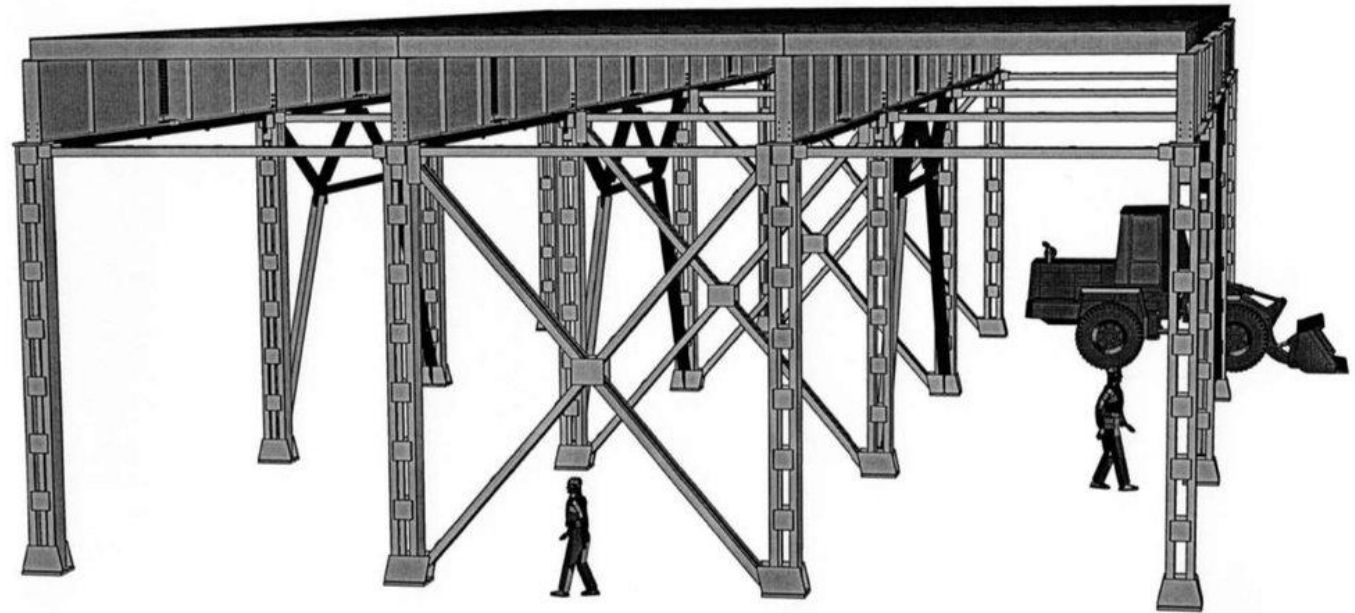


Балки и балочные площадки.

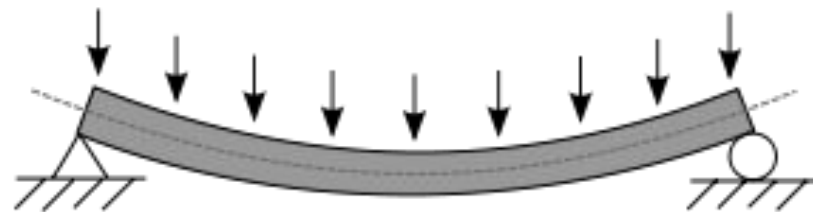
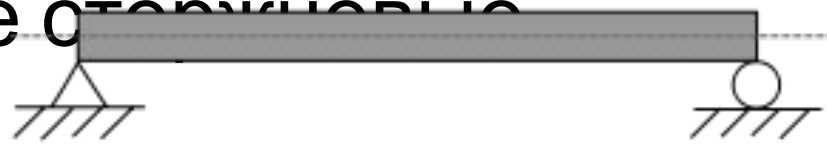
Типы балочных клеток

Балочная площадка



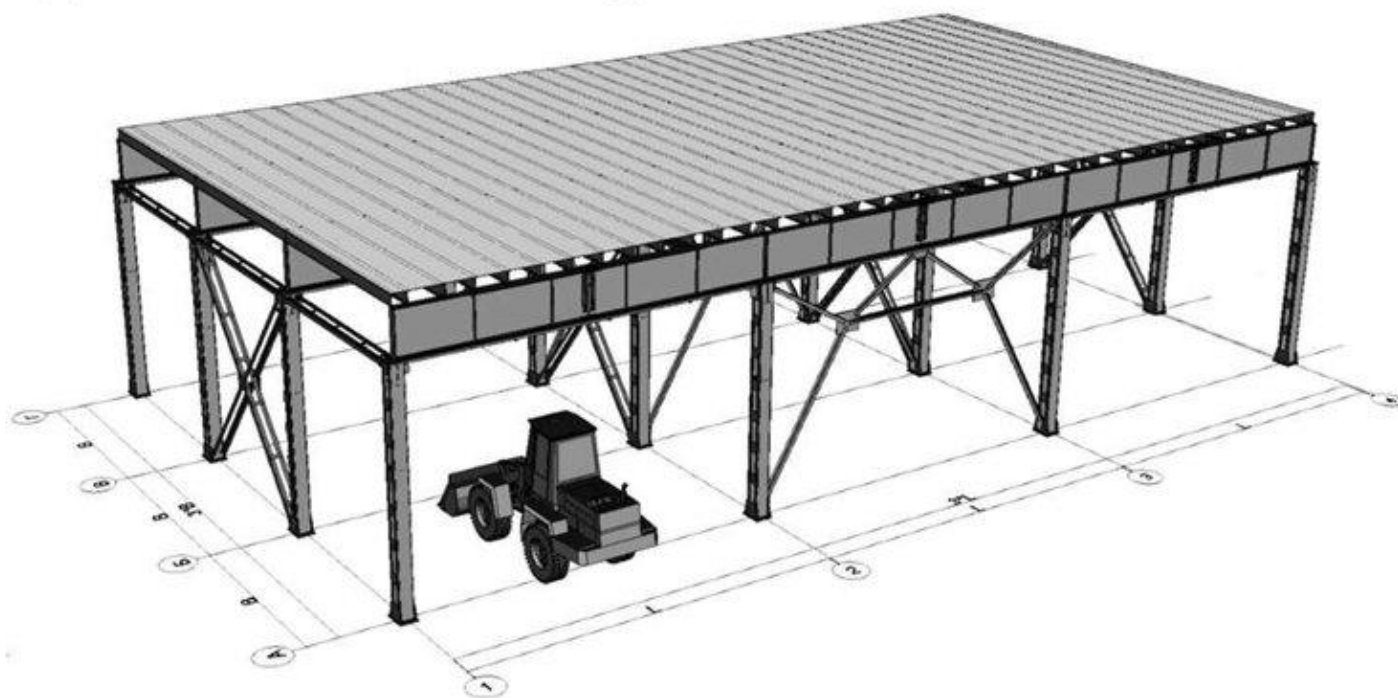
- Балка - линейный элемент несущих конструкций, опирающийся на оба конца (в отличие от консоли) и работающий преимущественно на изгиб.

Применяются балки для перекрытия пролетов промышленных и гражданских зданий. Рационально использовать балки для перекрытия пролетов не более 8-12 метров, т.к. дальнейшее использование балок экономически не целесообразно и следует использовать фермы и другие опорно-столбовые конструкции.



Балочная площадка

Балочная площадка (балочная клетка, рабочая или технологическая площадка, площадка обслуживания) – это система несущих балок, образующих перекрытие рабочих площадок, зданий, проезжей части мостов, галерей и других аналогичных сооружений.



Балочные клетки

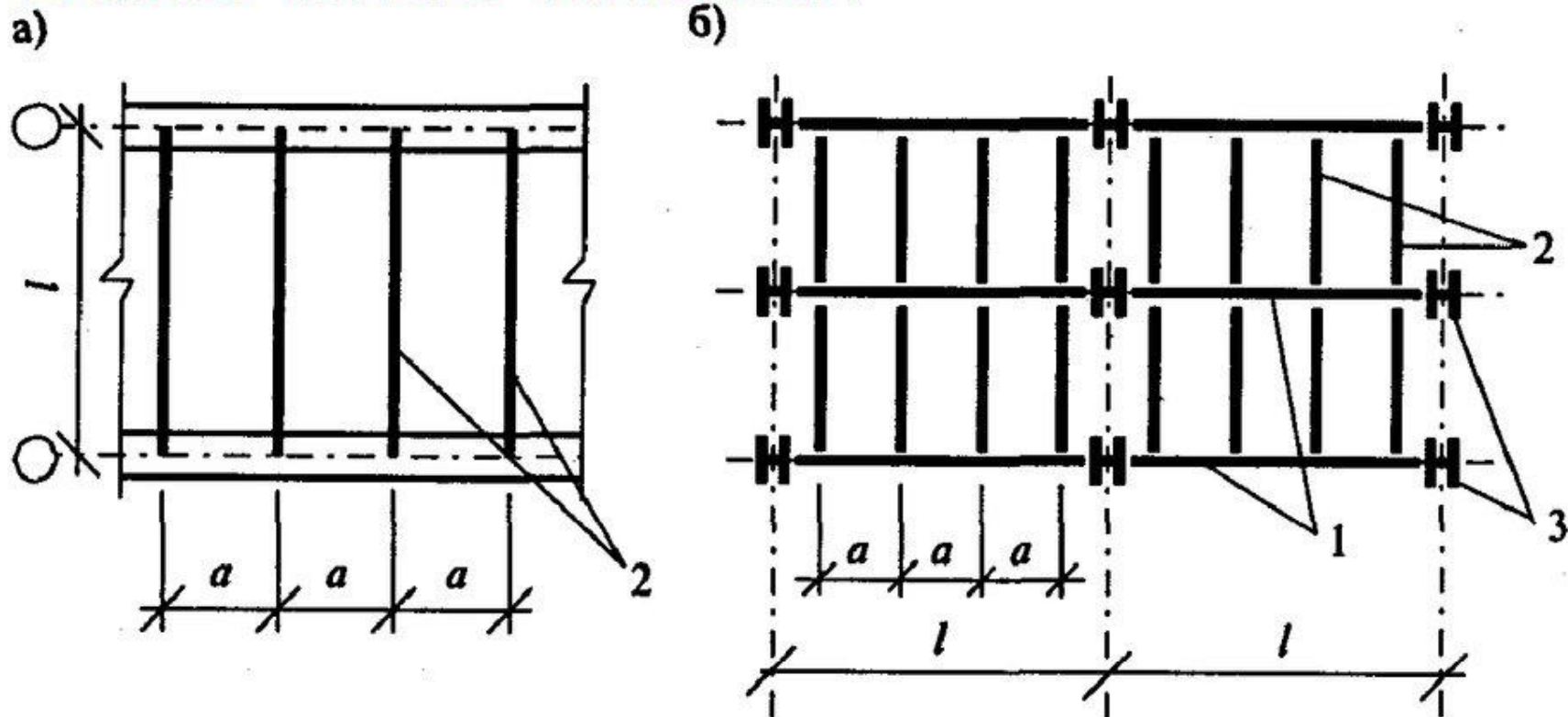


Рис. 7.7. Балочные клетки: а) упрощенная; б) нормальная;
1 — главные балки; 2 — балки настила; 3 — колонны

