

Расчет стальных
балок.

Общие положения.

o Одним из наиболее распространенных элементов стальных конструкций является балка или элемент, работающий на изгиб.

o Область применения балок в строительстве чрезвычайно широка: от небольших элементов рабочих площадок, междуэтажных перекрытий производственных или гражданских зданий до большепролетных балок покрытий.

0 Пролеты мостовых балок достигают 150...200 м, а нагрузка на одну хребтовую балку котельного отделения ГРЭС при пролете до 45 м составляет $\sim 60 \cdot 10^3$ кН.

Классификация балок

o По статической схеме различают

однопролетные (разрезные),
многопролетные (неразрезные),
консольные балки.

o Разрезные балки проще неразрезных в изготовлении и монтаже, нечувствительны к различным осадкам опор, но уступают последним по расходу металла на 10...12%.

0 Неразрезные балки
разумно применять при
надежных основаниях,
когда нет опасности
перегрузки балок
вследствие резкой
разницы в осадке опор.

o Консольные балки могут быть как разрезными, так и многопролетными.

o По типу сечения балки могут быть прокатными либо составными:

сварными,

клепаными

болтовыми.

0 В строительстве наиболее часто применяют балки двутаврового сечения.

0 Они удобны в компоновке, технологичны и экономичны по расходу металла.

а)



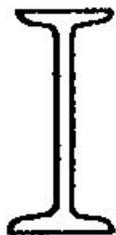
б)



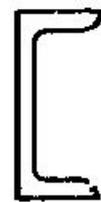
в)



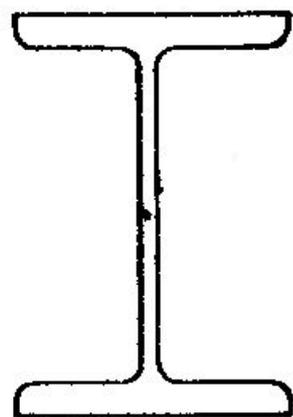
г)



д)



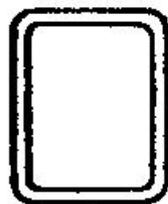
е)



ж)



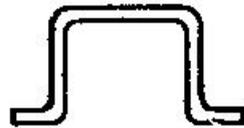
з)



и)



к)



л)



м)



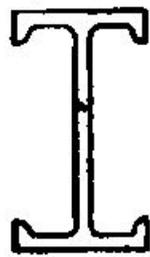
н)



о)



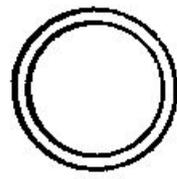
п)



р)



с)



т)



Прокатные балки

o Прокатные балки применяют для перекрытия небольших пространств конструктивными элементами ограниченной несущей способности, что связано с имеющейся номенклатурой выпускаемых прокатных профилей.



o Отсутствие сварных швов в областях контакта полок со стенкой существенно уменьшает концентрацию напряжений и снижает уровень начальной дефектности.

