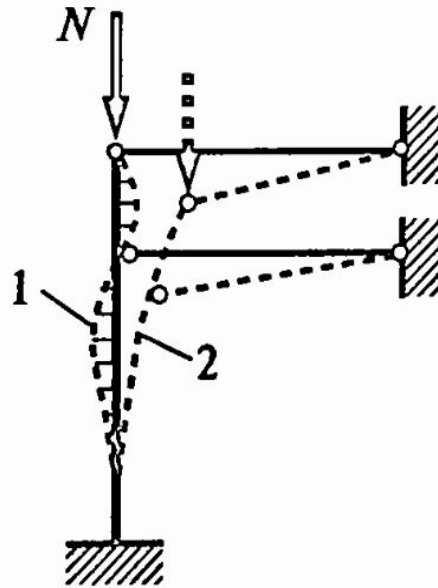
Расчетные длины стержней могут быть разными в разных плоскостях

Обозначения длин:

$l_{0x}$  – расчетная длина стержня относительно оси x-x;

$l_{0y}$  – расчетная длина стержня относительно оси y-y

# Расчет центрально-сжатых колонн. ОБЩИЙ ПОДХОД



X

*Формы изгиба конструкции в разных плоскостях: 1 — изгиб стойки в плоскости конструкции; 2 — изгиб стойки в плоскости, перпендикулярной плоскости конструкции*

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Так как размеры сечения часто не одинаковы относительно осей изгиба, то отличаются радиусы инерции и гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i_x}; \quad \lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_y}.$$

*Продольный изгиб центрально-сжатого элемента будет происходить относительно оси, по отношению к которой гибкость больше.*

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

При больших значениях гибкости (длинные колонны с небольшим сечением) опасное напряженное состояние наступает при очень небольших нагрузках. По этому вводится понятие предельной гибкости  $\lambda_{\text{пред.}}$ , которая не должна быть превышена независимо от величины нагрузки.

**Значение  $\lambda_{\text{пред}}$  приводится в нормах.**

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Предельная гибкость  $\lambda_{\text{пред}}$  зависит

от:

- Характер нагрузки (статическая или динамическая)
- Конструкции
- Материала

# Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Предельная гибкость  $\lambda_{\text{пред}}$  зависит

от:

- Характер нагрузки (статическая или динамическая)
- Конструкции
- Материала