

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%.



*o* 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)



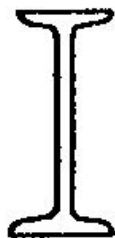
б)



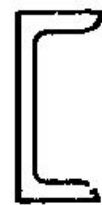
в)



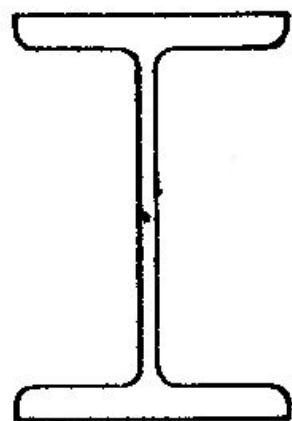
г)



д)



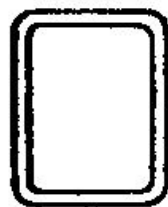
е)



ж)



з)



и)



к)



л)



м)



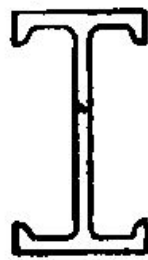
н)



о)



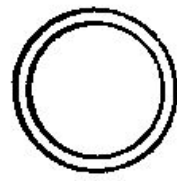
п)



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

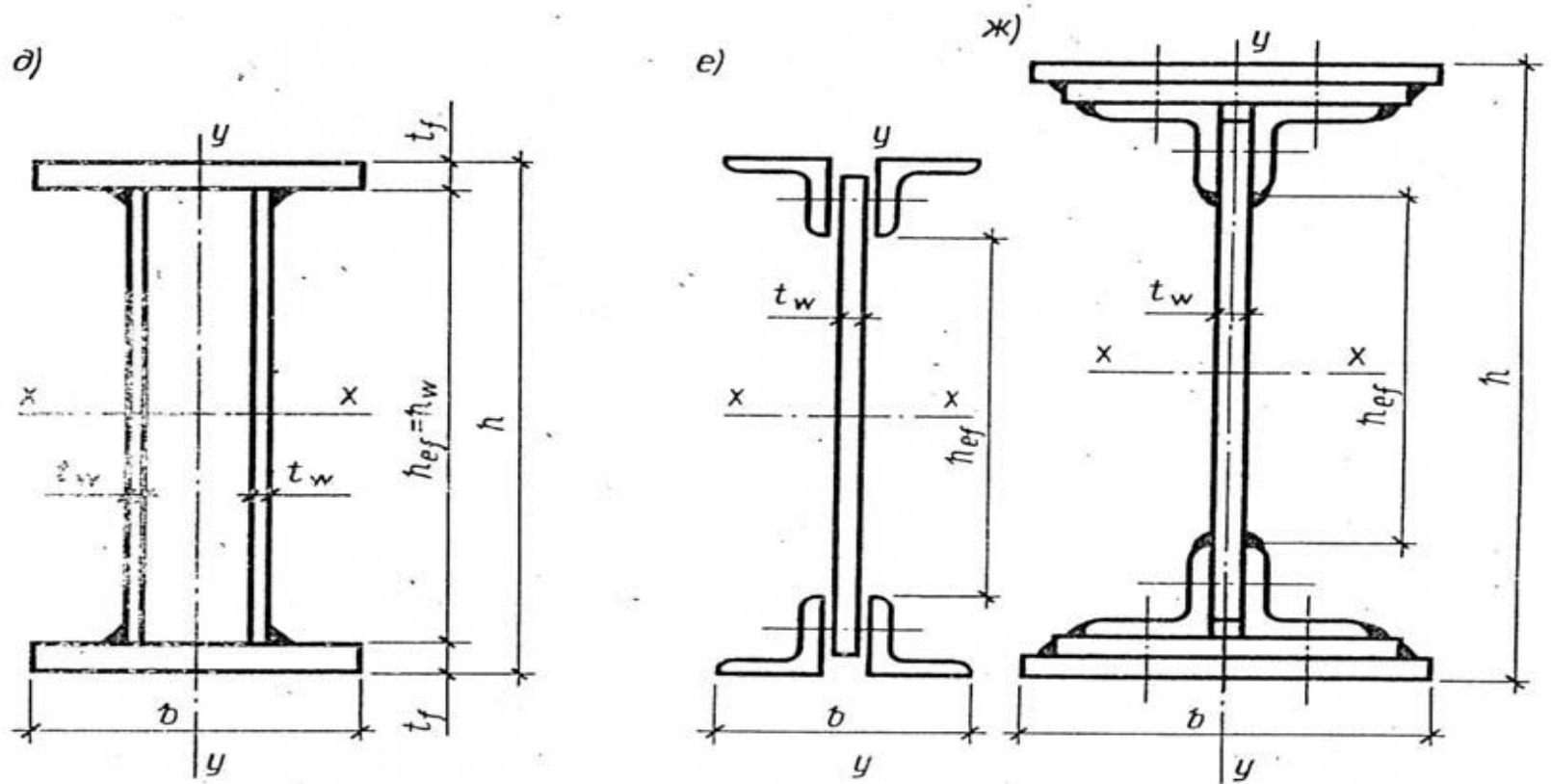
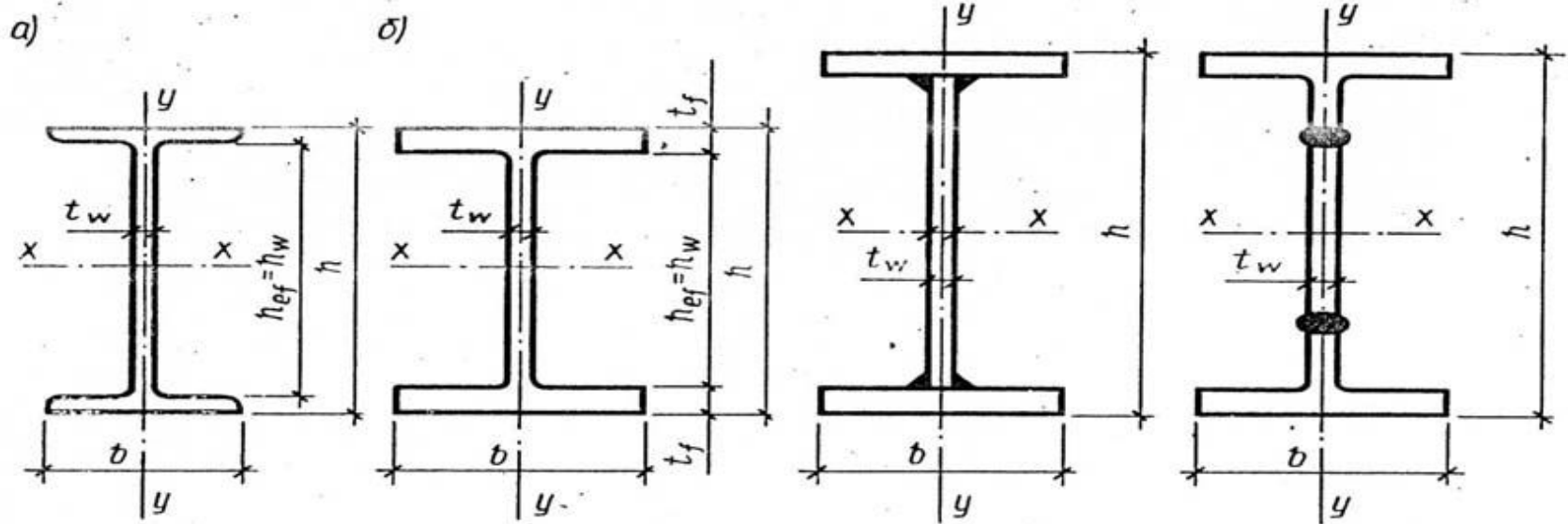
*o* В тех случаях, когда требуются конструкции, жесткость и несущая способность которых превышает возможности прокатных профилей, используют составные балки.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50