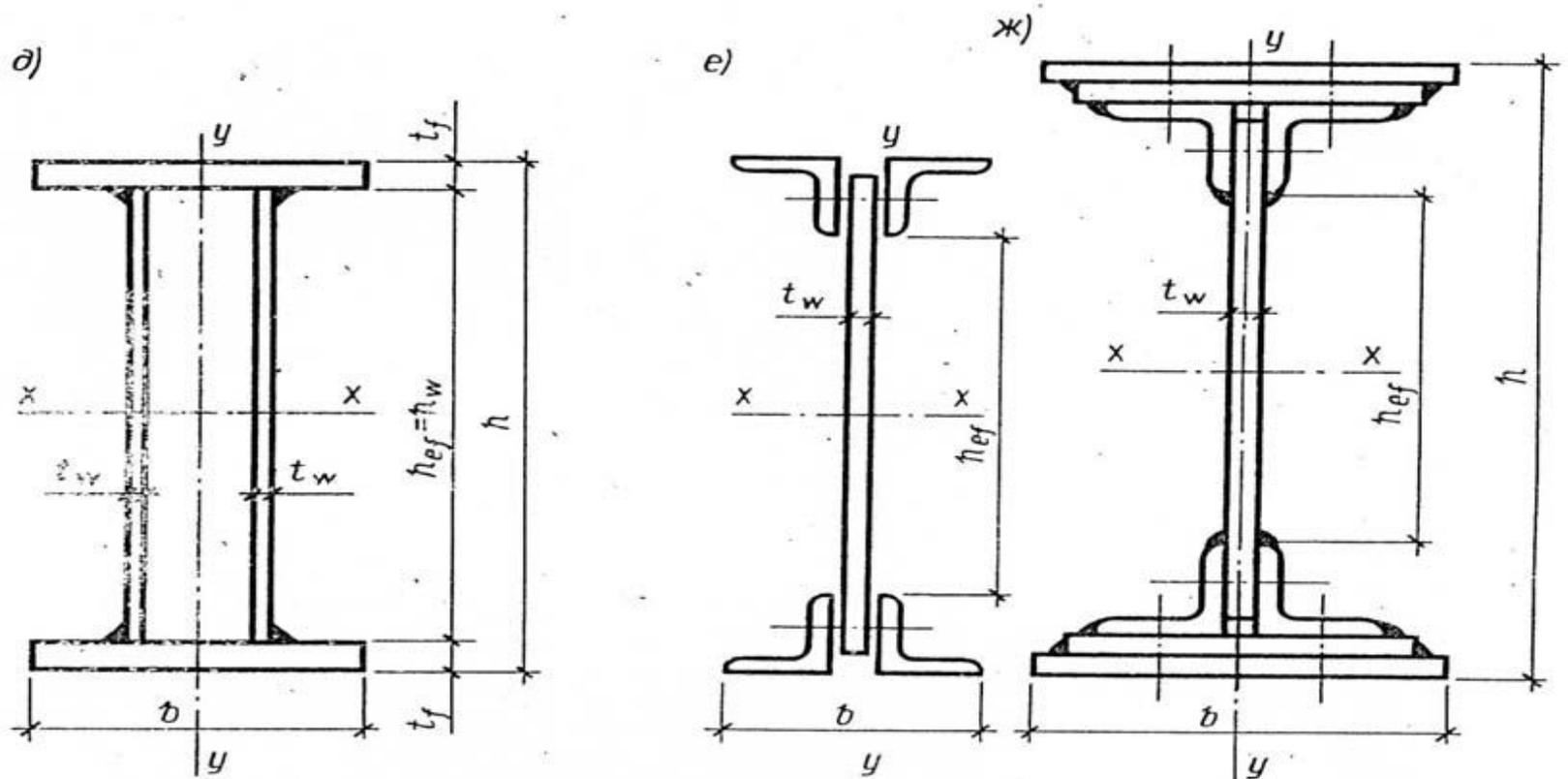
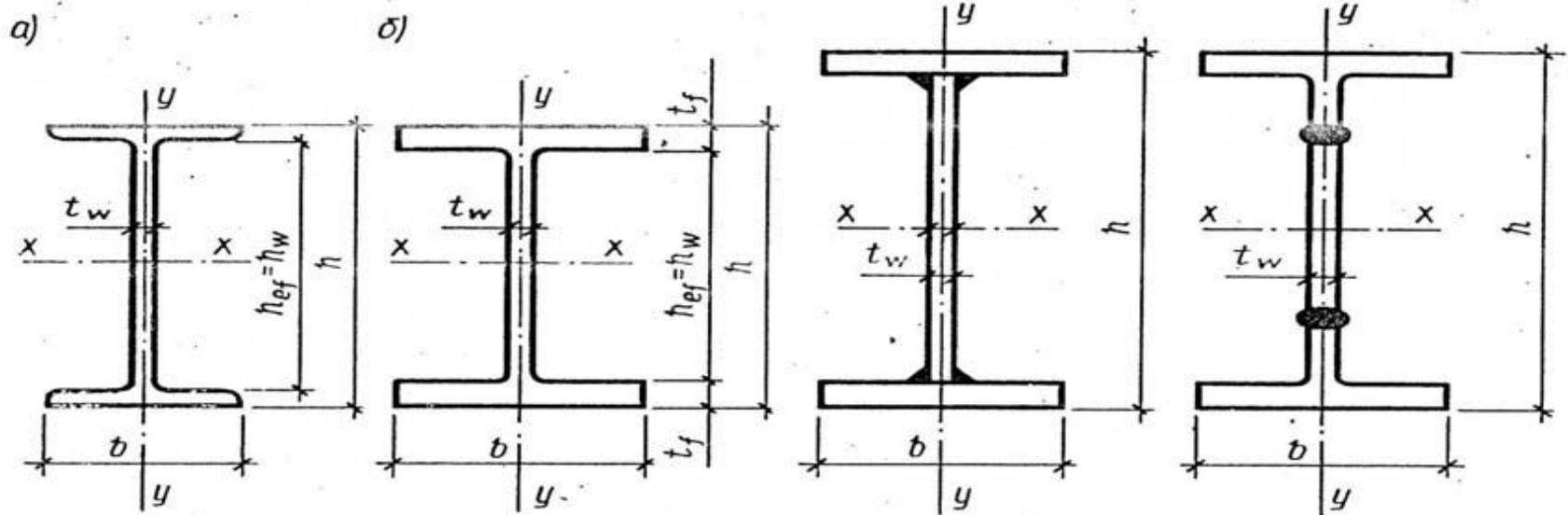
Составные балки

o В тех случаях, когда требуются конструкции, жесткость и несущая способность которых превышает возможности прокатных профилей, используют составные балки.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 20 1 2 3 4 5 6 7 8 9 30 1 2 3 4 5 6 7 8 9 40 1 2 3 4 5 6 7







ZBD

N Beam - 201

0 Наибольшее применение получили балки двутаврового симметричного, реже несимметричного сечений. Такие балки состоят из трех элементов - верхнего и нижнего поясов, объединенных тонкой стенкой.



