

**СТАЛЬНЫЕ КОЛОННЫ**

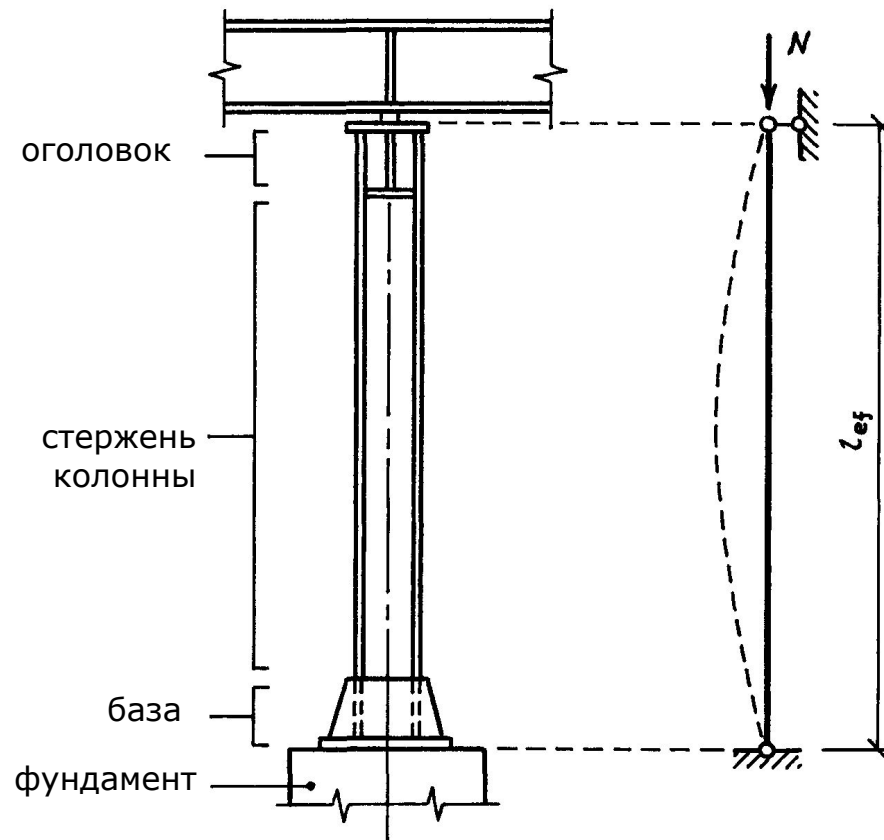
# Общие соображения

**Колонны** воспринимают нагрузки от элементов перекрытия и передают их на фундамент.

Три основных элемента колонны – **оголовок**, **стержень** и **база**.

Конструктивная схема

Расчётная схема



$l_{ef}$  – **расчётная длина колонны** – эквивалентная из условия устойчивости длина шарнирно опёртого стержня той же жёсткости

# Центрально- и внецентренно сжатые колонны

## В центрально-сжатых

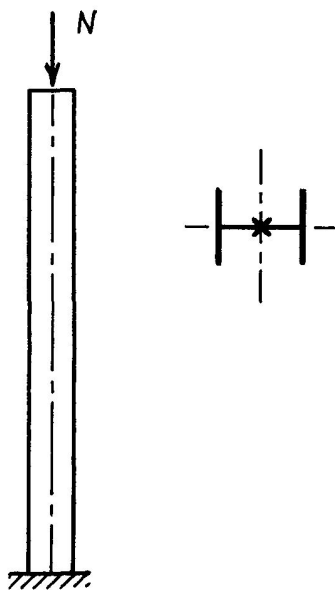
**колоннах** сжимающее усилие приложено в центре тяжести сечения (или по оси стержня, поскольку **ось** – это линия, соединяющая центры тяжести сечений).