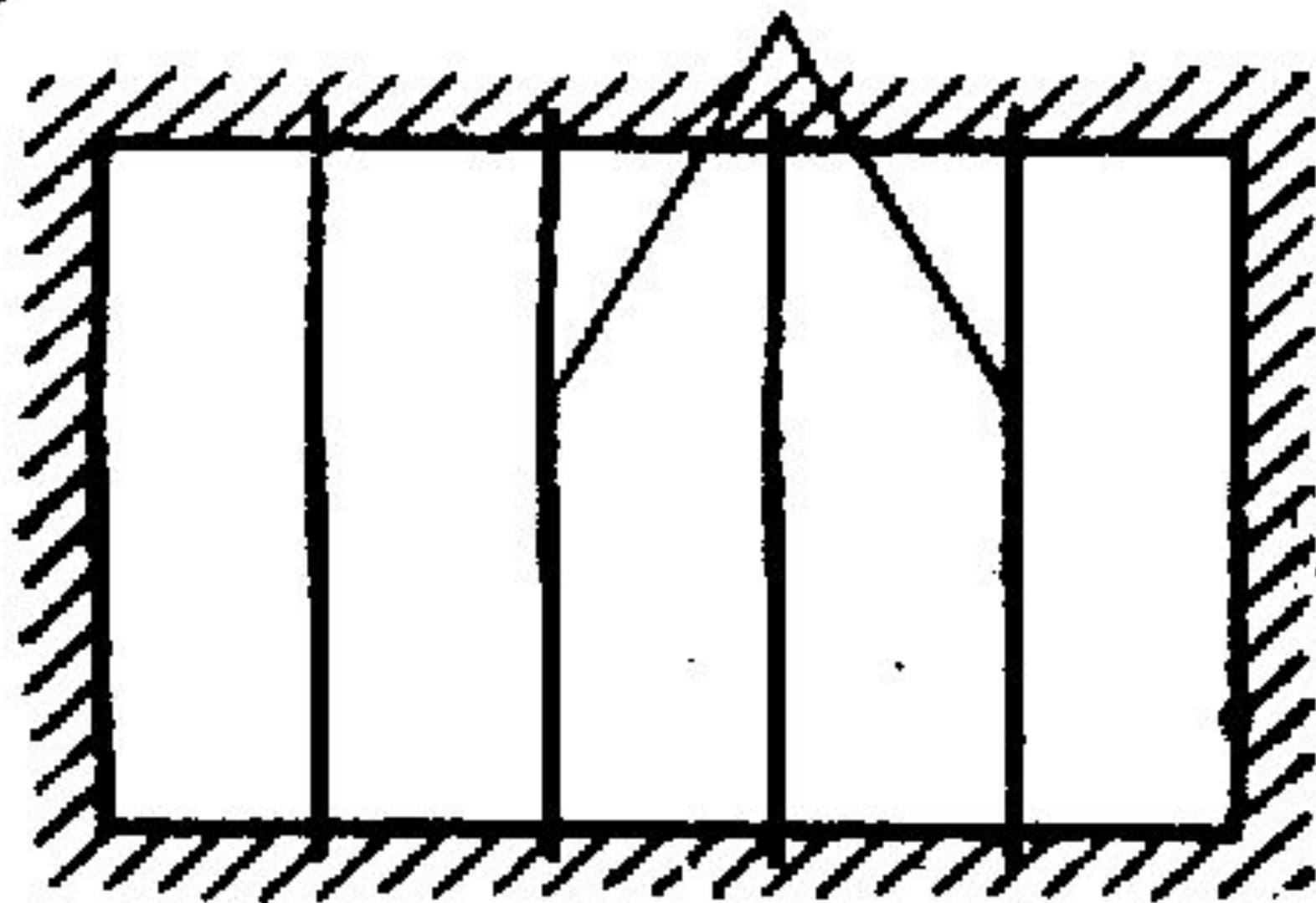
Балочные клетки

- Система несущих балок, образующих конструкцию перекрытий, рабочих площадок, проезжей части мостов и других конструкций, называется балочной клеткой.

Типы

- В зависимости от расчетной нагрузки и размеров в плане балочные клетки могут быть трех типов; а) **упрощенные**, б) **нормальные** и в) **усложненные**.

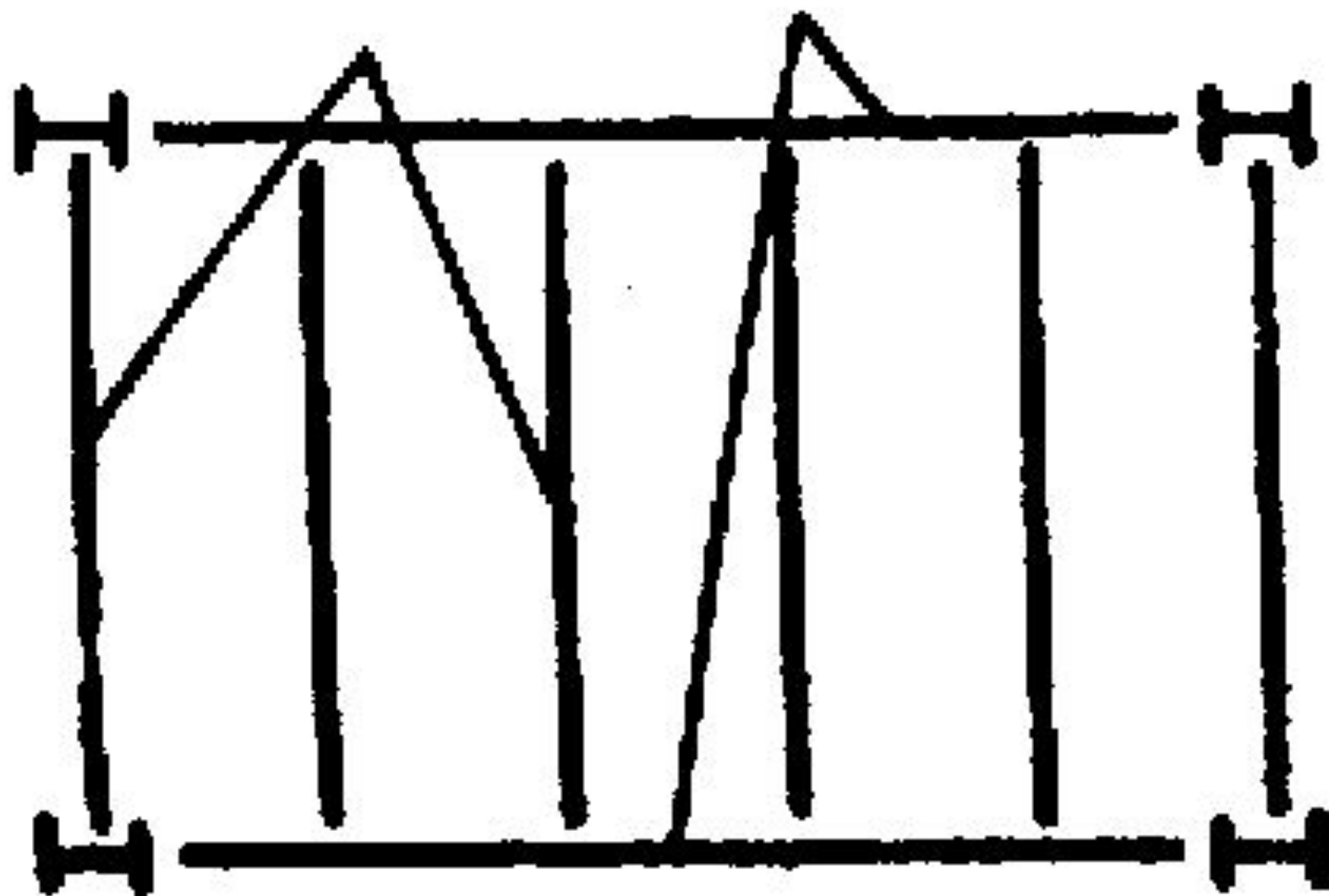
а) Балки настила



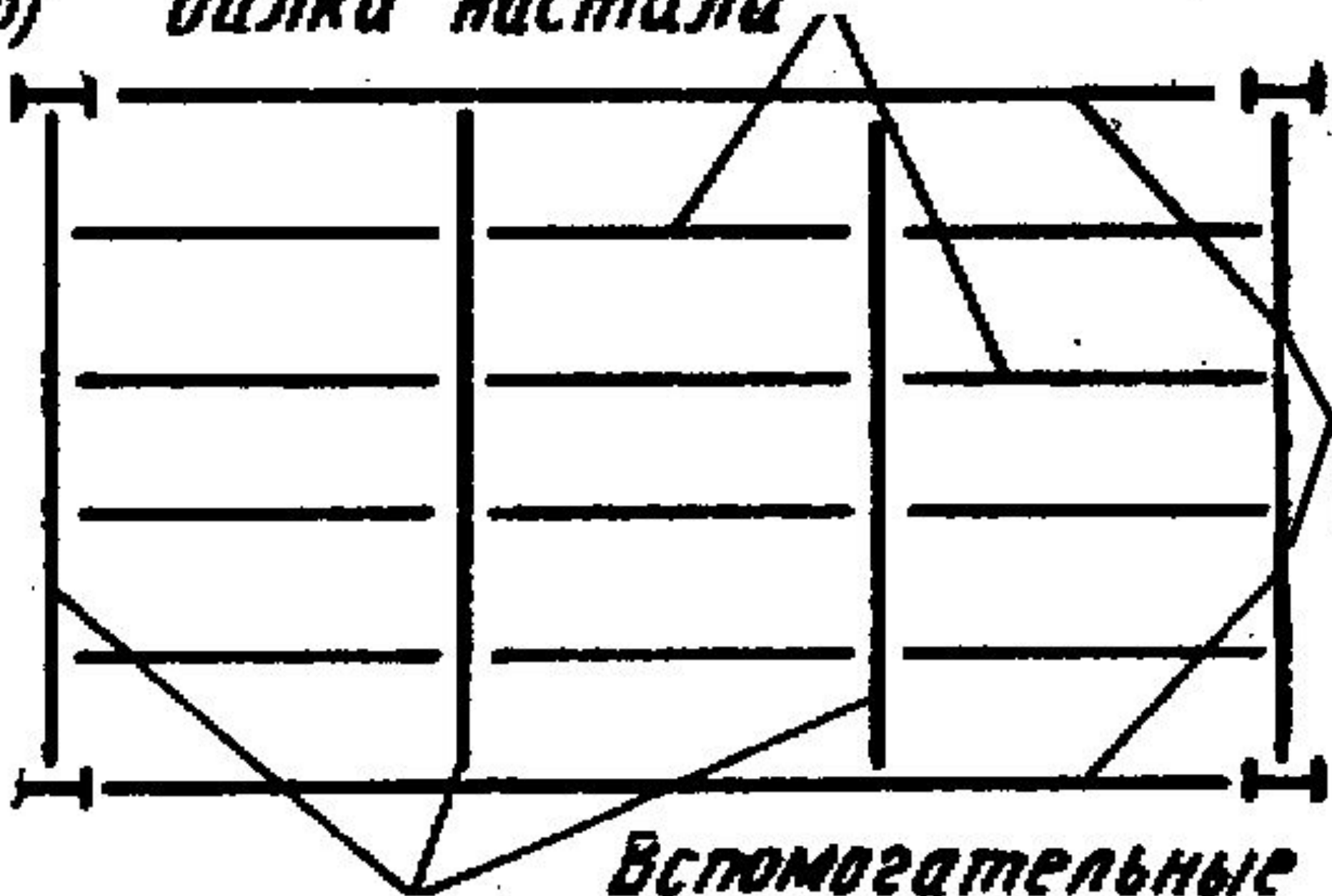
Б)

