

СТАЛЬНЫЕ КОЛОННЫ

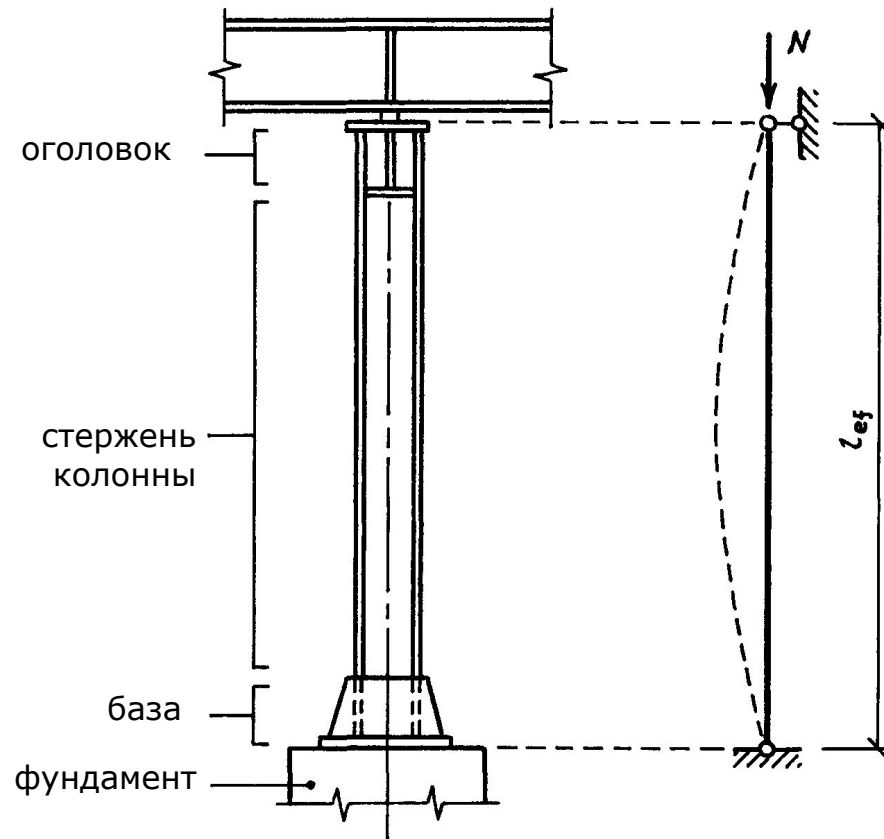
Общие соображения

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

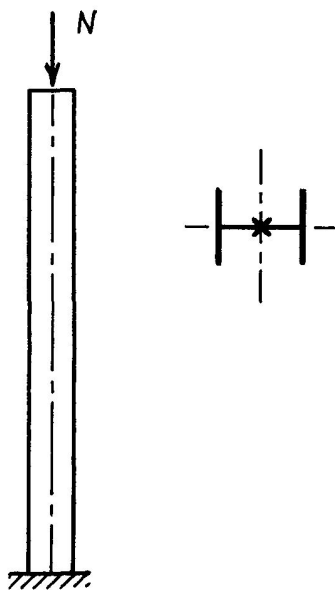
колоннах сжимающее усилие приложено в центре тяжести сечения (или по оси стержня, поскольку **ось** – это линия, соединяющая центры тяжести сечений).

Во внецентренно сжатых

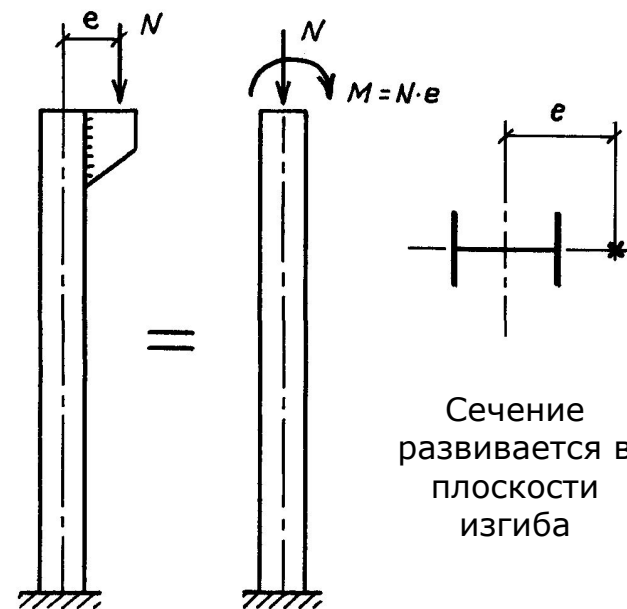
колоннах сжимающее усилие приложено с эксцентриситетом **e**.