## Во внецентренно сжатых

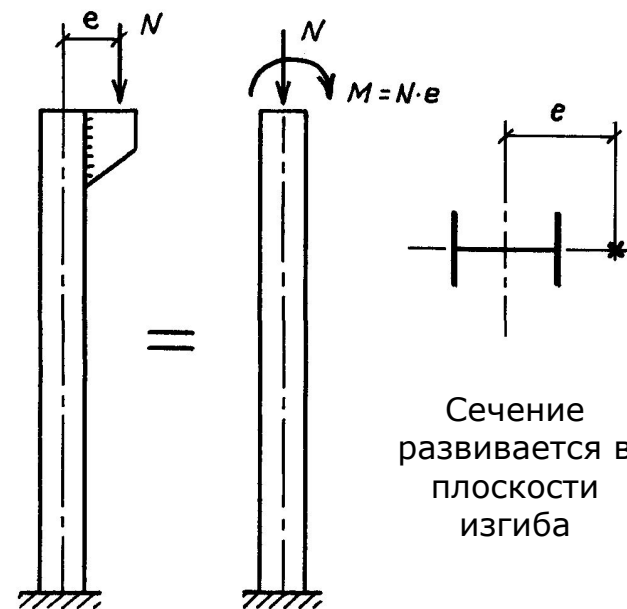
**колоннах** сжимающее усилие приложено с эксцентриситетом **e**.

Внецентренное приложение усилия **N** эквивалентно совместному действию центрально приложенного усилия **N** и изгибающего момента **M = N·e**

## Центральное сжатие



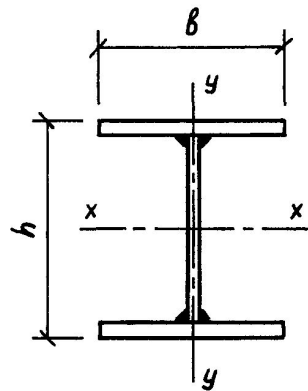
## Внецентренное сжатие



**e** – **эксцентриситет** – расстояние между осью стержня и линией действия силы **N**

# Колонны сплошного сечения

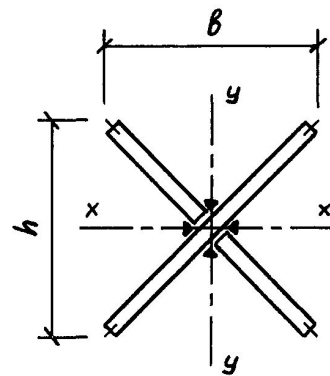
Сечения открытого профиля:



**Двутавровое**

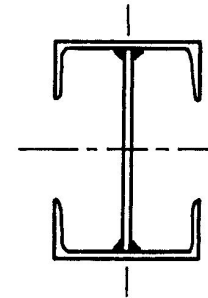
$$i_x = 0,43 h$$

$$i_y = 0,24 b$$

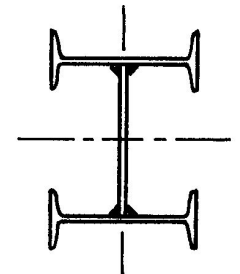


**Крестовое**

$$i_x = i_y = 0,29 h$$



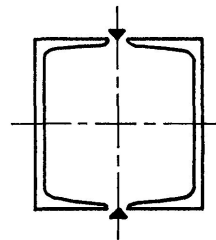
**Из двух швеллеров**



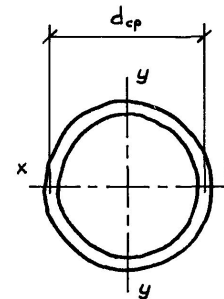
**Из двух двутавров**

Сечения замкнутого профиля:

$d_{cp}$  — диаметр средней линии кольца

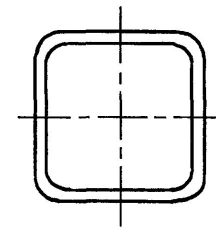


**Из двух швеллеров**



**Кольцевое**

$$i_x = i_y = 0,35 d_{cp}$$



**Трубчатое**

# Колонны сквозного сечения

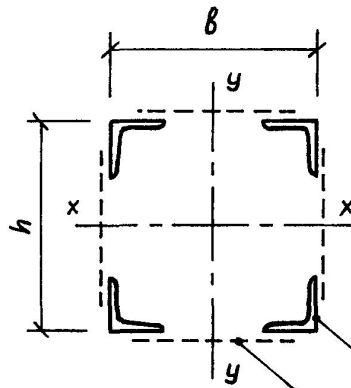
Сквозные сечения эффективны при нагрузке  $N < 4000$  кН

**Колонны сквозного сечения** состоят из двух ветвей, соединённых решёткой.

Из-за большого числа коротких швов эти колонны оказываются более трудоёмкими, чем сплошные.