Балки
настила

Главные
балки



в) Балки настила

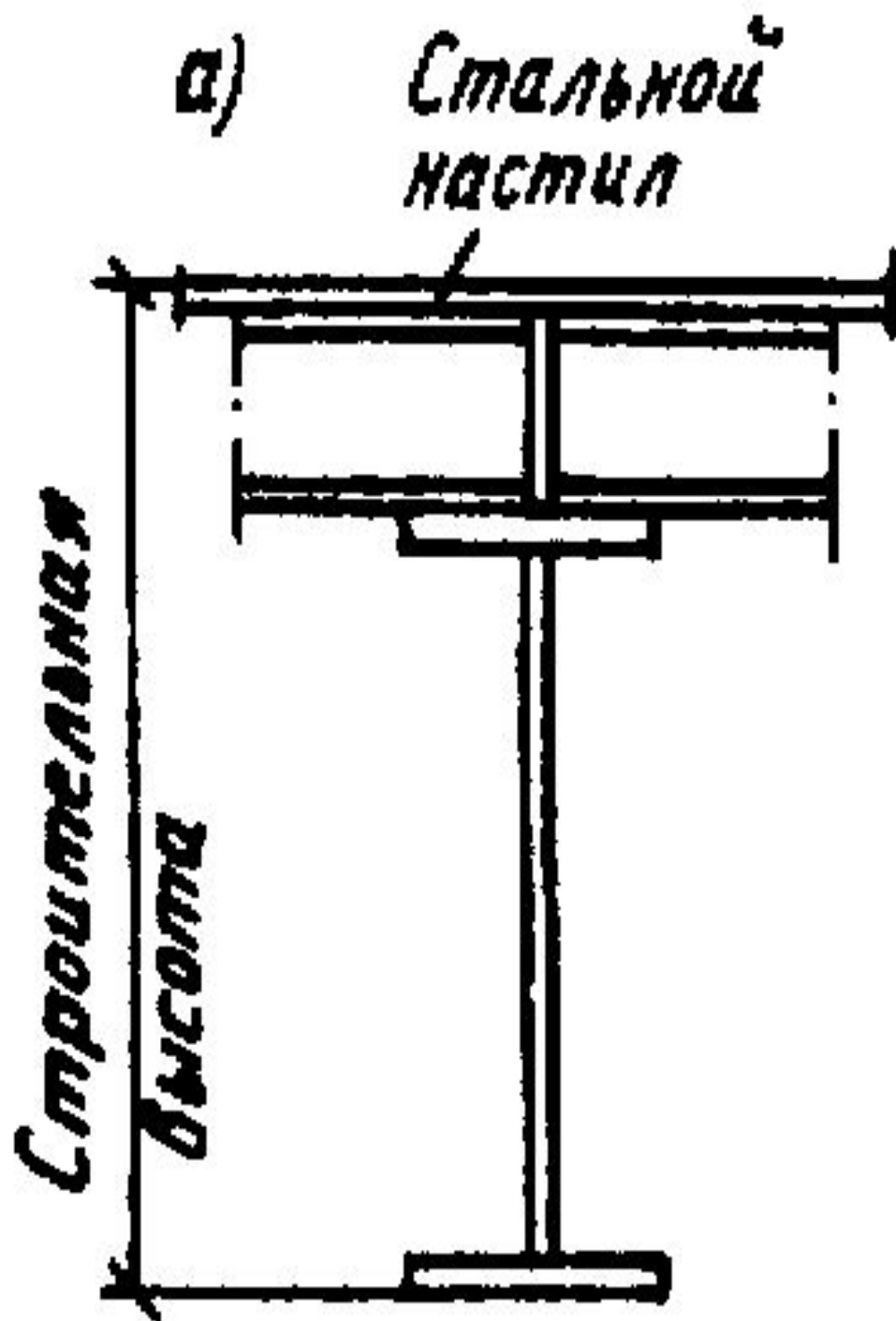


**Вспомогательные
балки**

- Балки настила обычно проектируют из прокатных балок пролетом 5-7 м, что и определяет тип балочной клетки. Расстояние между балками настила
- $a = 0,6-1,6\text{м}$ при стальном настиле
 $a = 2-3,5\text{м}$ при ж/б настиле.
- Расстояние между вспомогательными балками 2-5м и оно должно быть кратно пролету главной балки. Главные балки опирают на колонны и располагают

Размер от
нижнего
пояса главной
балки до
верха
настила
называется
строительной

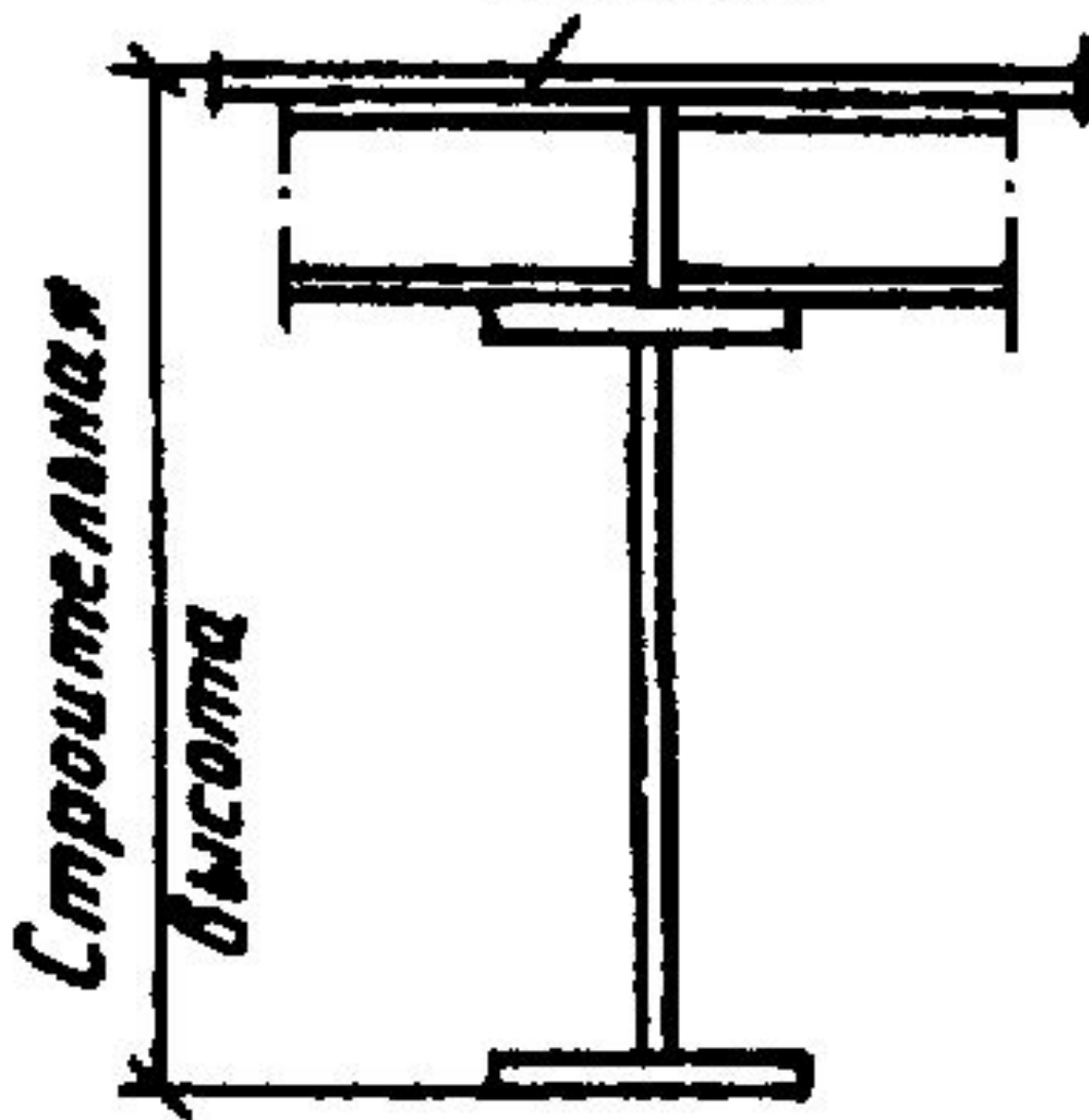
высотой
балочной



- Сопряжение балок в клетке может быть **этажным, в одном уровне и пониженным.**

а)

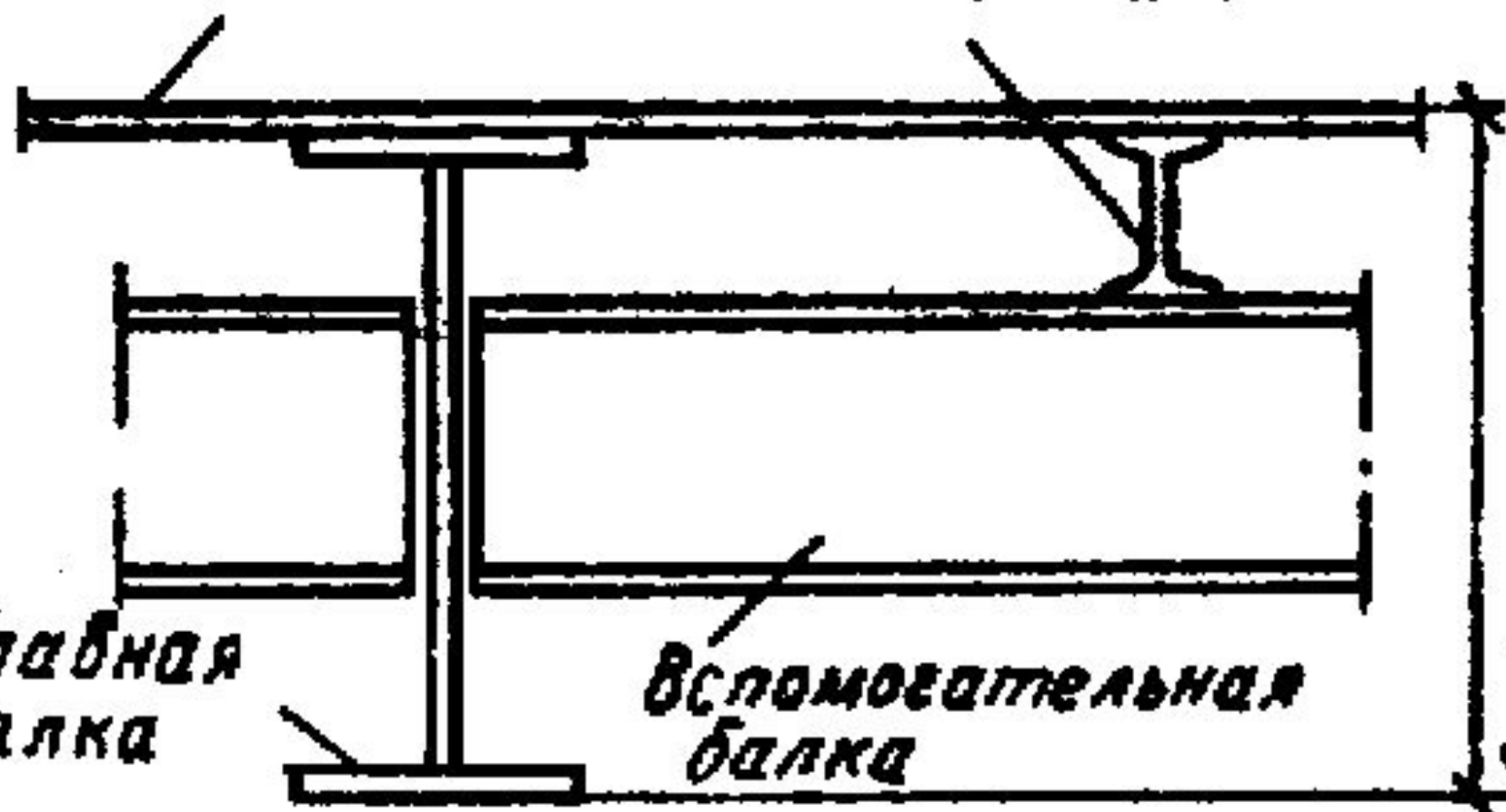
Стальной
настил



в)

Стальной
настиля

Балка
настиля



Главная
балка

Вспомогательная
балка

Строительная
высота

Расчет изгибаемых
элементов.