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

Центральное сжатие



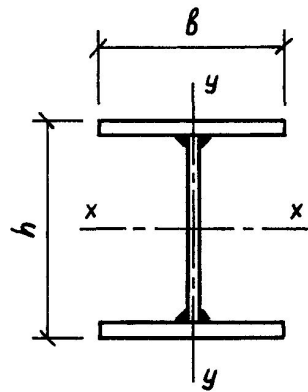
Внецентренное сжатие



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

Колонны сплошного сечения

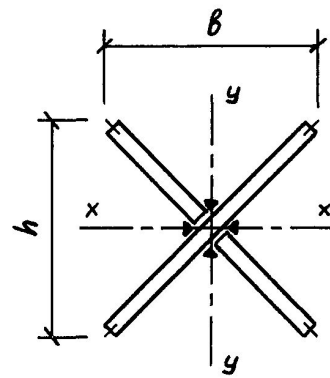
Сечения открытого профиля:



Двутавровое

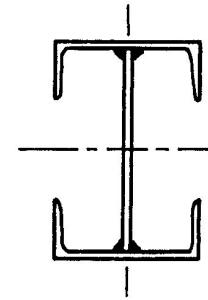
$$i_x = 0,43 h$$

$$i_y = 0,24 b$$

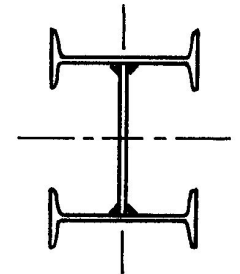


Крестовое

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



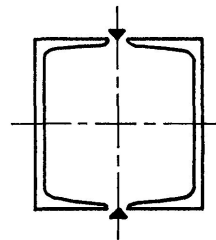
Из двух швеллеров



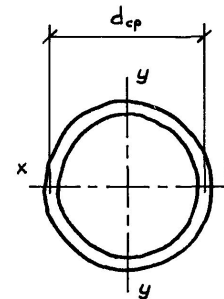
Из двух двутавров

Сечения замкнутого профиля:

d_{cp} — диаметр средней линии кольца

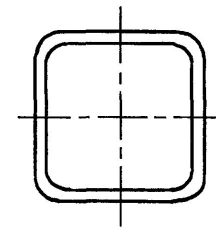


Из двух швеллеров



Кольцевое

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



Трубчатое

Колонны сквозного сечения

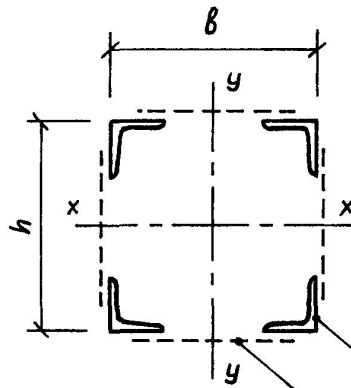
Сквозные сечения эффективны при нагрузке $N < 4000$ кН

