

Преподаватель
Юдина Евгения Васильевна

Лекция 3. Колонны

Общие положения

Колонны. Общие положения

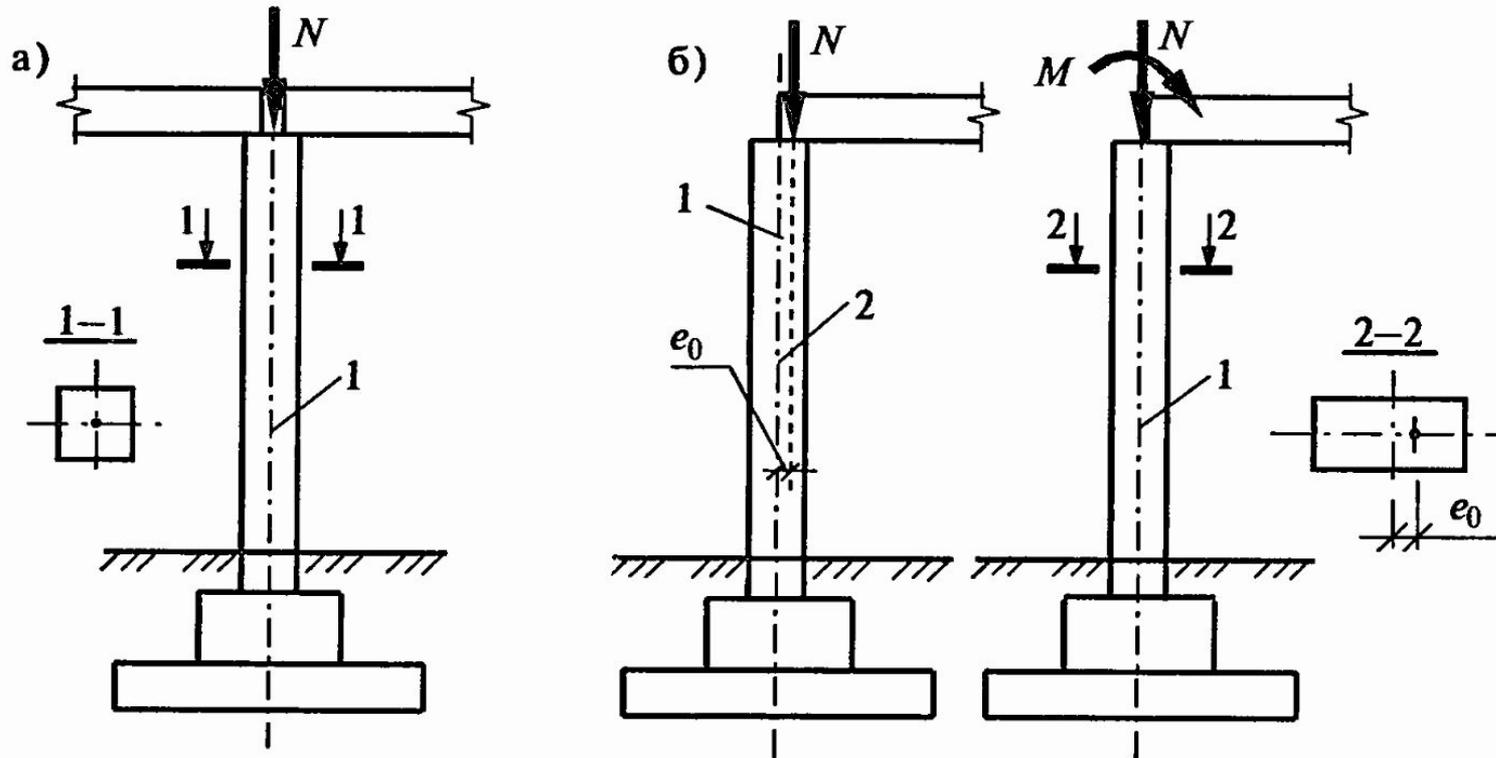
По характеру работ:

- 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

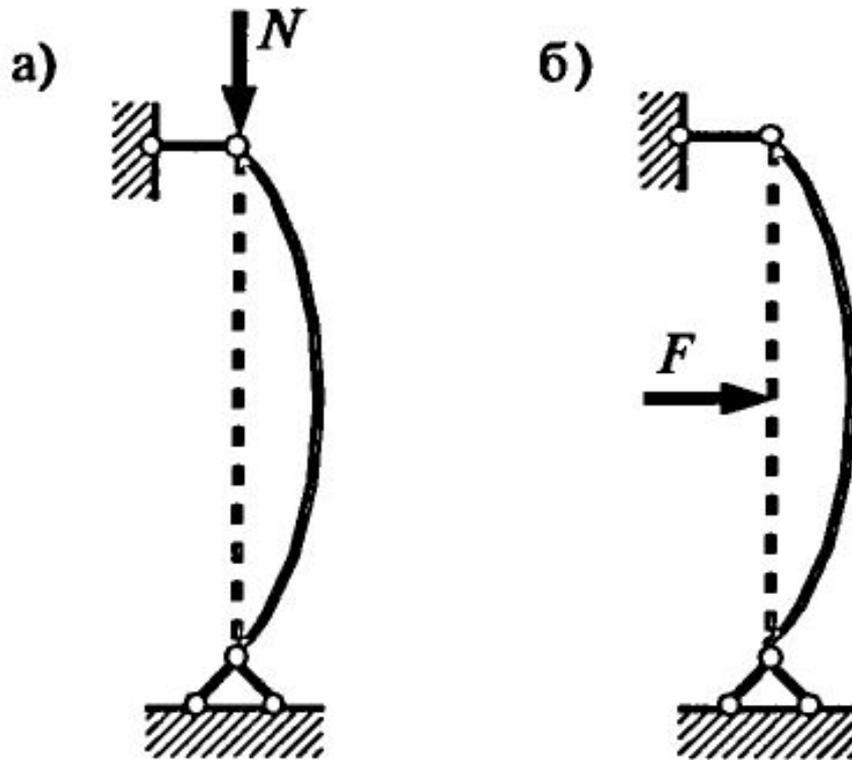


Сжатые колонны: а) центрально-сжатые; б) внецентренно сжатые;
1 — ось центра тяжести колонны; 2 — ось приложения нагрузки

Колонны. Общие положения

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

Колонны. Общие положения

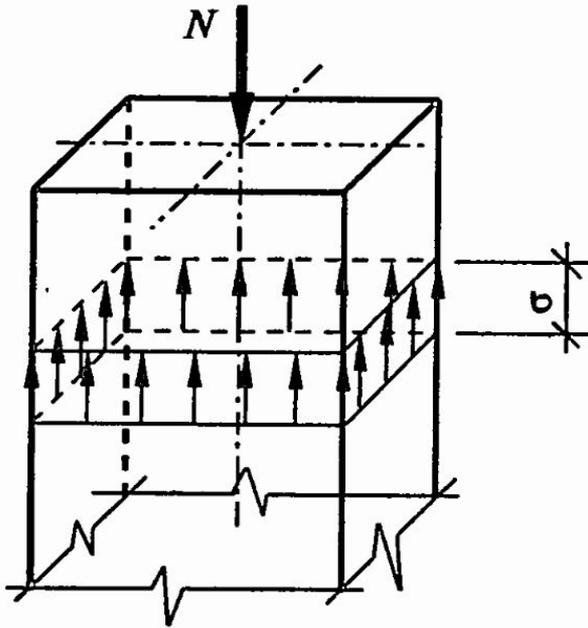


Изгиб стержня: а) продольный изгиб; б) поперечный изгиб

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;
 Φ – 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 ϕ , 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 Φ определяют по формулам, которые опытным путем установлены для каждого материала.

В строительных нормах значения даны в табличной форме

Расчет центрально-сжатых колонн. Общий подход

Φ зависит от гибкости стержня (колонны) – λ , 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

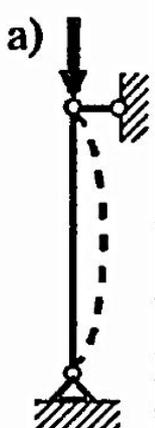
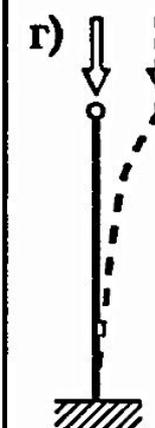
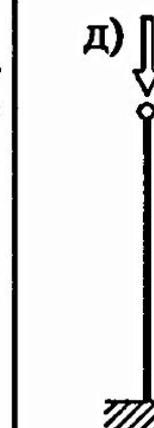
Расчетная длина l_0 : $l_0 = \mu l$,

l – геометрическая длина стержня

μ - 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 μ	Стальные конструкции	$\mu = 1,0$	$\mu = 0,7$	$\mu = 0,5$	$\mu = 2,0$	μ – 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

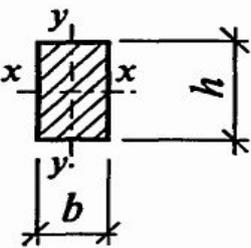
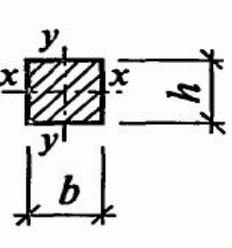
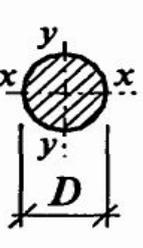
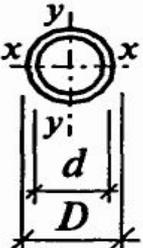
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}},$$

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

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