Работающие на прямой
изгиб

В сечениях балок под воздействием нагрузок
возникают

изгибающие моменты M и поперечные силы Q .

В результате воздействия моментов в балке
появляются

нормальные напряжения σ

и в результате воздействия поперечной силы –
касательные напряжения τ

Расчет балок производят

по прочности

(I первая группа предельных состояний)

и проверяют их прогибы

(II группа предельных состояний)

Сечения балок:
из прокатных изделий
(двутавров, швеллеров)

Из составного сечения
(свариваться из листов)

Расчет прочности на действие нормальных напряжений

$$\bullet \sigma = M / W_n \leq R_y \gamma_c$$

- M- изгибающий момент
- W_n – момент сопротивления сечения нетто, относит. плоскости изгиба балки

Расчет прочности на действие касательных

$$\tau = \frac{Q_{\max} S}{I t_w} \leq R_s \gamma_c$$

Q_{\max} – наибольшая поперечная сила вблизи от опоры

S – статический момент сдвигаемой части сечения

I – момент инерции сечения относительно плоскости изгиба балки

t_w – толщина стенки балки

R_s – расчетное сопротивление стали сдвигу

$$(R_s = 0,58 R_y)$$

Проверка жесткости балки равномерное нагружение

- $f = 5/384 * q_n l_{ef}^4 / EI \leq f_u$
- f – прогиб балки
- l_{ef}^4 – расчетный пролет балки
- f_u - предельный вертикальный прогиб балки см пр E

Прогибы и перемещения

I – момент инерции, см⁴

E – модуль стали ($E=2,06 \cdot 10^4$ кН/см²)

Задача 1.

Подобрать сечение балки, выполненной из прокатного широкополочного двутавра.

Нагрузки действующий на балку: $q_n = 30 \text{ кН/м}$
 $q = 35 \text{ кН/м}$. Балки перекрытия промышленного здания.

Длина балки в осях (номинальная) $l = 6000 \text{ мм}$,
конструктивная длина $l = 5960 \text{ мм}$,
расчетная $l_{ef} = 5800 \text{ мм}$.

1. Принимаем сталь
2. Опред. максимальные значения. Расчетного момента и поперечной силы
3. Опред. Требуемый момент сопротивления относительно оси изгиба
4. Принимаем двутавр
5. Выполняем расчет прочности на действия касательных напряжений по формуле
6. Проверяем жесткость балки
7. Проверяем прочность подобранного сечения балки по нормальным напряжениям
8. Вывод

Задача 2.

Проверить прочность и прогиб стальной балки из прокатного двутавра № 23Б1. Сталь С245.

Балка располагается под перекрытием магазина. Нагрузки: $q_n = 20$ кН/м $q = 22$ кН/м.

Расчетная длина балки $l_{ef} = 3750$ мм.

Д/З

Расчет опорных ребер балок

Опираение балок на колонны часто выполняют через опорные ребра, которые приваривают к торцам балки.

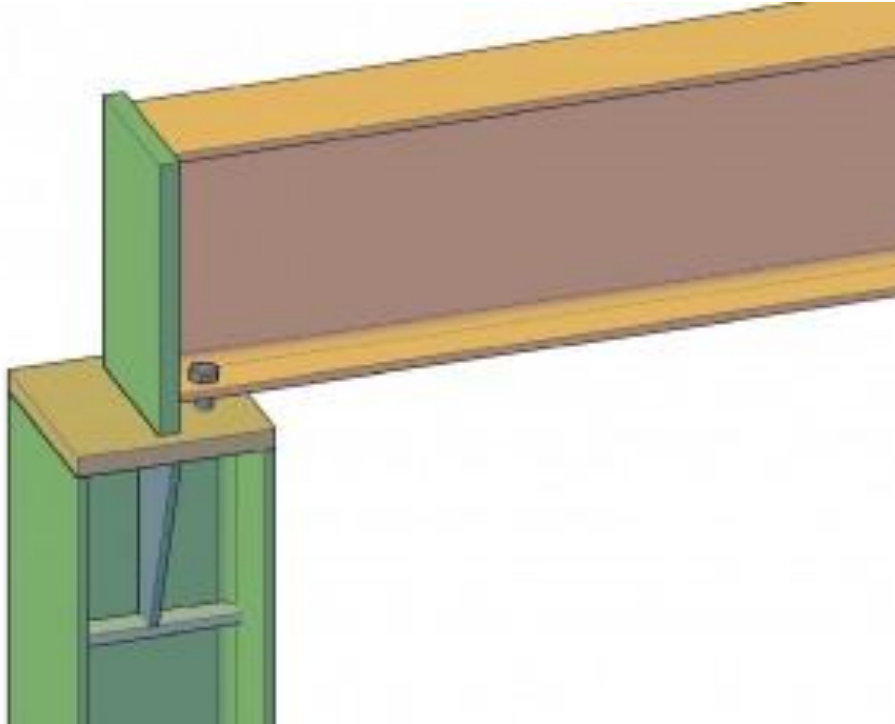
Торцевая поверхность опорного ребра для плотного соприкосновения с колонной фрезуетя.

Сопряжения балки со стальными колоннами.

Опираение балки на стальную колонну может быть шарнирным или жестким.

При возможности лучше всего опирать балку сверху и передавать нагрузку по центру профиля колонны. При боковом креплении балки, помимо сжимающей нагрузки в колонне дополнительно возникает момент от действия этой силы из-за того, что появляется эксцентриситет и соответственно это приводит к увеличению нагрузок и перерасходу металла в колонне.

ОпираНИЕ балки на колонну сверху.

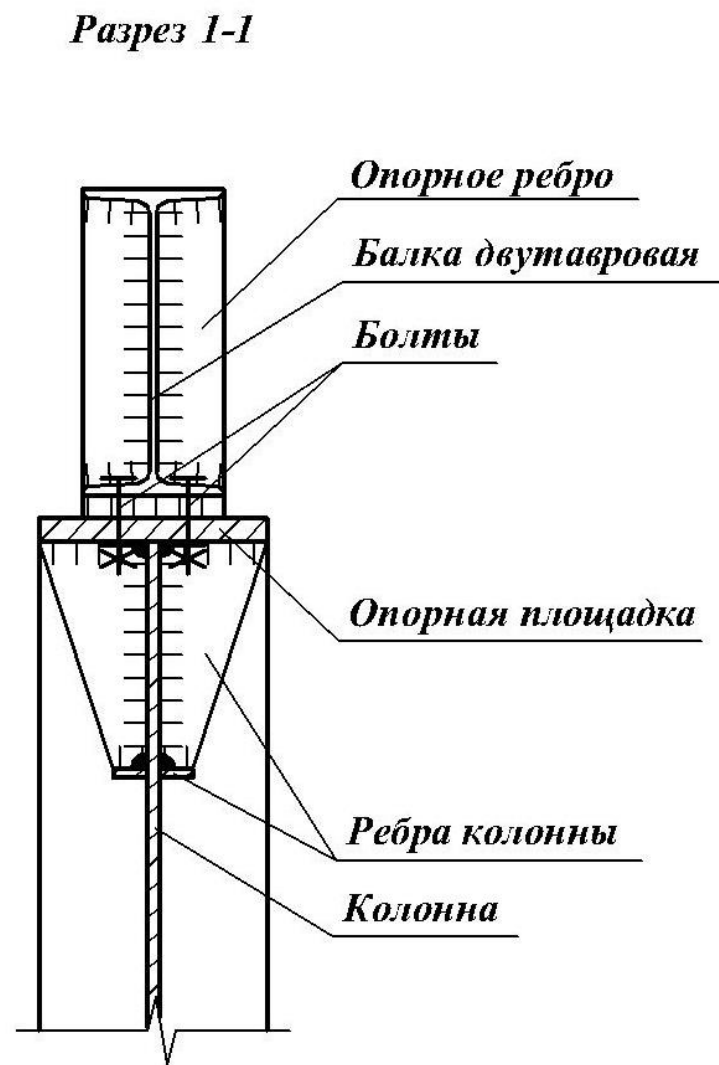
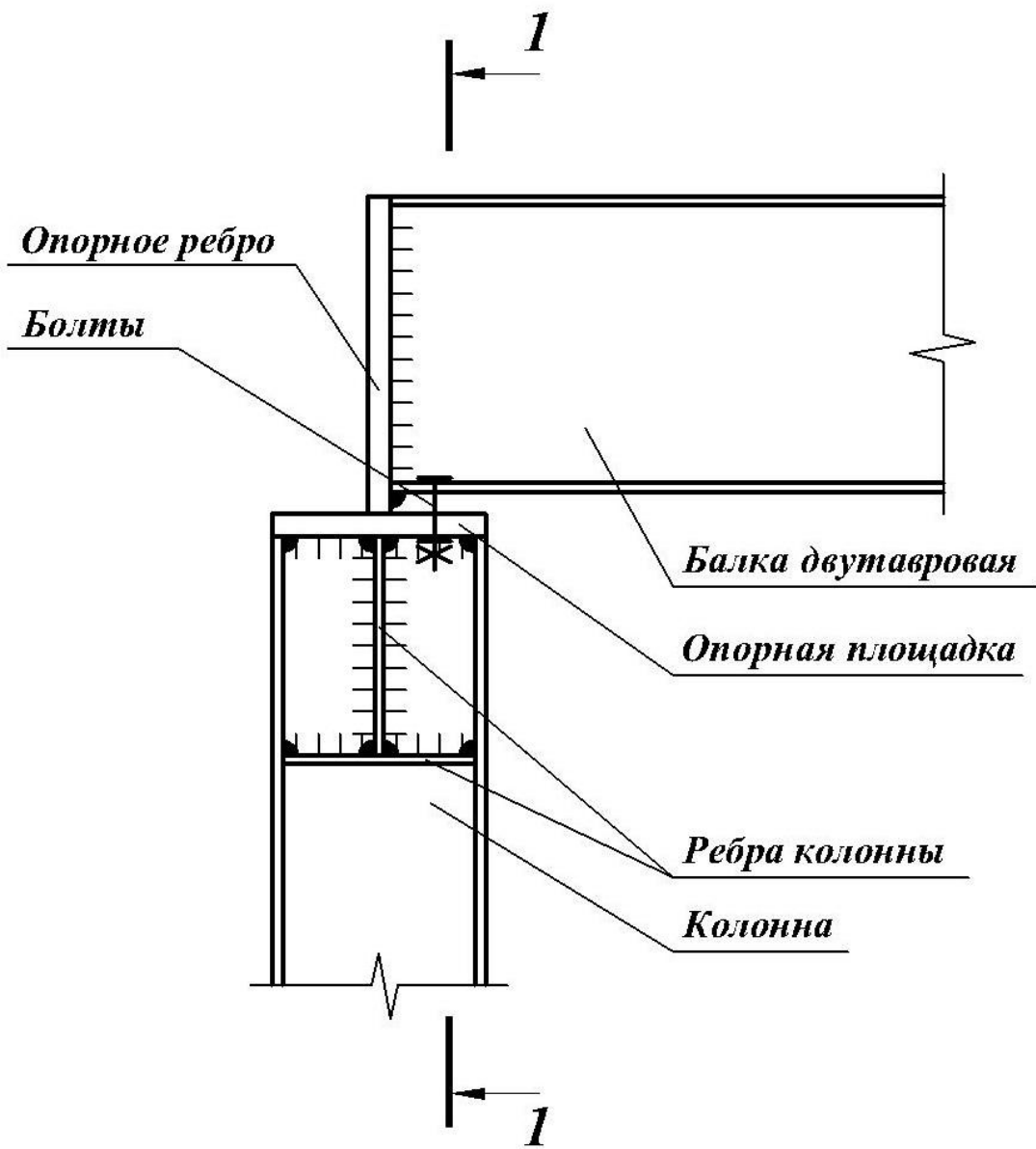


При опирании балки на колонну сверху рекомендуется передавать нагрузку через ребро. Размеры ребра рассчитываются из расчета на смятие по формуле на смятие:

ребро оно должно не много выступать, но не более 1,5 толщины ребра, обычно это 15-20 мм. Ребро необходимо снизу сострогать, чтобы нагрузка передавалась всей площадью ребра.