Балки замкнутого сечения

o Балки замкнутого сечения обладают рядом преимуществ по сравнению с открытыми. К ним относятся:

0 более высокая несущая
способность

0 исключается изгибно-
крутильная форма потери
устойчивости



Бистальные балки

Снижение металлоемкости может быть достигнуто за счет использования в одной конструкции двух различных марок сталей. Балки, выполненные из двух марок сталей, называют бистальными.

Балки с гибкой стенкой

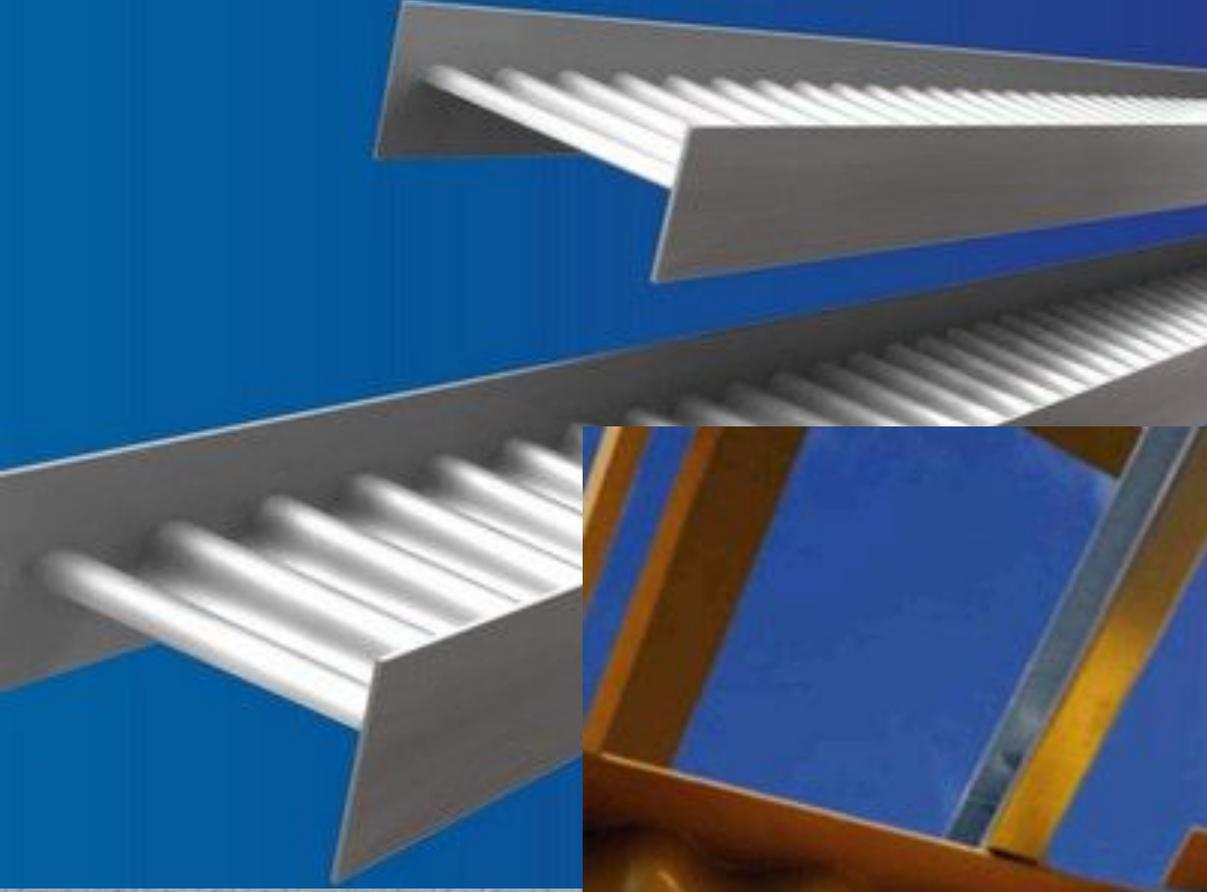
o Балки с гибкой (очень тонкой) стенкой появились впервые в конструкциях каркасов летательных аппаратов.

0 Плоская стенка в такой балке теряет устойчивость в начальной стадии нагружения, приобретая вторую устойчивую форму - в виде наклонно гофрированной либо вспоруженной (в зонах с преобладающими напряжениями сжатия) поверхности.

Балки с гофрированной стенкой

О Одним из путей снижения металлоемкости балок является гофрирование их стенок. В обычных балках толщина стенок, как правило, определяется не условием прочности, а требованиями местной устойчивости.

0 Постановка поперечных ребер смягчает ситуацию, позволяя уменьшить толщину стенок и одновременно повышая крутильную жесткость балок, так как ребра играют роль диафрагм и обеспечивают неизменяемость контура поперечного сечения.