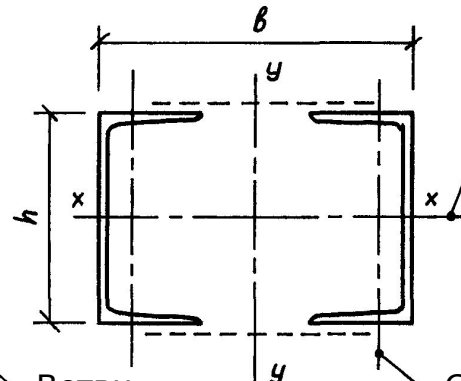
При  $N < 1500$  кН

$$i_x = i_y = 0,43 h$$



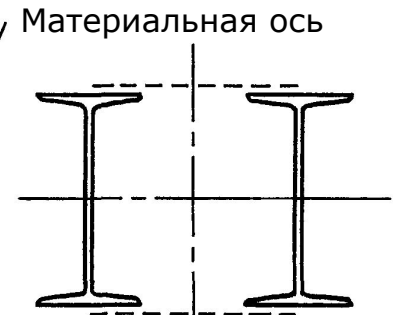
При  $N = 1500 \dots 2500$  кН

$$i_x = 0,38 h$$
$$i_y = 0,44 b$$



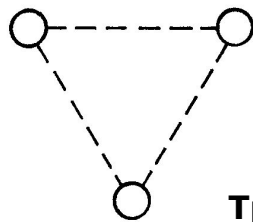
При  $N = 2500 \dots 4000$  кН

$$i_x = 0,43 h$$
$$i_y = 0,50 b$$



Ветви  
Решётка

Свободная ось  
Собственная ось ветви



Трубчатое

Сечение из двух двутавров применяется, когда в сортаменте уже нет подходящих швеллеров, способных воспринять действующую нагрузку

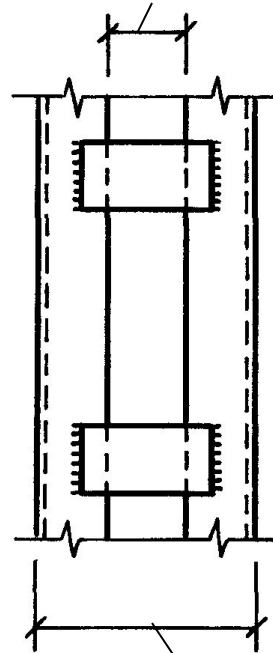
# Типы решёток сквозных колонн

Решётка из планок лучше выглядит, однако раскосные решётки менее деформативные.

При конструировании решёток желательно обеспечивать **оптимальные углы наклона раскосов.**

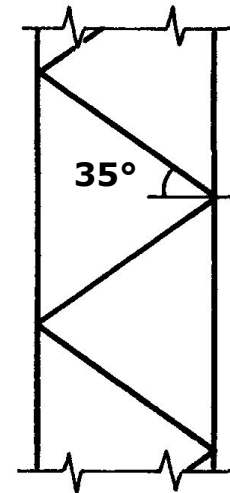
**Безраскосная (из планок)**  
применяется при  
 $N \leq 2500$  кН