Т.к. узел шарнирный для фиксации балки достаточно 2-х болтов с одной стороны. Диаметр болтов принимается 16-20 мм. С затяжкой лучше не переусердствовать — это не фрикционное соединение. Толщина опорной площадки обычно принимается 20-25 мм, толщина ребер 8-12 мм.

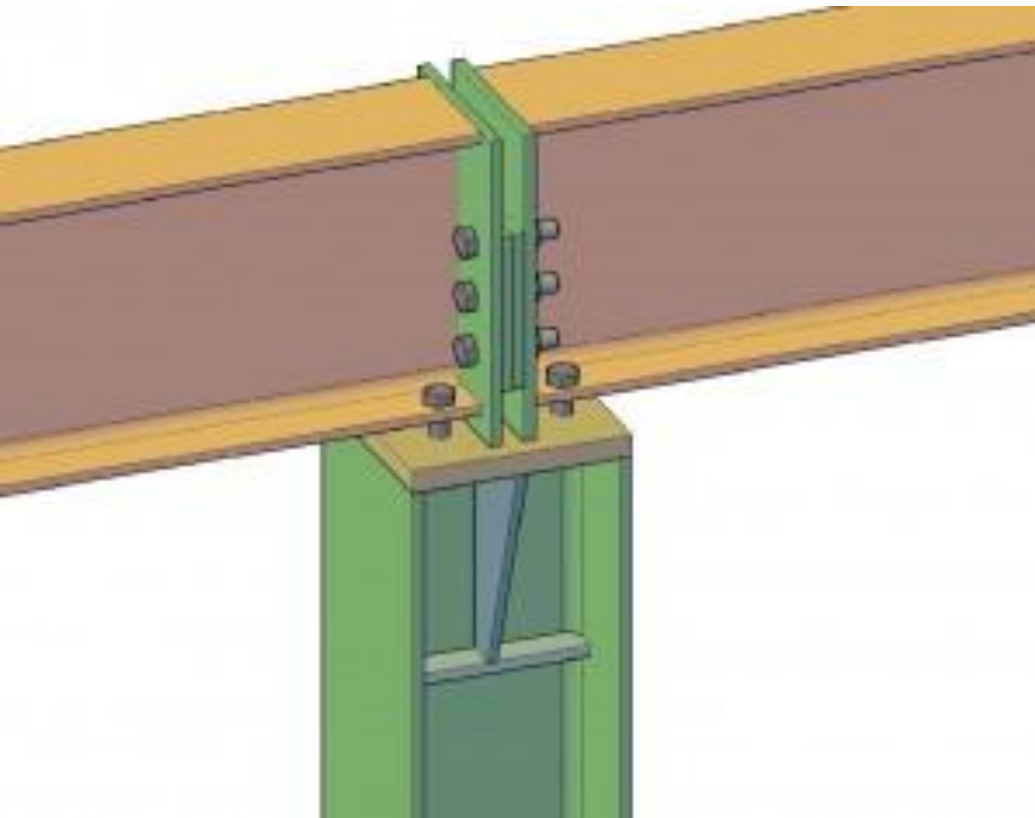
Если имеется угол кровли, ребро нужно сострогать под необходимым углом и добавить шайбы, имеющие скос для болта.



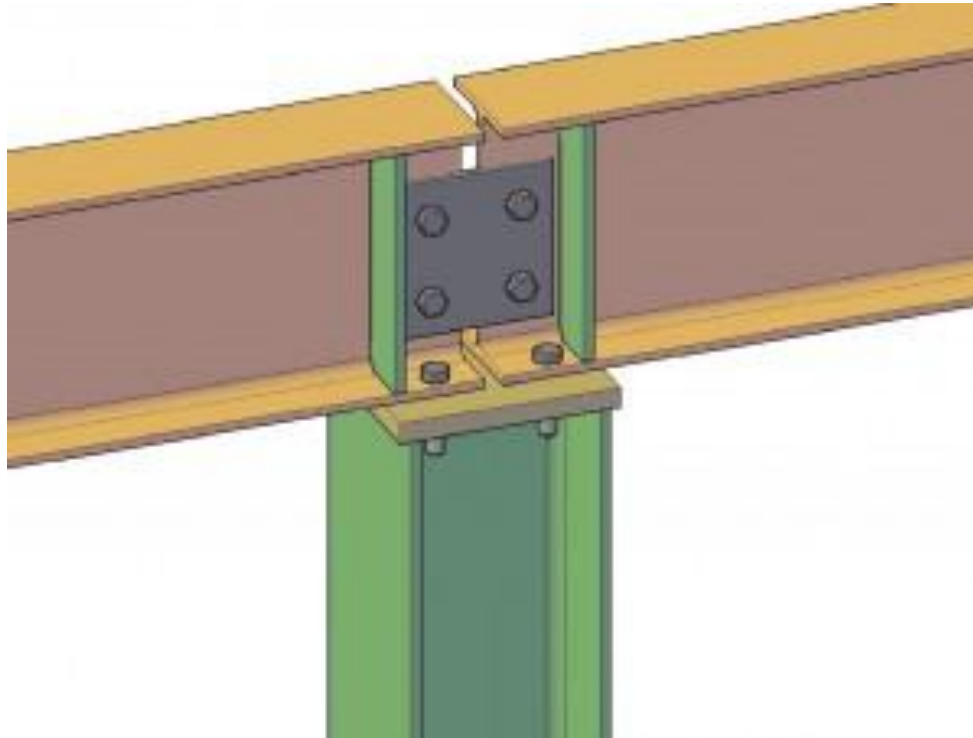
Опираение 2-х балок на колонну сверху.

Аналогично
предыдущему варианту
опираем балки через
ребро на оголовки
колонны.

Балки соединяем между
собой с помощью
болтов. Сверху болты
устанавливать не стоит
если конечно вы не
хотите создать жесткий
узел. Между 2-мя
ребрами устанавливаем
пластинки для того,
чтобы не стянуть балки
вместе (это может
нагрузить колонну
моментом на
противоположном конце
балки).

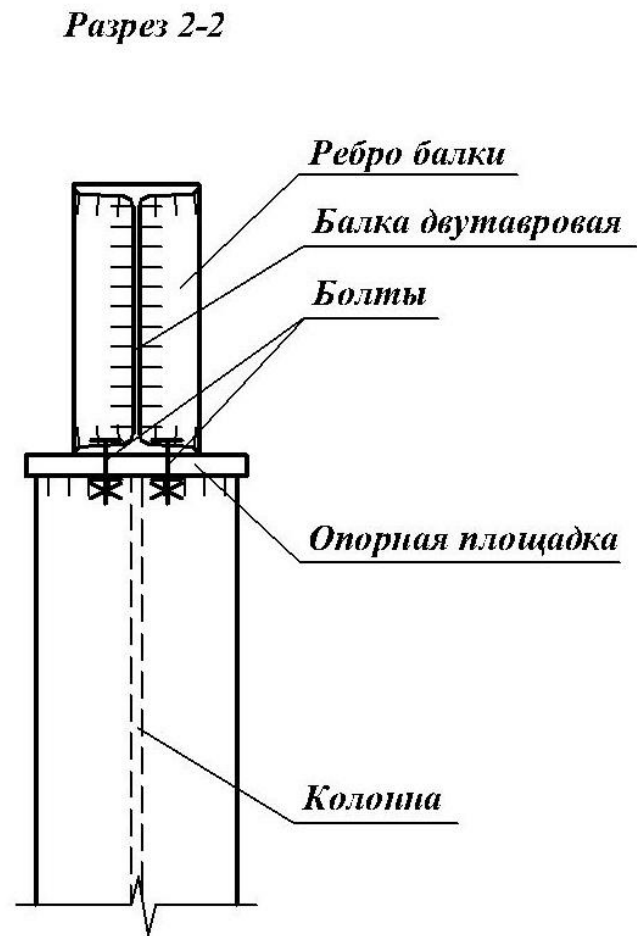
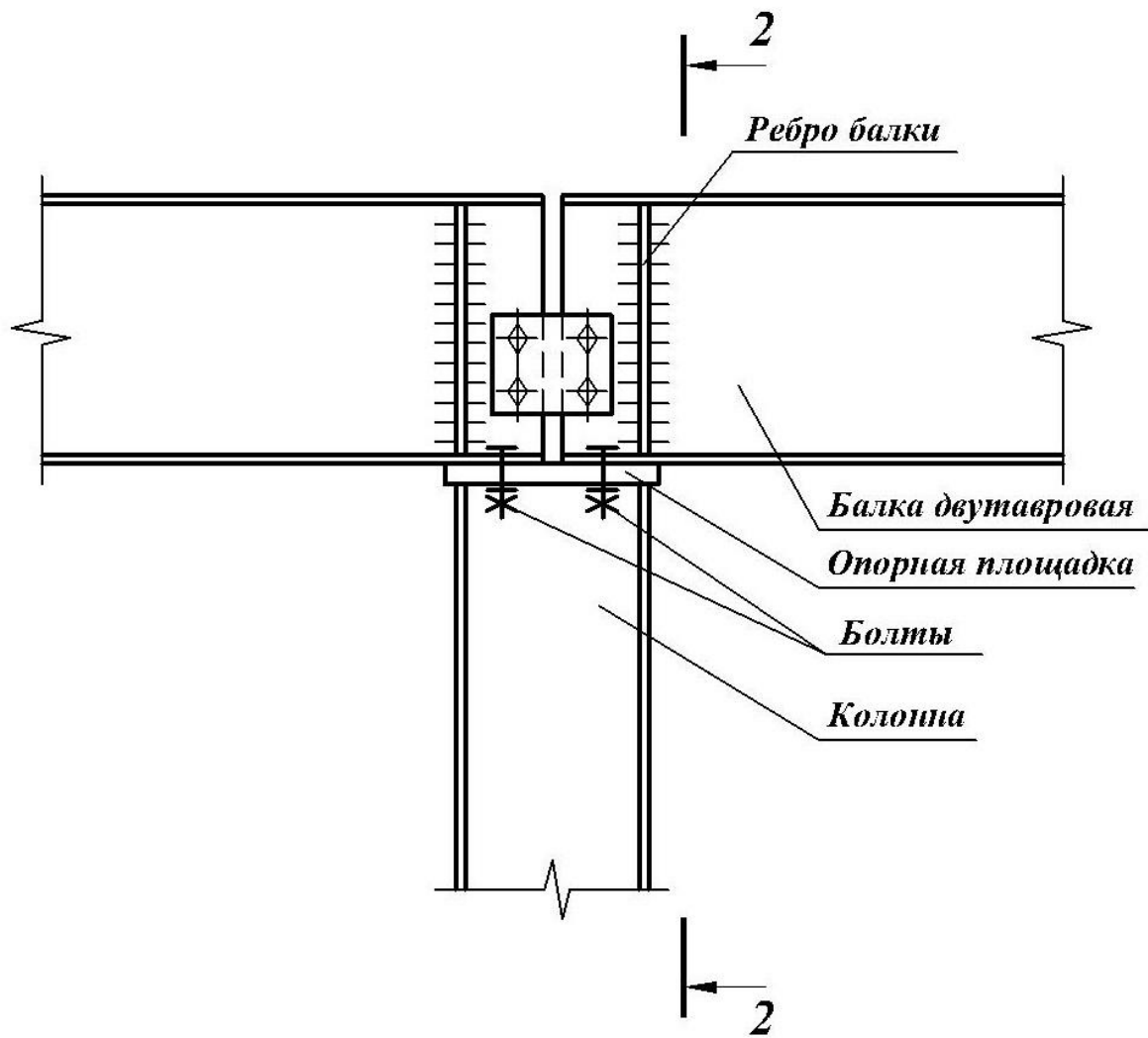