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.



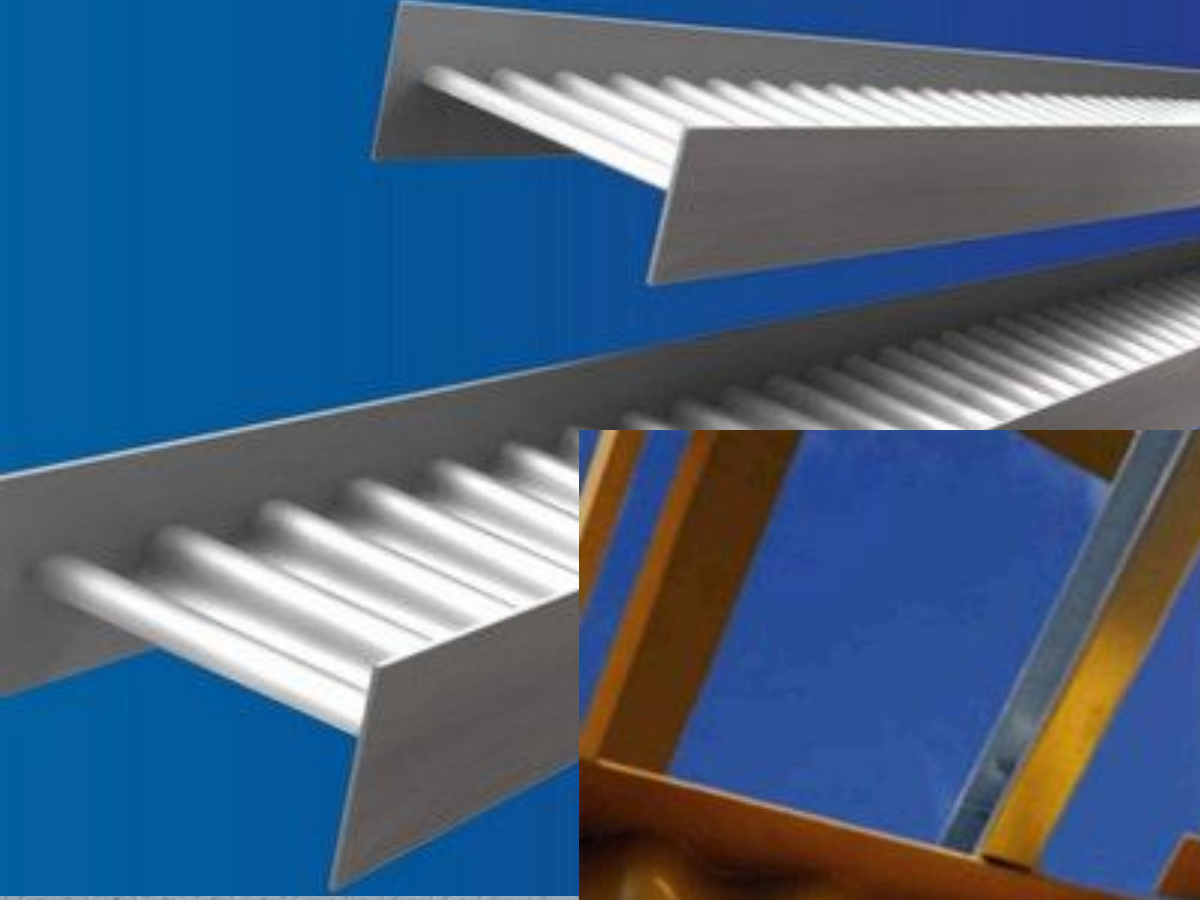
0 Плоская стенка в такой балке теряет устойчивость в начальной стадии нагружения, приобретая вторую устойчивую форму - в виде наклонно гофрированной либо вспоруженной ( в зонах с преобладающими напряжениями сжатия) поверхности.