**min 150 мм** для возможности окраски

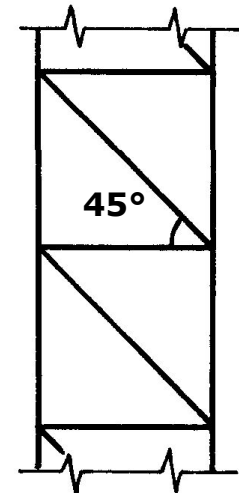


**max 1000 мм**

**Раскосная треугольная**



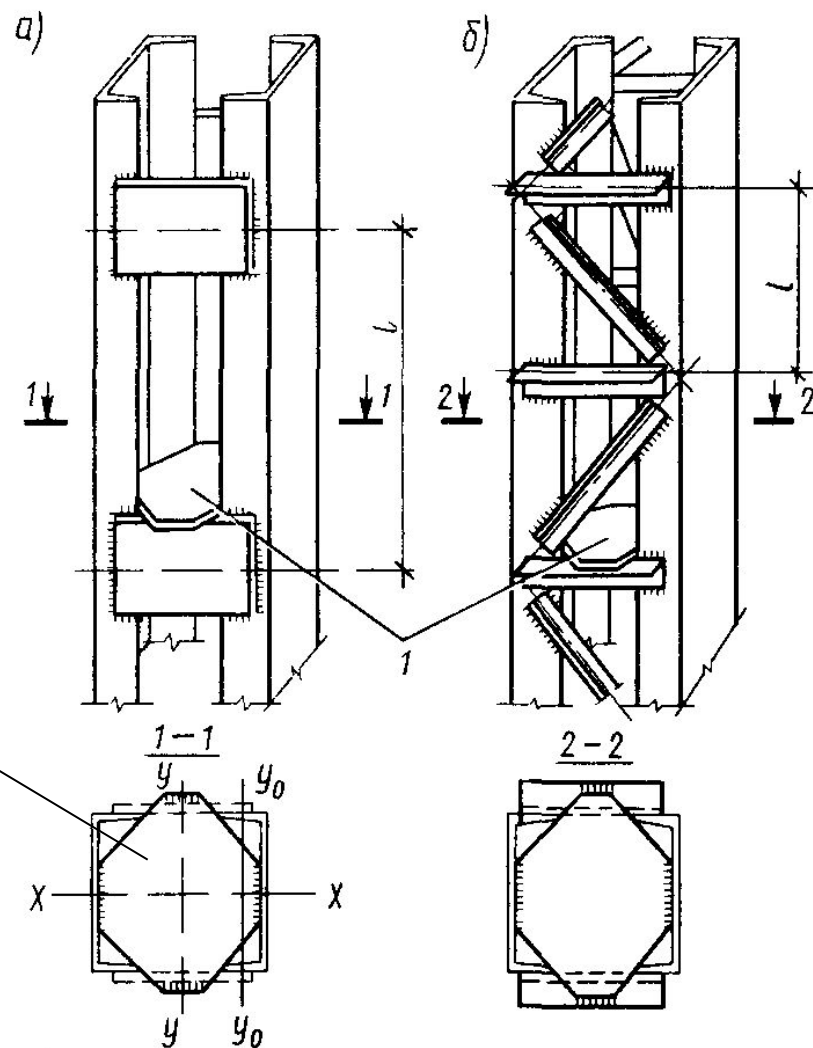
**Раскосная с распорками**



# Диафрагмы жёсткости в сквозных колоннах

Для обеспечения пространственной жёсткости сквозные колонны укрепляют поперечными диафрагмами, которые необходимо устанавливать через каждые 3...4 м длины.

Центрирование уголков в крестовой решётке допускается осуществлять по наружной грани ветви.





# Эффективность применения различных типов сечений

Для экономии материала целесообразно соблюдать **условие равноустойчивости** стержня колонны:

$$\lambda_x = \lambda_y, \quad \text{где} \quad \lambda_x = l_x / i_x; \quad \lambda_y = l_y / i_y$$

$\lambda_x, \lambda_y$  – гибкости колонны относительно осей  $x$  и  $y$ ;  $l_x, l_y$  – расчётные длины для осей  $x$  и  $y$ ;  $i_x, i_y$  – радиусы инерции сечения.

При выполнении условия равноустойчивости стержень колонны будет оказывать одинаковое сопротивление потере устойчивости в обоих возможных направлениях. Если условие не выполняется, создаются избыточные запасы устойчивости.

Если расчётные длины центрально-сжатой колонны равны ( $l_x = l_y$ ), то наиболее эффективным для неё является сечение с наибольшим радиусом инерции ( $i_{\max}$ ), одинаковым по всем направлениям ( $i_x = i_y$ ).

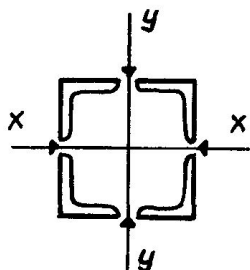
Из **сплошных сечений** указанным требованиям в наибольшей степени отвечает **кольцевое сечение**.

На втором месте – **крестовое сечение**.

**Двутавровое сечение** будет соответствовать условию равноустойчивости, если  $b = 2h$ . В обычном двутавровом сечении потеря устойчивости произойдёт относительно оси  $y$ . Несмотря на это, сечения из сварных и прокатных широкополочных двутавров находят широкое применение.



# Эффективность сквозных сечений



В **сквозных колоннах** условие равноустойчивости обеспечивается за счёт изменения расстояния между ветвями.

За счёт увеличения расстояния между ветвями повышается радиус инерции сечения при сохранении той же его площади:

$$J_x = 4 \cdot [J_1 + A_1 a^2]$$

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}}$$

$$A = 4A_1$$