Также есть вариант опереть 2-е балки
на оголовки колонны следующим
способом



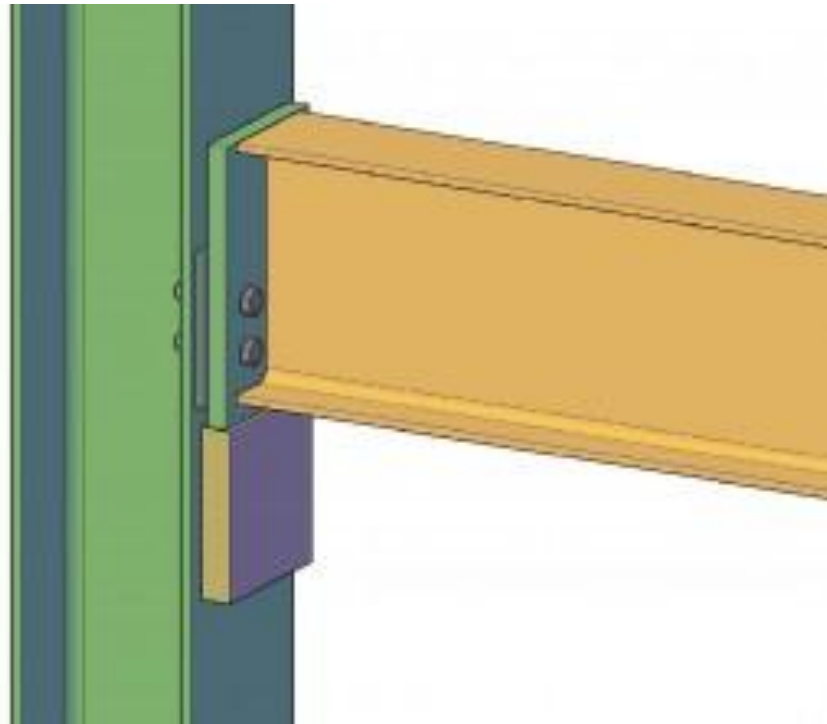
В этом варианте балка нижней
полкой ложится на оголовок
колонны

Для передачи поперечной силы балка усиливается ребром, ребро устанавливаем так, чтобы при монтаже оно оказалось прямо над полкой колонны. Балки соединяем болтами при помощи накладной пластины (для симметричной передачи нагрузки лучше использовать 2-е пластины с 2-х сторон). Как и в предыдущем варианте нет необходимости соединять балки болтами сверху, чтобы не создать жесткий узел. Ребра на колонне, в этом случае, не нужны. Между 2-мя балками оставляем не большой зазор около 10-20 мм.



Шарнирное опирание балки на колонну сбоку

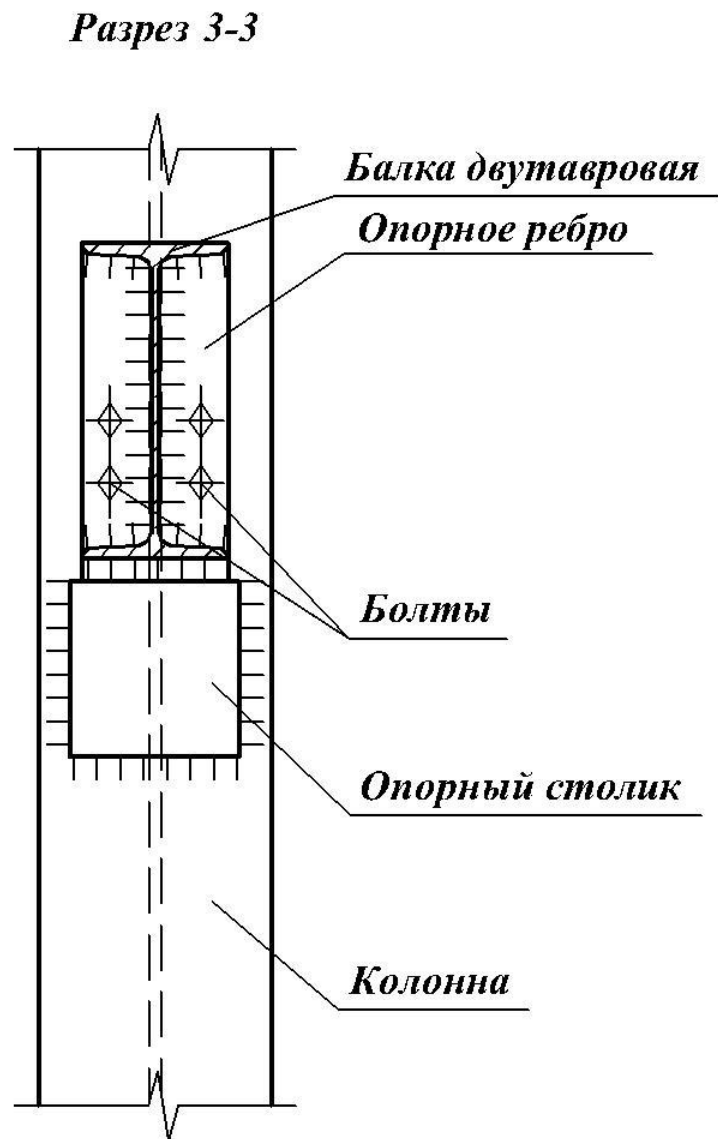
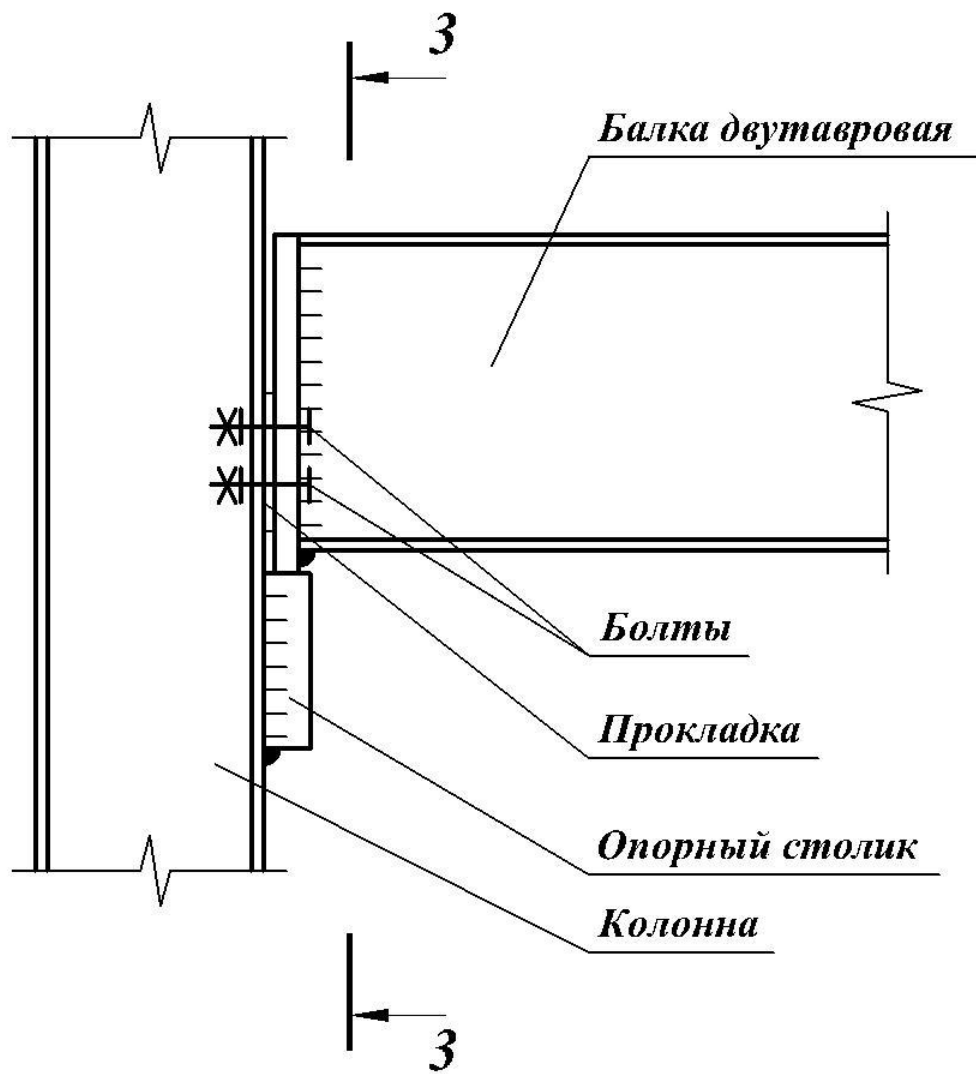
При боковом креплении необходимо в расчетах колонны учитывать эксцентриситет.