# 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.





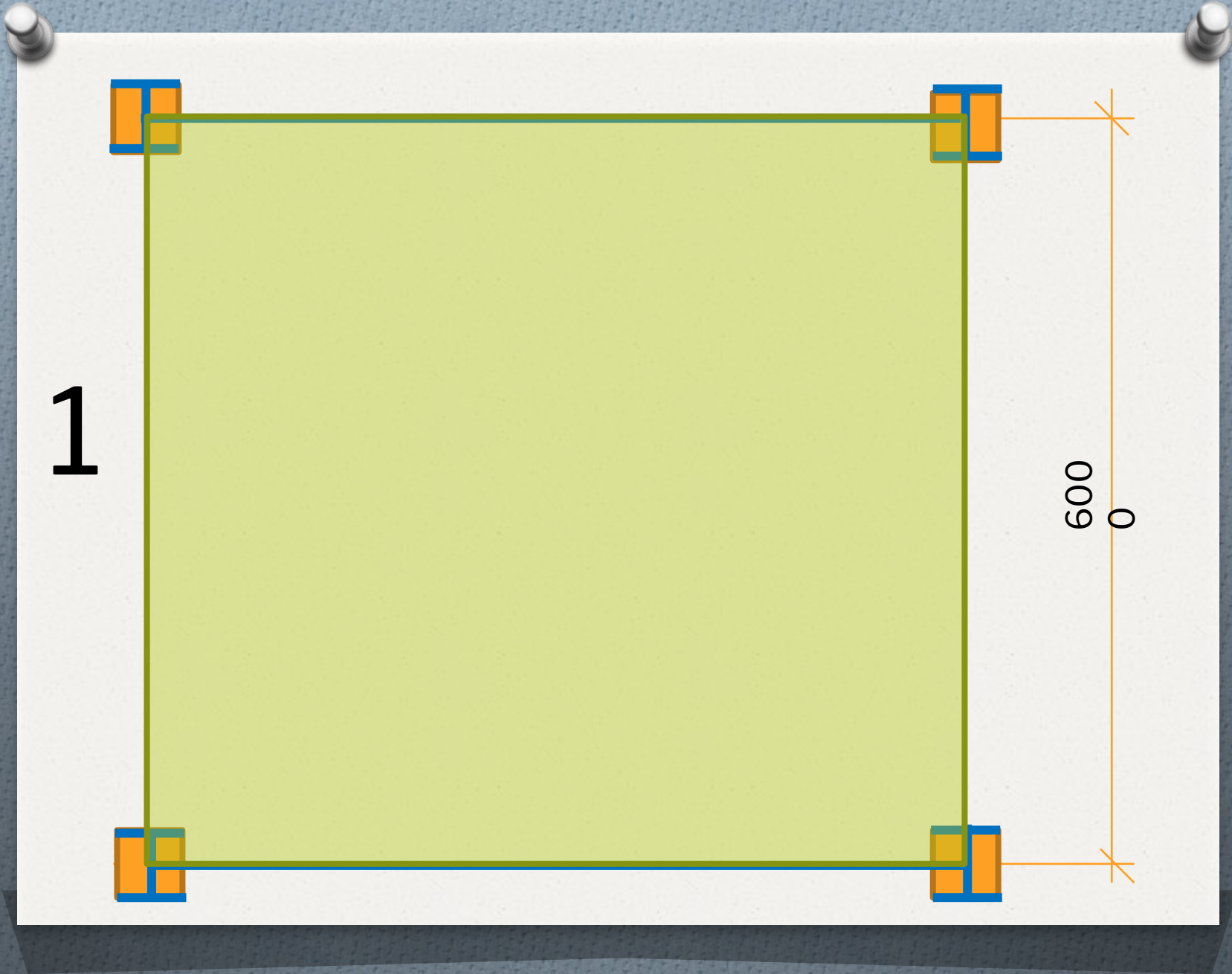
# Балочные клетки

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

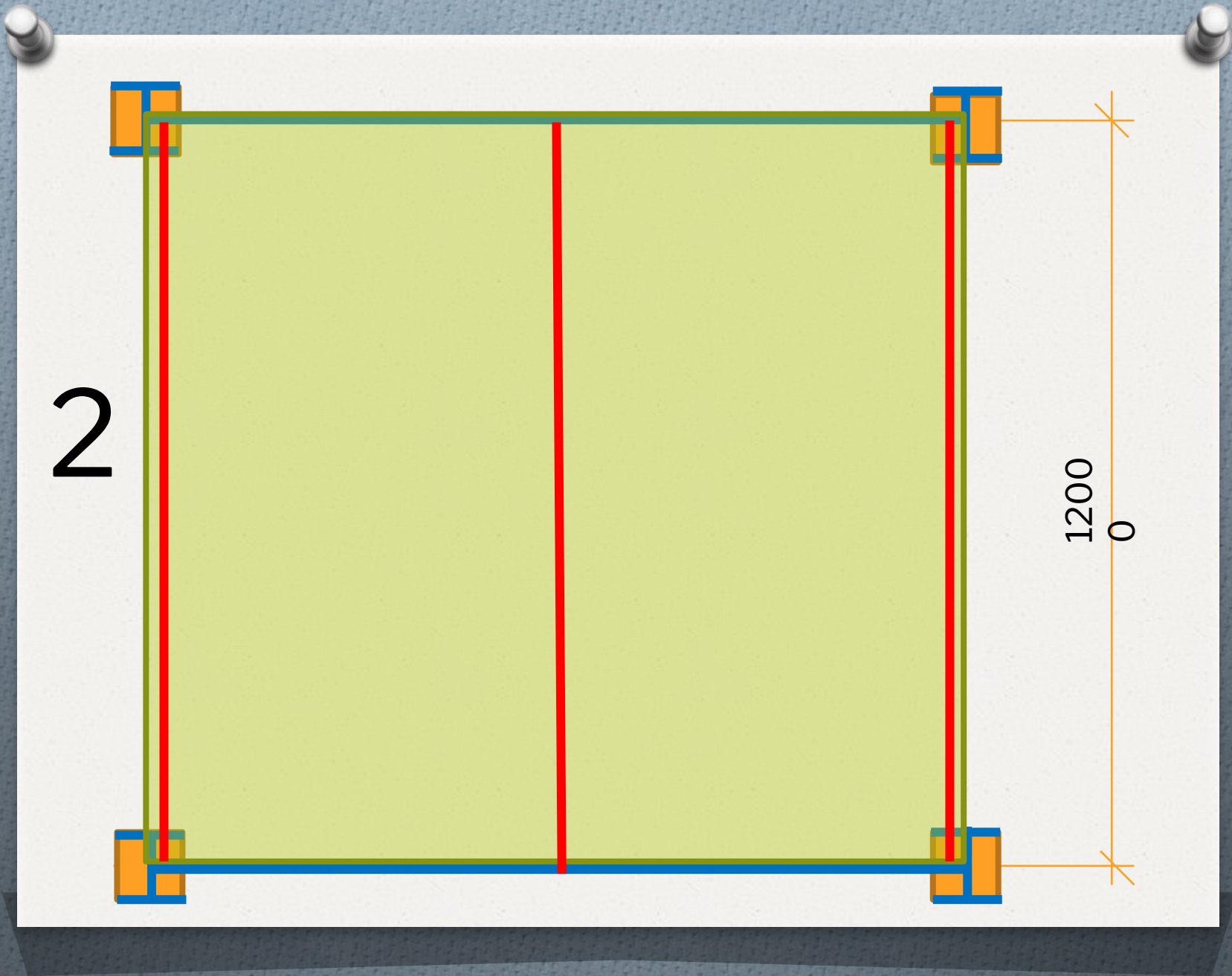
В зависимости от назначения, габаритных размеров, значения и схемы расположения нагрузок, типа настила выбирают схему балочной клетки. При этом рассматривают разные типы балочных клеток и выбирают наилучший.