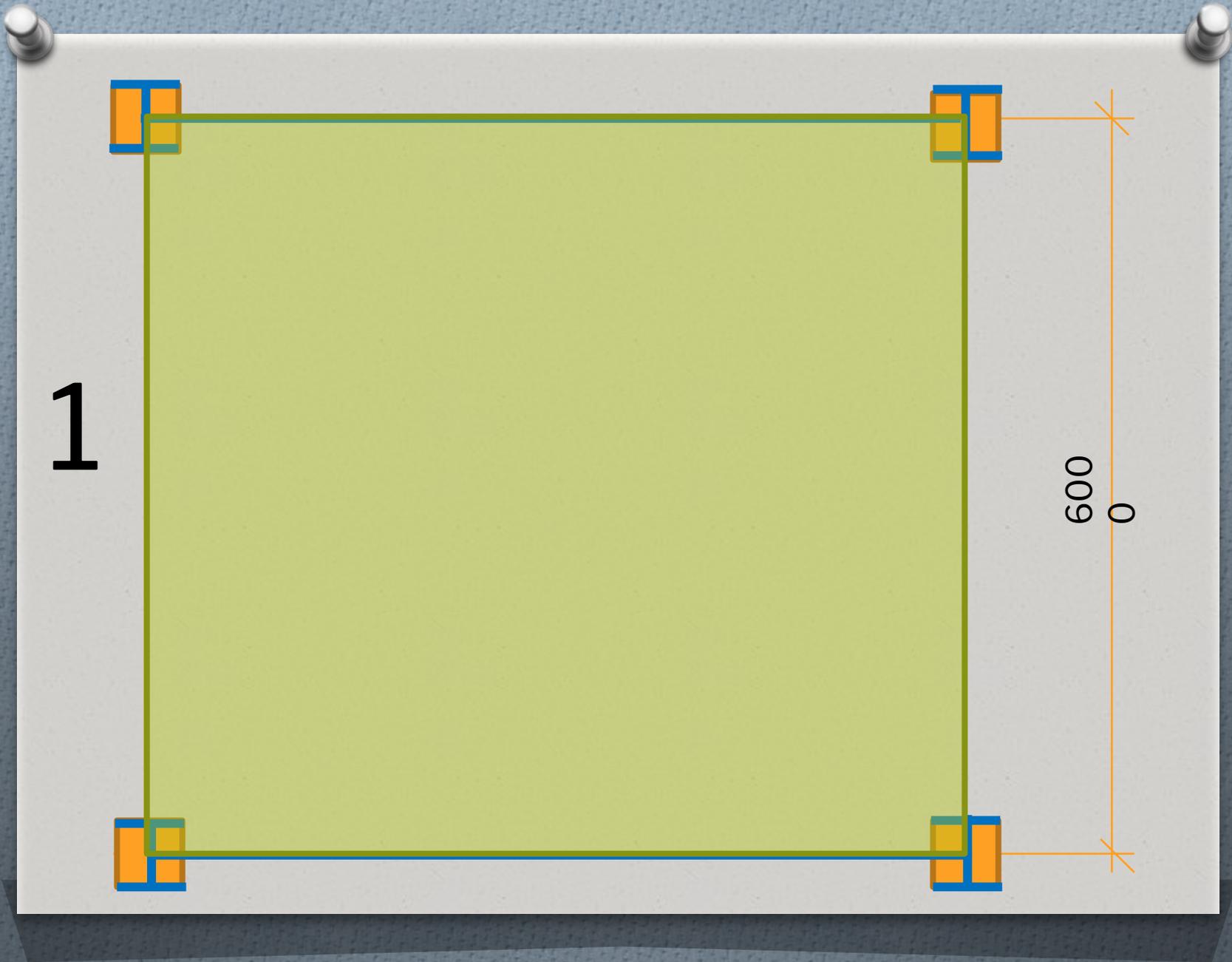


Балочные клетки

Балочная клетка представляет собой конструктивный комплекс, образованный системой балок одного или нескольких направлений, предназначенный для восприятия нагрузок и передачи их на колонны или стены.