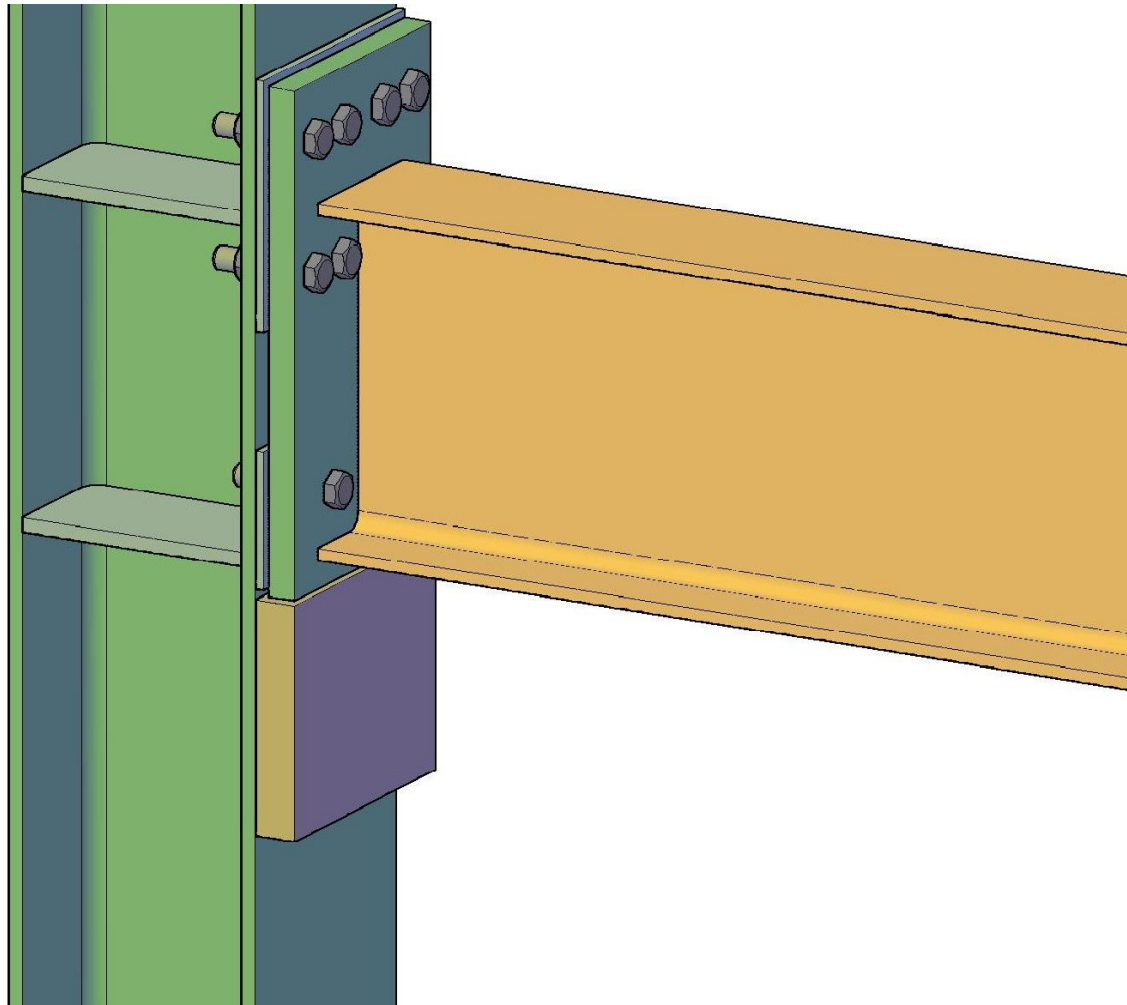
При шарнирном опирании нагрузка передается через опорное ребро на опорный столик. Столик обычно делают из листовой стали или неравнополочного уголка. Высоту опорного столика определяют из условия прочности сварных швов. Целесообразно приварить столик по 3-ем сторонам. Ширину столика делают на 20-40 мм больше ребра балки, чтобы опорное ребро полностью легло на опорный столик. Диаметр отверстий делают на 3-4 мм больше диаметра болтов чтобы балка не повисла на болтах, а полностью легла на столик.

Опорное ребро балки рассчитывается на смятие по той же формуле, что и для балки опертой сверху.

При шарнирном опирании ребра в колонне не требуются. Между опорным ребром и колонной монтируется прокладка толщиной примерно 5 мм.



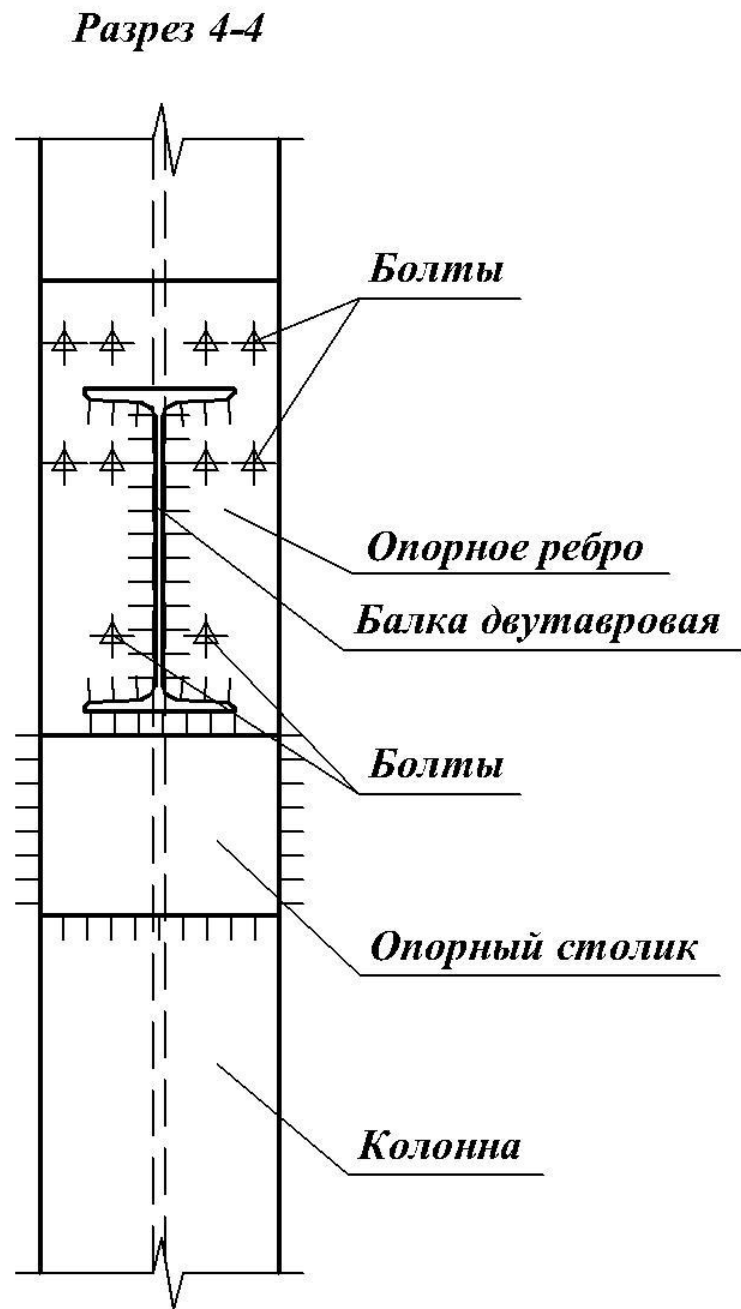
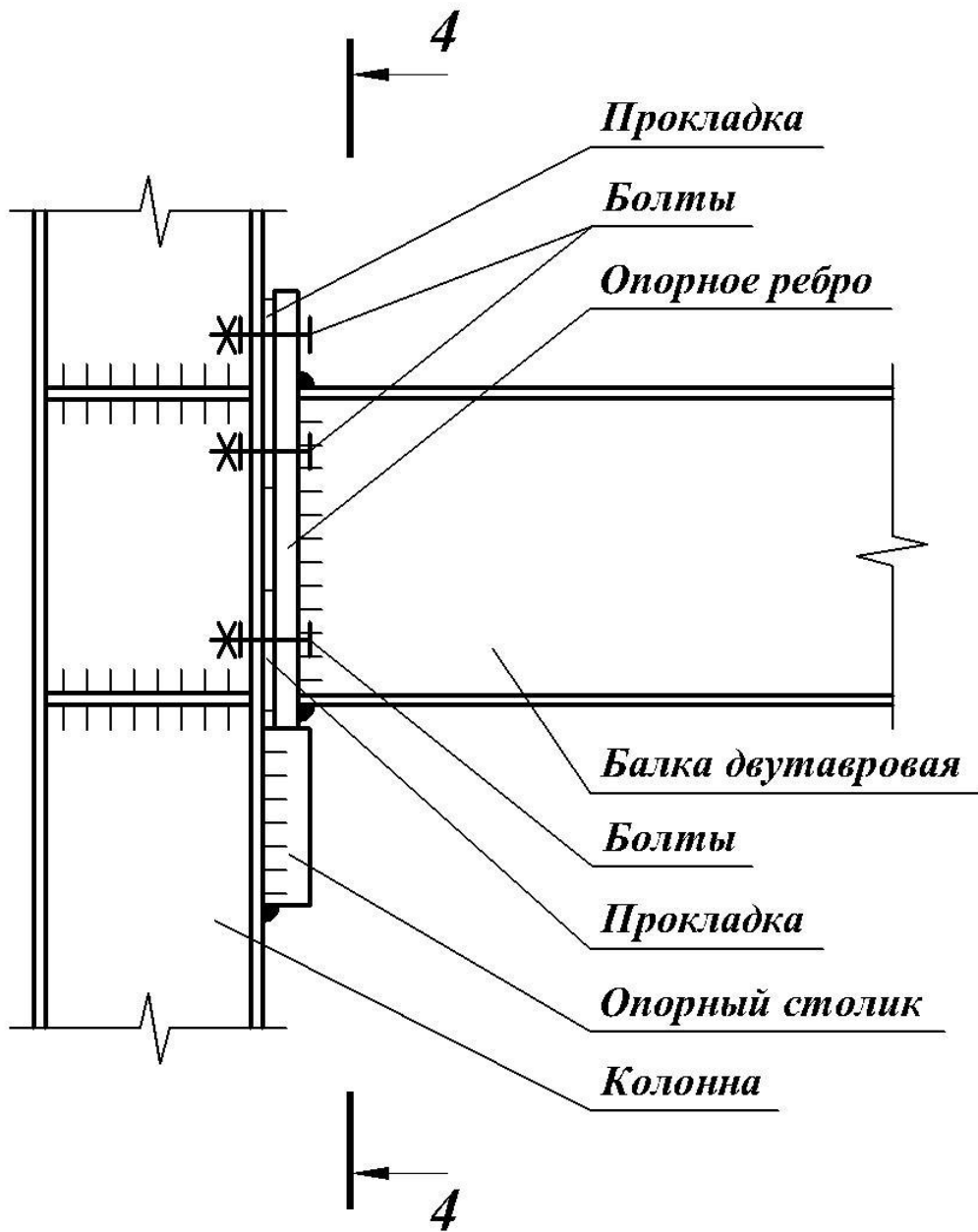
Жесткое сопряжение балки с колонной при помощи болтового соединения



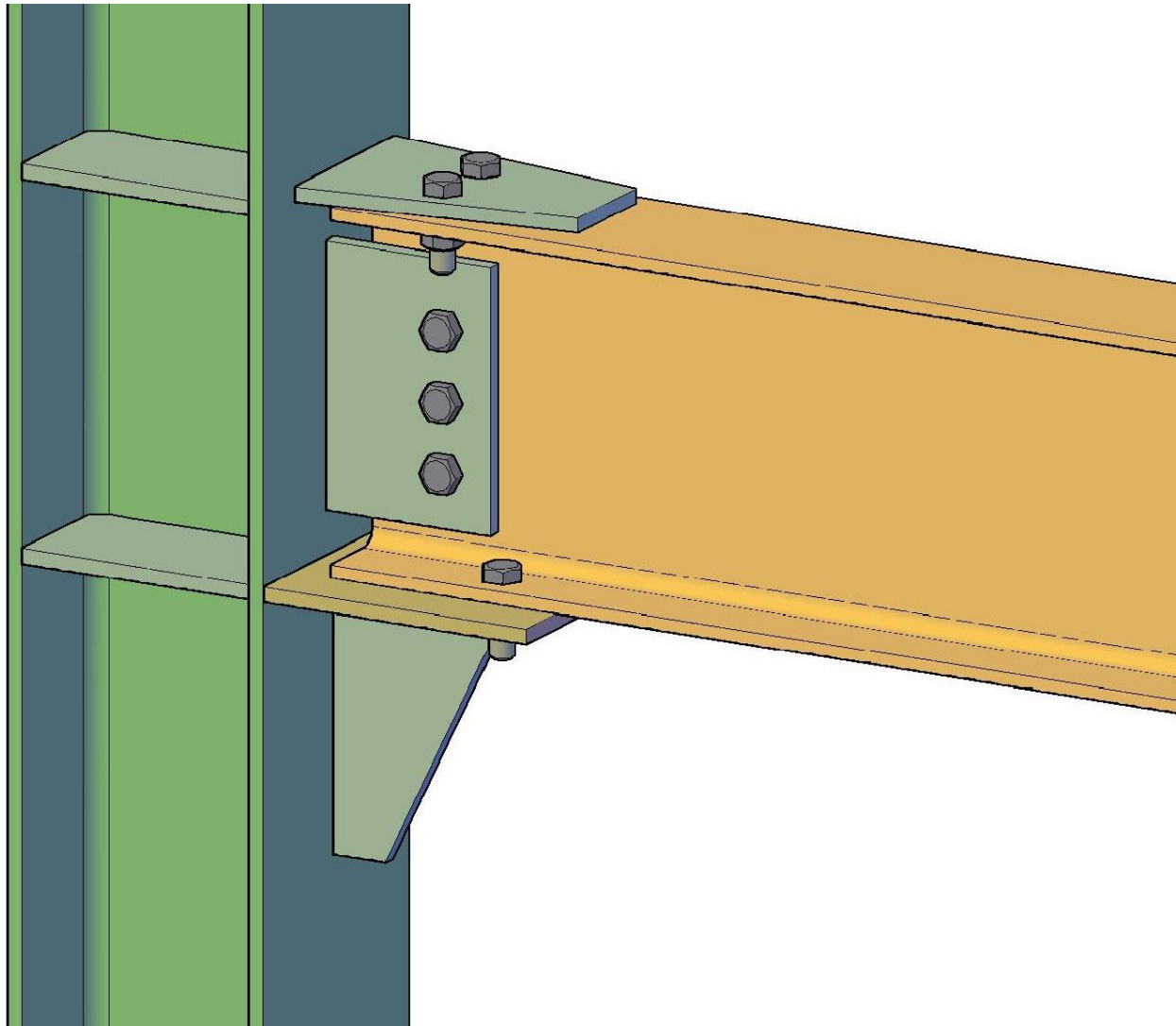
Создать жесткое соединение можно с помощью болтового соединения или сварки. Болтовое соединение более технологично — все детали изготавливаются и окрашиваются на заводе, на строительной площадке необходимо лишь установить и затянуть болты.