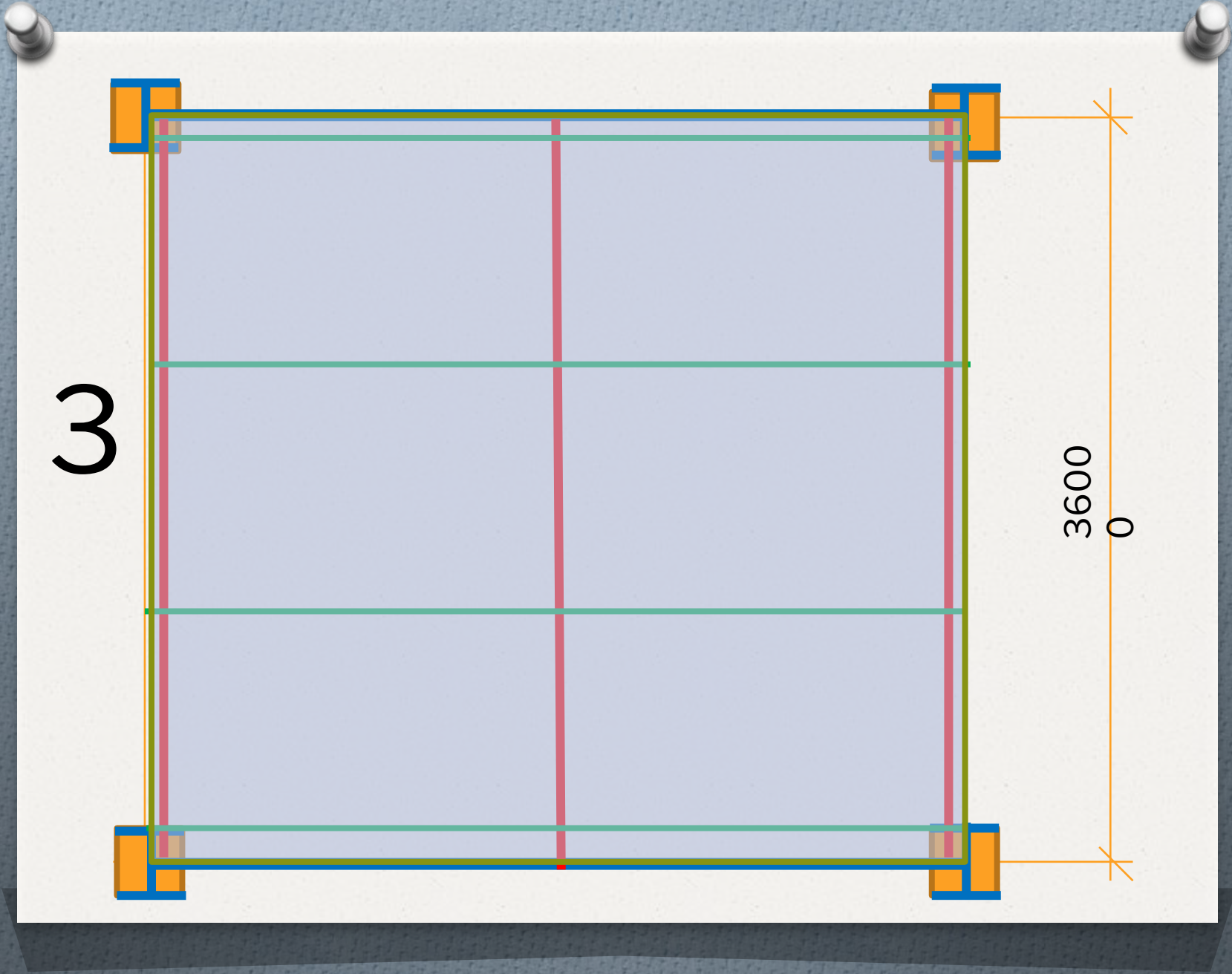


По схеме компоновки в плане различают три типа балочных клеток:  
упрощенный, нормальный и усложненный.