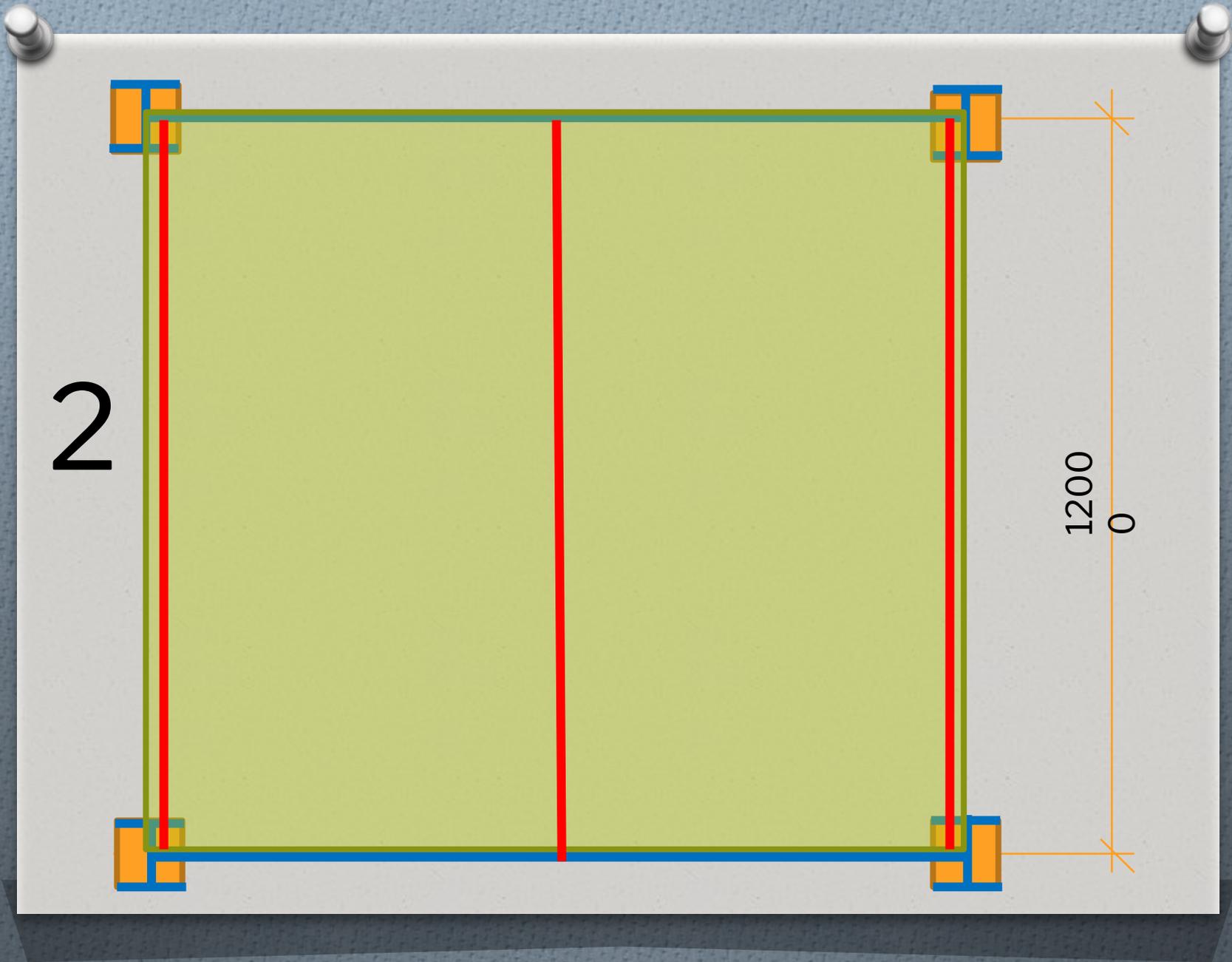
В зависимости от назначения, габаритных размеров, значения и схемы расположения нагрузок, типа настила выбирают схему балочной клетки. При этом рассматривают разные типы балочных клеток и выбирают наилучший.

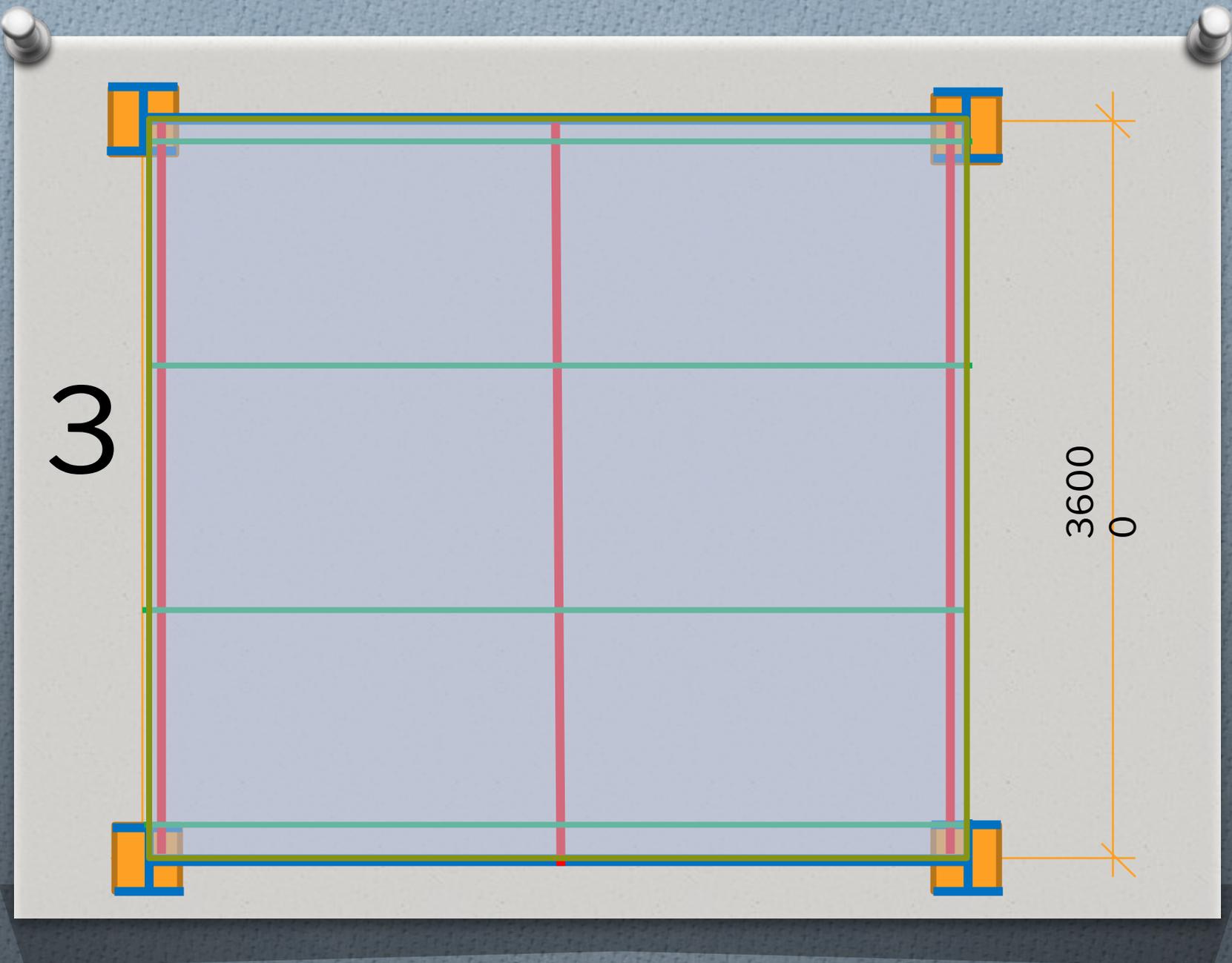
По схеме компоновки в плане различают три типа балочных клеток:
упрощенный, нормальный и усложненный.