В данном узле поперечная сила воспринимается также как и в шарнирном узле с помощью опорного столика. Момент передается с помощью болтов на стенки колонны. Между опорным ребром балки и колонной необходимо установить стальные прокладки для плотного прилегания балки и колонны (зазора после затяжки быть не должно).

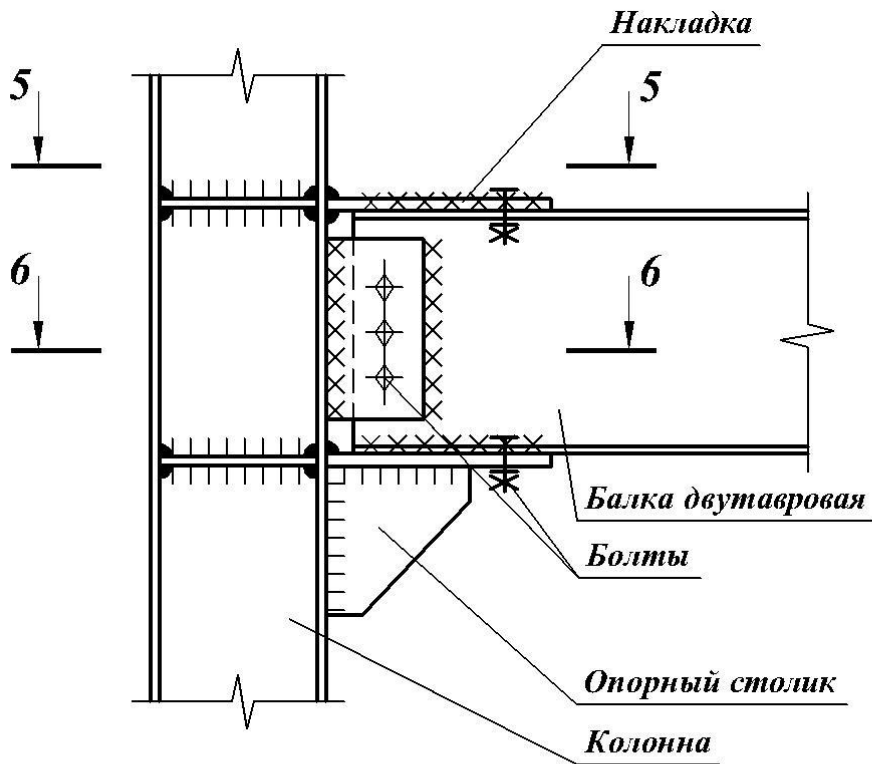
Количество и диаметры болтов для верхнего пояса необходимо рассчитать исходя из возникающего момента в заделке балки. Болты применяются только высокопрочные. Необходимо контролировать затяжку болтов. Стенки колонны укрепляются ребрами жесткости.



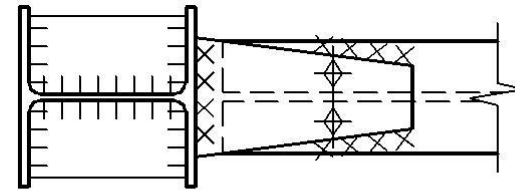
Жесткое сопряжение балки с колонной при помощи сварного соединения



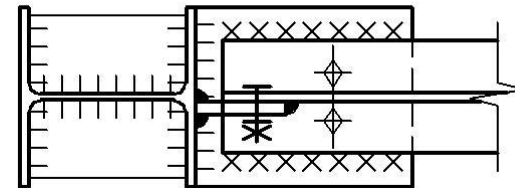
При жестком соединении балки с колонной при помощи сварки, используют накладку, которая крепится к балке болтами и приваривается к балке и колонне.

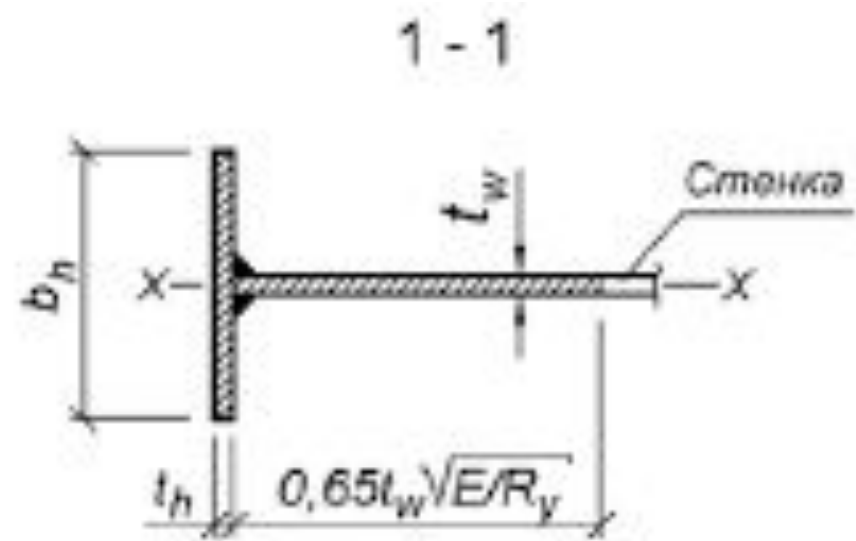
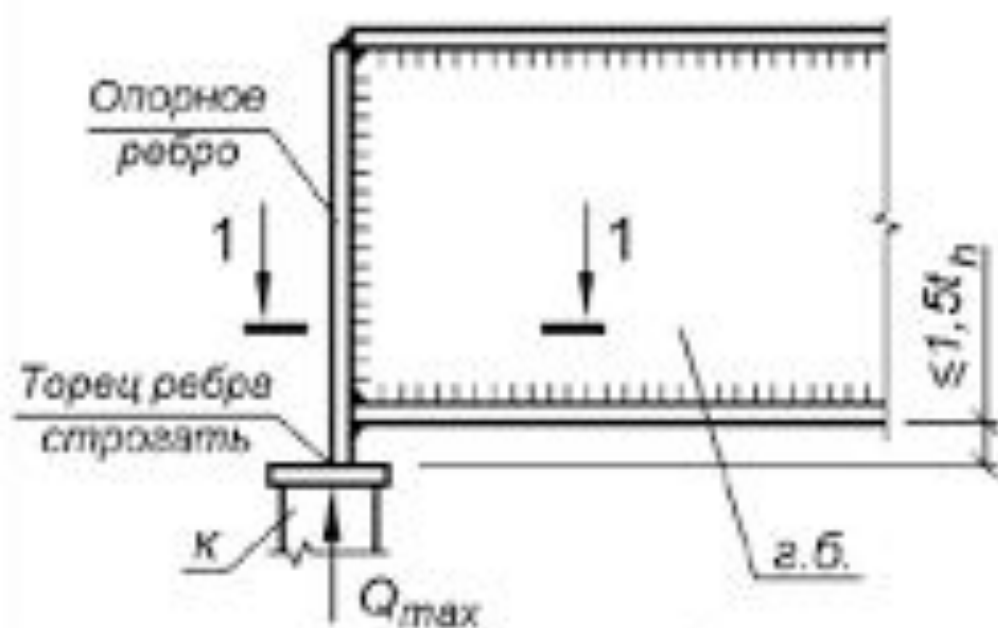


Разрез 5-5



Разрез 6-6





Конструкция опорного узла балки

Расчет опорных ребер производится на действие сжимающей силы Q , равной опорной реакции балки.

Расчеты:

- на прочность по ослабленному отверстиями для болтов сечению по формуле
- На смятие торцевой поверхности
- на устойчивость

При расчете на устойчивость ,
совместно с опорным ребром
работает участок стенки балки
длиной

$$b_w = 0,65 t_w \sqrt{E / R_y}$$

Откладывается в каждую сторону от
ребра.

Расчет ребра на смятие

$$\sigma = N \gamma_n / A_p \leq R_p \gamma_c$$

N – принимаем равной опорной реакции балки Q

A_p - площадь сечения $A_p = b_p t_p$

Опорное ребро часто выступает вниз, за пределы нижнего пояса балки на $a=15..20\text{мм}$, оно называется толщиной $t_p = 14...20\text{мм}$

При этом если выполняется соотношение $a \leq 1,5 t_p$

Расчет устойчивости ребра по формуле:

$$b = Q / \phi A_{ст} \leq R_p \gamma_c$$

ϕ - коэфф. продольного изгиба, т 72

Расчетную длину ребра прим. Высоту стенки

Q - опорная реакция балки

R_p - расчетное сопротивление стали на смятие

Задача 1.

Рассчитайте опорное ребро балки, сечение из задачи 1. Опираение балки сверху на колонны. На ребро передается опорная реакция, равная максимальному значению поперечной силы $Q=101,5$ кН

1 . Задаемся конструкцией и размерами ребра. Принимаем прикрепление ребра на сварке с торца балки.

Размеры ребра назначаем с учетом размеров двутавра. Ребро выступает за грань нижней полки на $a=20\text{мм}$ и не доходит до верха двутавра для обеспечения приварки ребра к полке угловым швом.

Высота ребра $h_r =$ мм, ширина $b_r =$ мм?,
Толщина $t =$ мм. $a =$

2. Расчетное сопротивление стали на смятие, при подгонке торцевой поверхности ребра

3. Площадь сечения ребра A_r

4. Расчет ребра на смятие, проверка условия

5. Расчет устойчивости ребер

(для ϕ определяем момент инерции относительно $z-z$, затем радиус инерции расчетного сечения относительно оси $z-z$)

Вместе с ребром работает участок стенки

длиной b_w

Конструирование балок

На основании расчетов всех элементов балки выполняется ее чертеж и составляется спецификация металла.

Оформление чертежа ГОСТ 21.501-2011
Спецификация ГОСТ 27772-2015