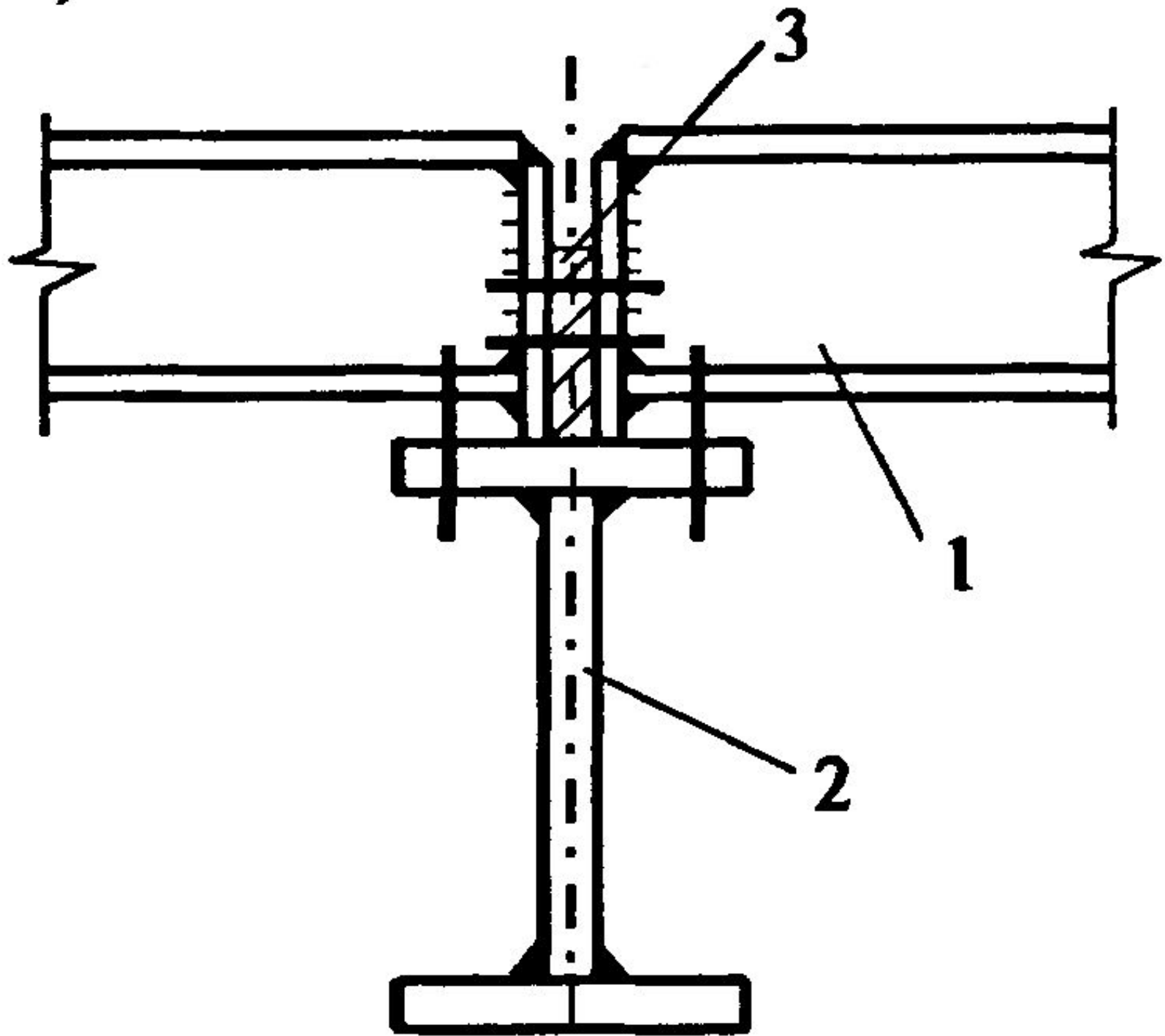


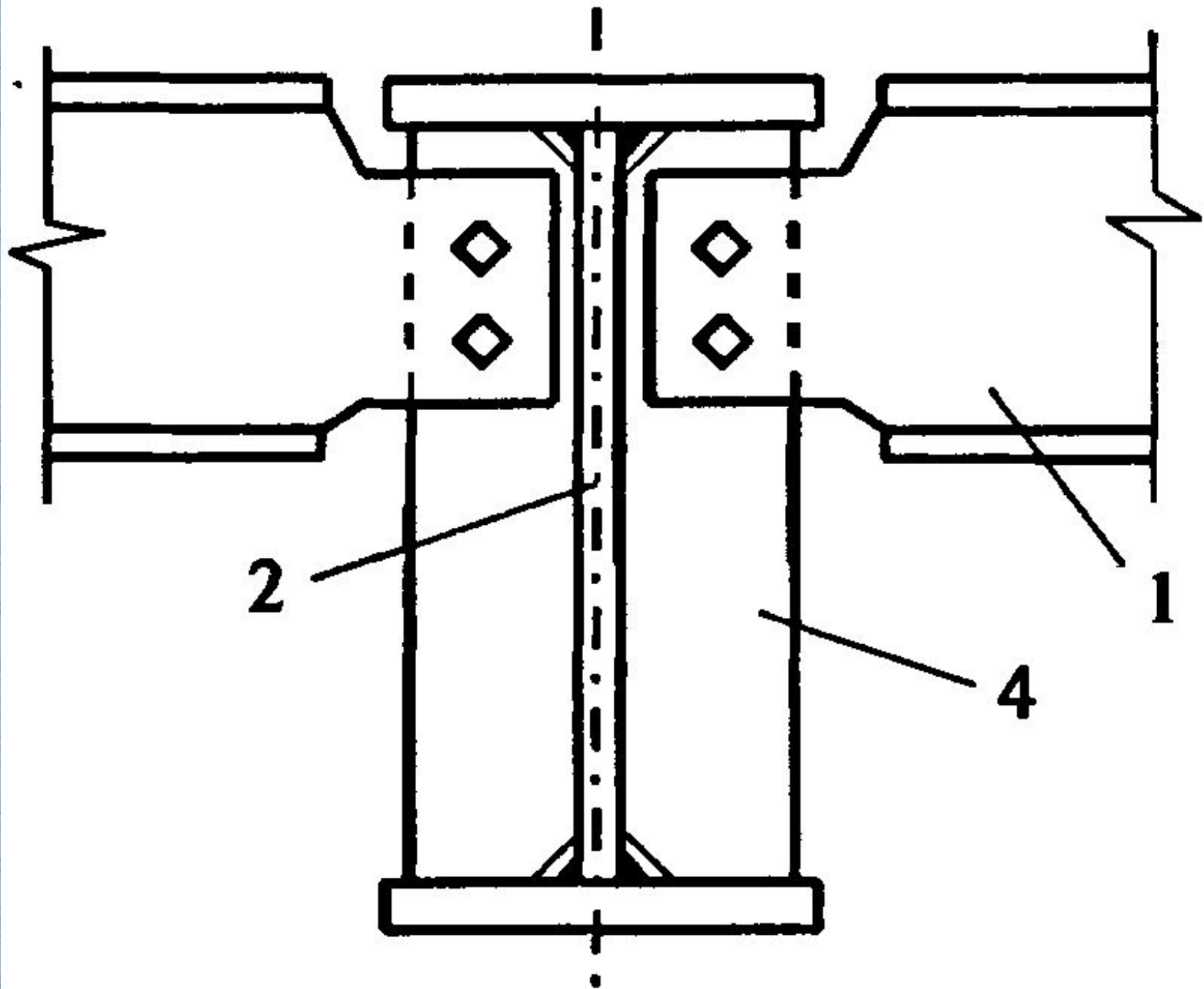


3

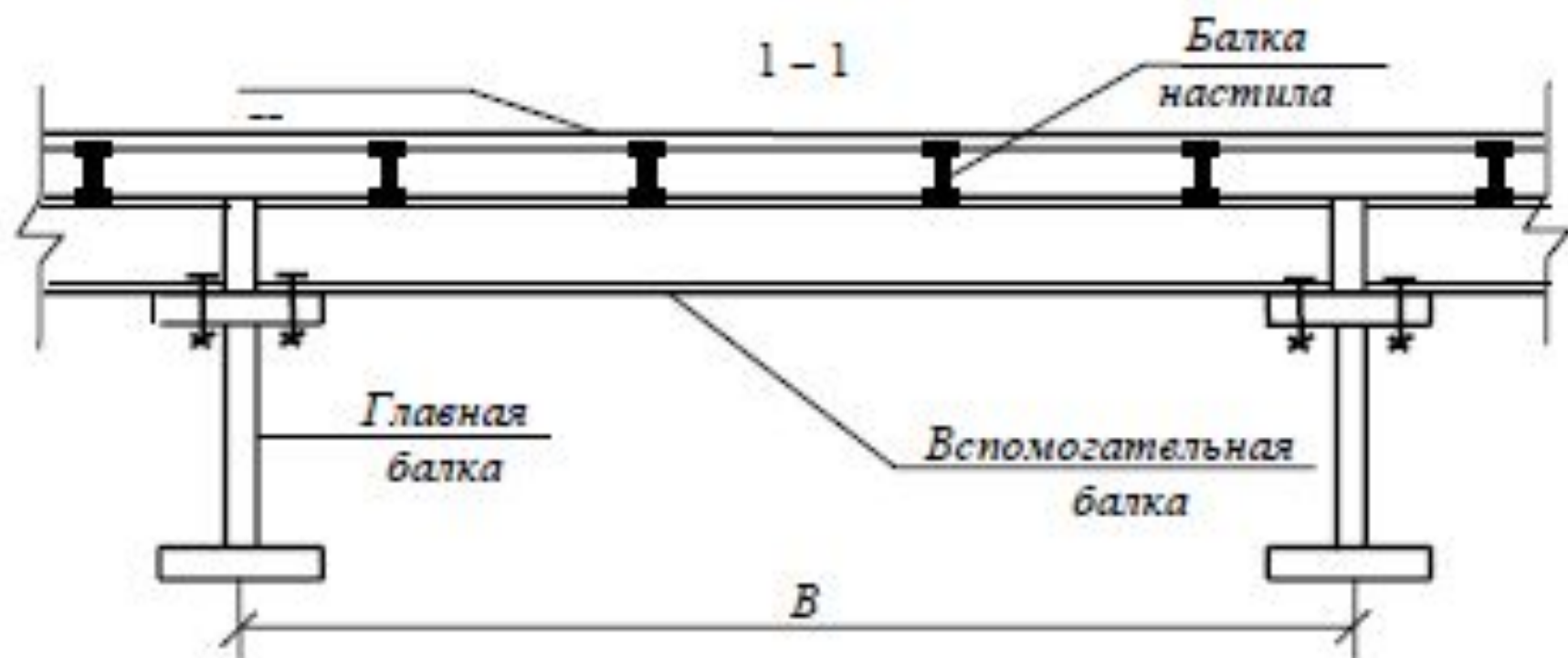
3600  
0











# Расчет стальных прокатных балок

Расчет изгибаемых элементов производят по двум основным пунктам:

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



# 0 Статический расчет

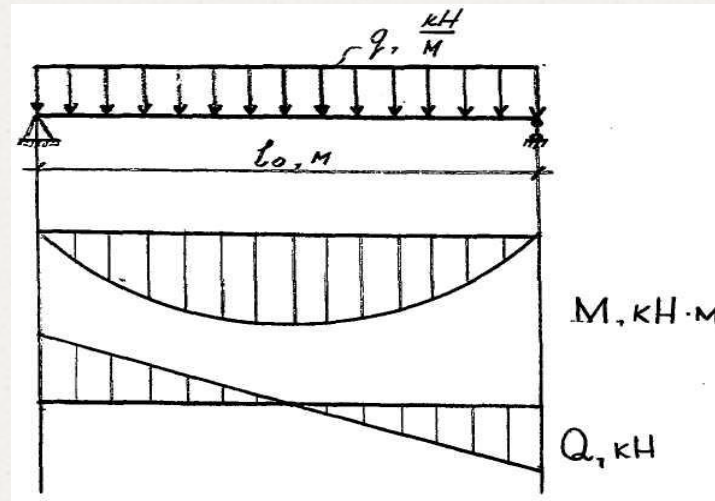


рис. 1 Расчетная схема

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  $W_x$ ,  $\text{см}^3$  принимают, по сортаменту прокатных профилей, номер профиля.



Из сортамента выписывают характеристики профиля:

- моменты сопротивления,  $\text{см}^3$
- моменты инерции,  $\text{см}^4$ ;
- толщину профиля  $t$ ,  $\text{см}$  ;
- высоту  $h$ ,  $\text{см}$  ;
- ширину  $b$ ,  $\text{см}$ .

## 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,  
см<sup>4</sup>;

$E$  - модуль упругости стали,  
кН/см<sup>2</sup>;

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

# Критический прогиб

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