1

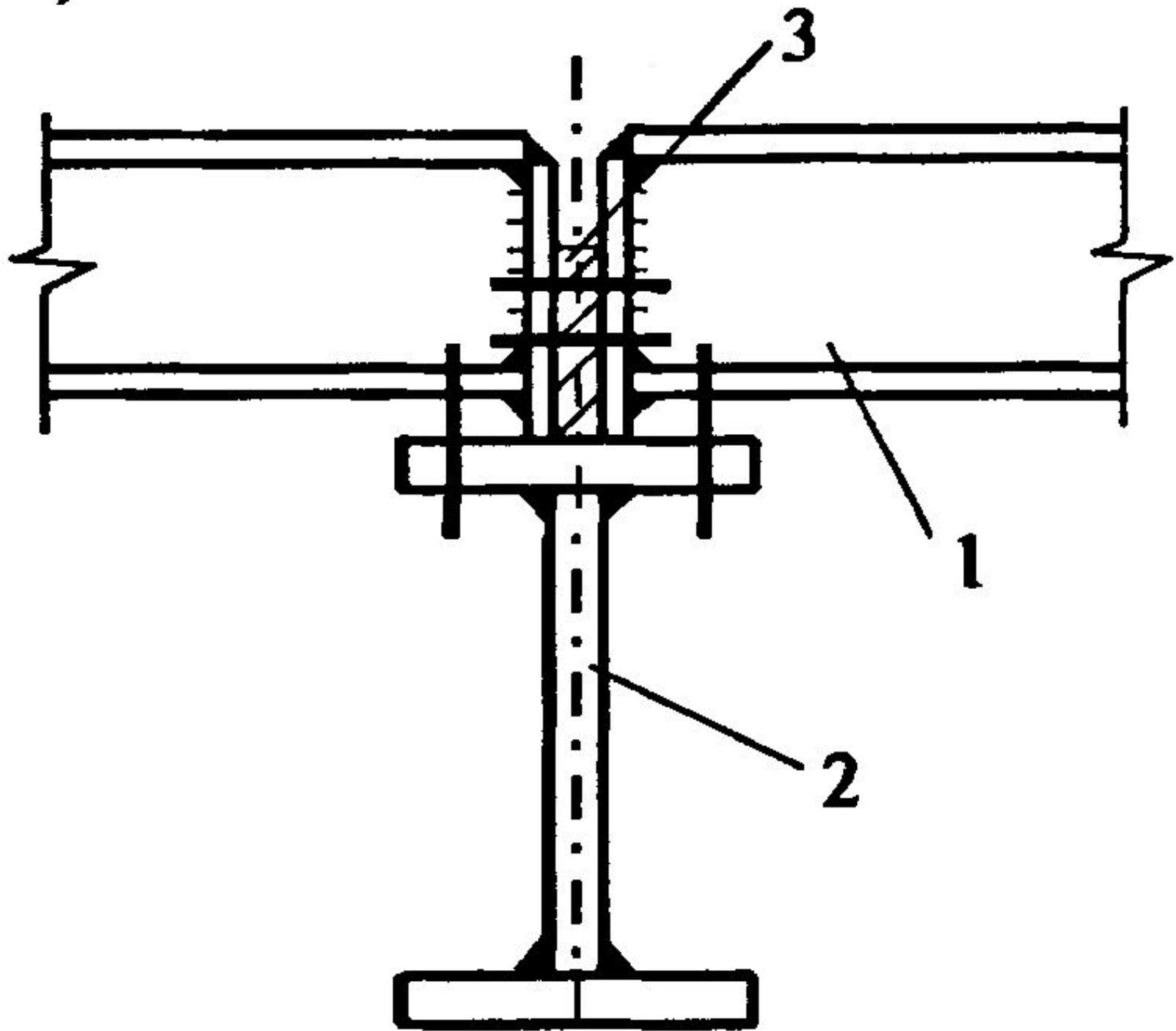
600
0

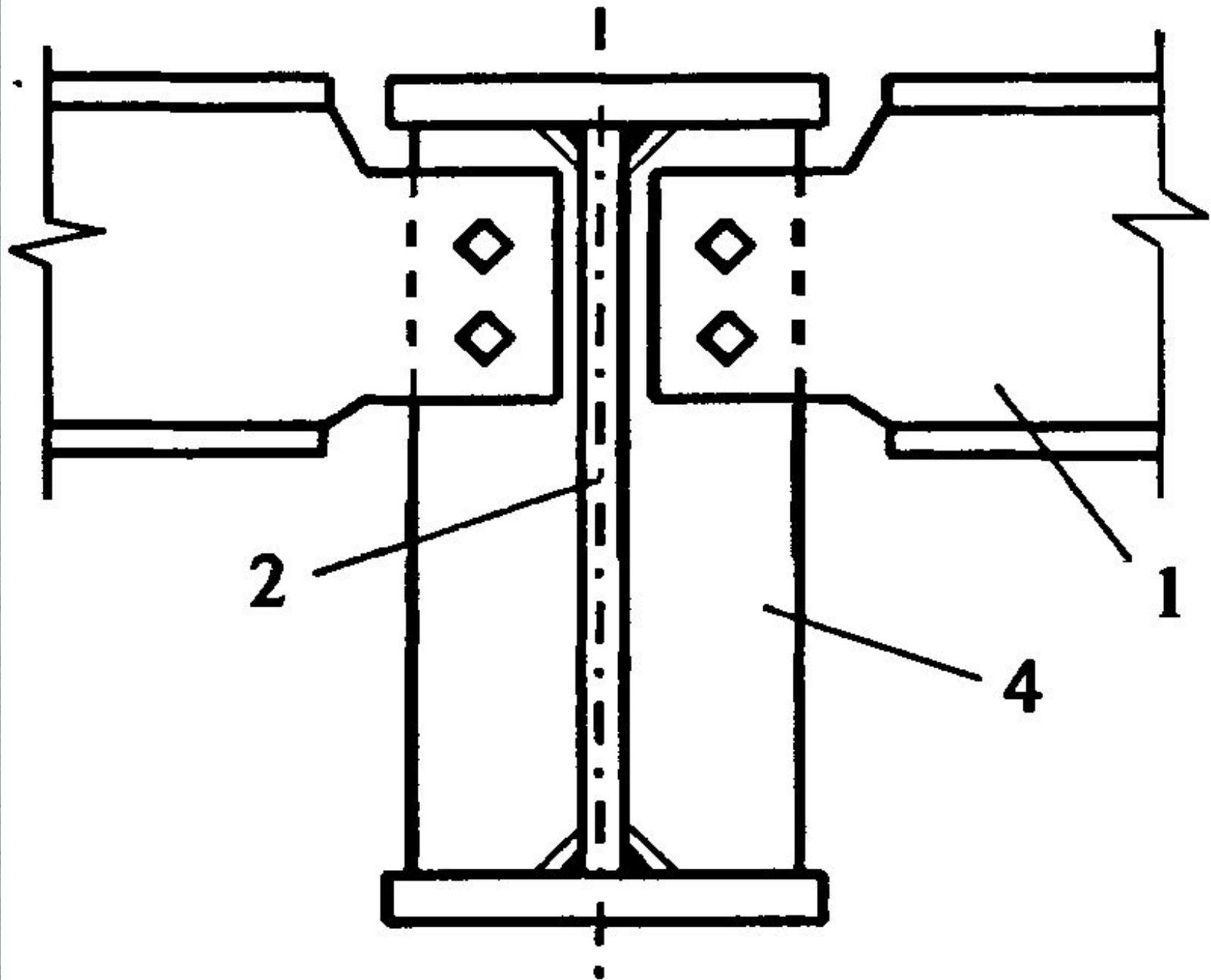


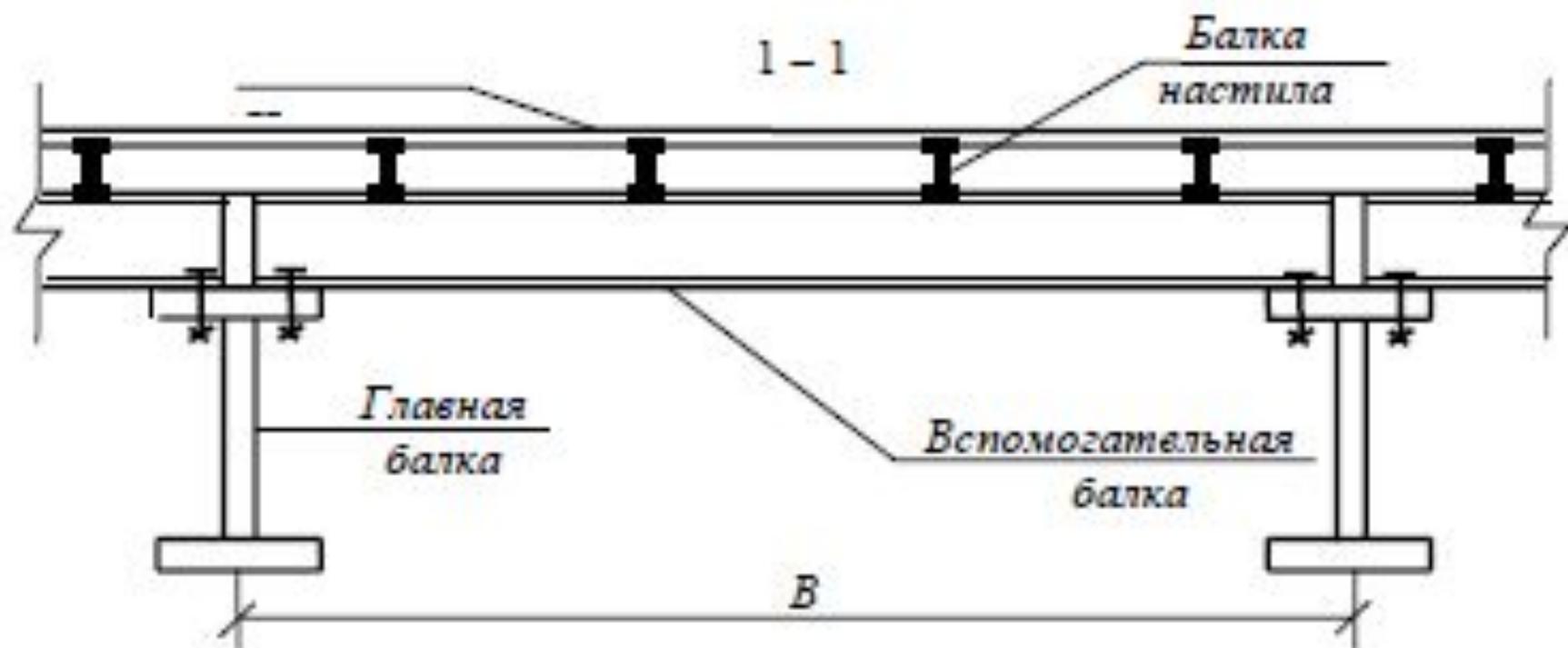


3

3600
0







Расчет стальных прокатных балок

Расчет изгибаемых элементов производят по двум основным пунктам:

1. Статический расчет
2. Расчет прочности
3. Расчет жесткости

0 Статический расчет

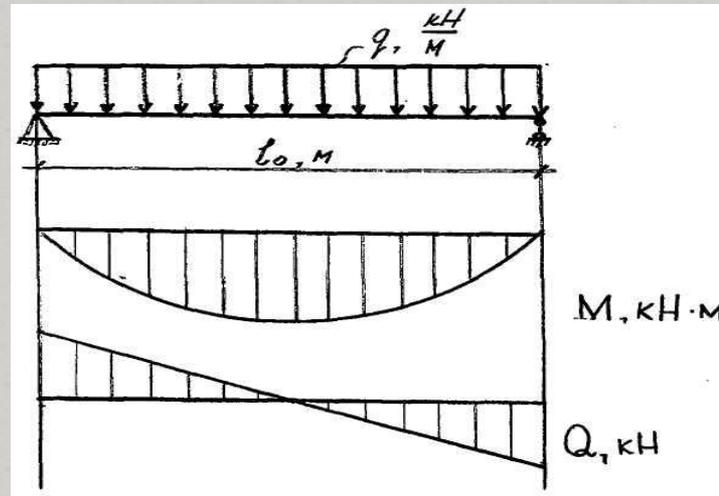


рис. 1 Расчетная схема

Определяем *тах* изгибающий момент для балки, по формуле:

$$M = \frac{q \cdot l_0^2}{8}$$

где:

q -равномерно распределенная нагрузка на балку, кН/м;

l_0 -расчетная длина, м.

Подбор сечения производится по значению момента сопротивления прокатной балки, который вычисляют, по формуле:

$$W = \frac{M}{R_y \cdot \gamma_c}$$

0 Теперь задаются типом сечения (чаще всего балки выполняют в виде двутавра), по моменту сопротивления W_x , см^3 принимают, по сортаменту прокатных профилей, номер профиля.

Из сортамента выписывают характеристики профиля:

- моменты сопротивления, см^3
- моменты инерции, см^4 ;
- толщину профиля t , см ;
- высоту h , см ;
- ширину b , см .

0 Проверка жесткости

Проверку производим по рассчитаным и принятым, по сортаменту, характеристикам, по формуле:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n \cdot l_0^4}{E \cdot I_x}$$

где:

q^n - нормативное значение
равномерно распределенной
нагрузки на балку, кН/см;

I_x - момент сопротивления балки,
см⁴;

E - модуль упругости стали,
кН/см²;

o $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2,06 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2$

Критический прогиб

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{200} \left(\frac{1}{150} \right)$$