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

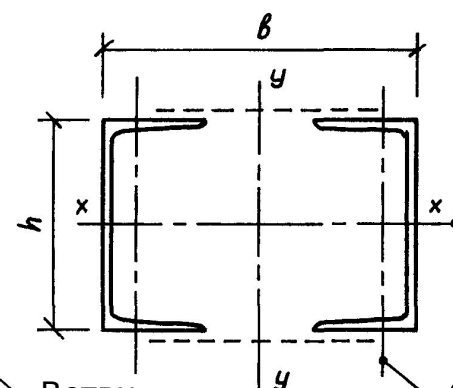
$$i_x = i_y = 0,43 h$$



При $N = 1500 \dots 2500$ кН

$$i_x = 0,38 h$$

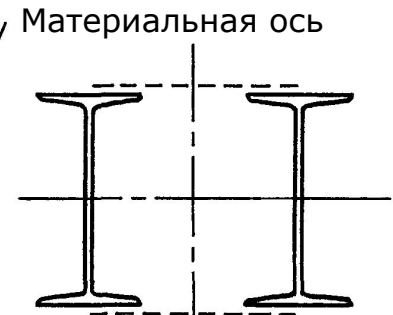
$$i_y = 0,44 b$$



При $N = 2500 \dots 4000$ кН

$$i_x = 0,43 h$$

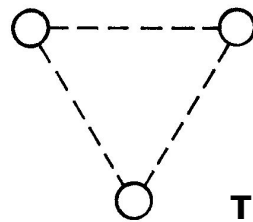
$$i_y = 0,50 b$$



Ветви
Решётка

Собственная ось ветви
Свободная ось

Материальная ось



Трубчатое

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

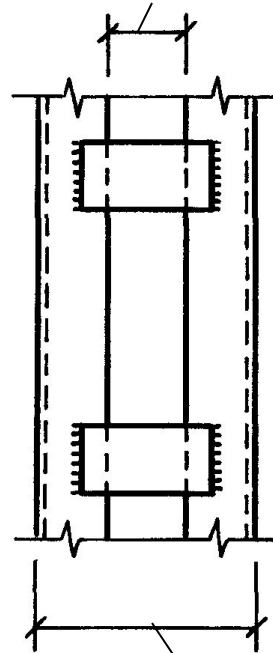
Типы решёток сквозных колонн

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

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

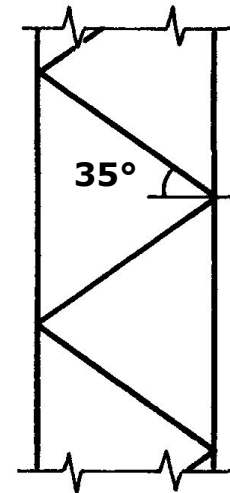
Безраскосная (из планок)
применяется при
 $N \leq 2500$ кН

min 150 мм для возможности окраски

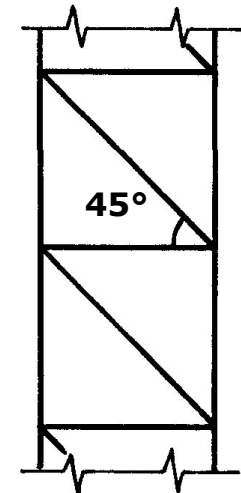


max 1000 мм

Раскосная треугольная



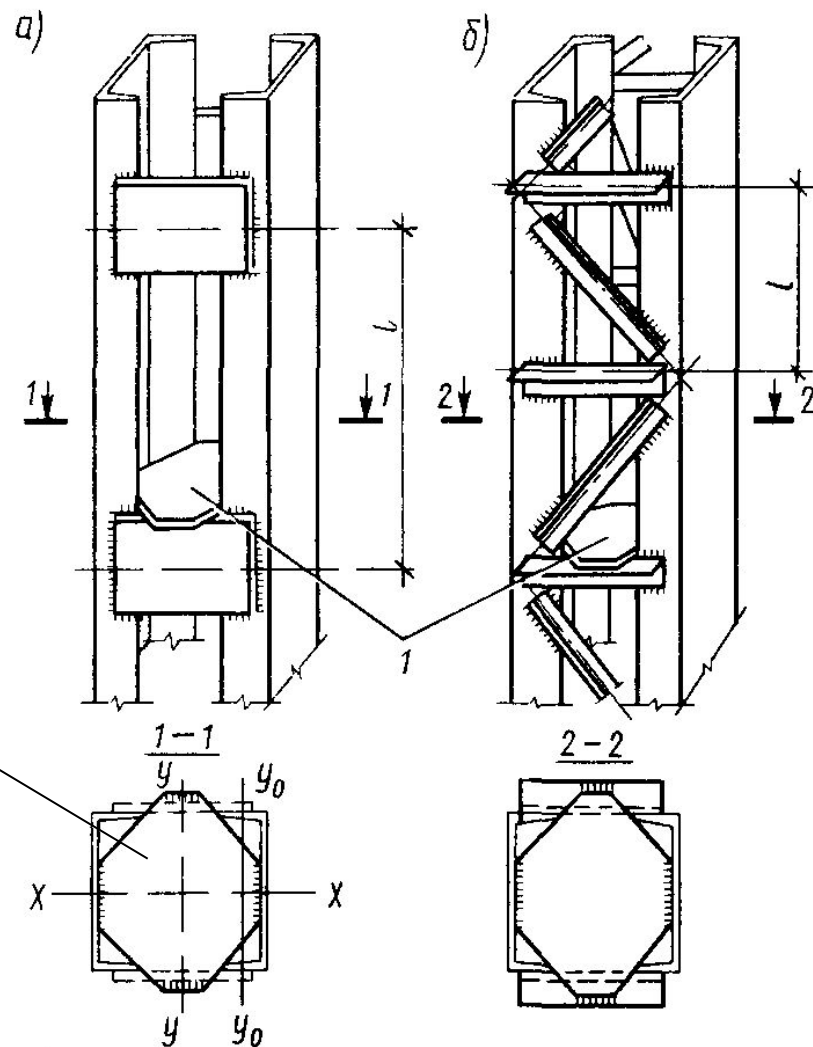
Раскосная с распорками



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:

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

λ_x, λ_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.

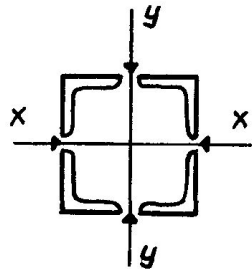
Если расчётные длины центрально-сжатой колонны равны ($l_x = l_y$), то наиболее эффективным для неё является сечение с наибольшим радиусом инерции (i_{\max}), одинаковым по всем направлениям ($i_x = i_y$).

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:

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

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

$$A = 4A_1$$

