

Преподаватель
Юдина Евгения Васильевна

Лекция 4. Балки. Часть 1

Общие положения

Балки

Балка – брус, работающий преимущественно на изгиб.

Могут применяться для перекрытия пролетов до 24 м (зависит от материала)

Материалы: сталь, железобетон, древесина

Балки. Материалы

Сталь:

- прокатные профили
- сварные

Железобетон:

- Монолитные;
- Сборные

Дерево:

- Цельная древесина
- Клееные
- Составные

Балки. Классификация

По назначению:

- Прогоны
- Ригели
- Перемычки

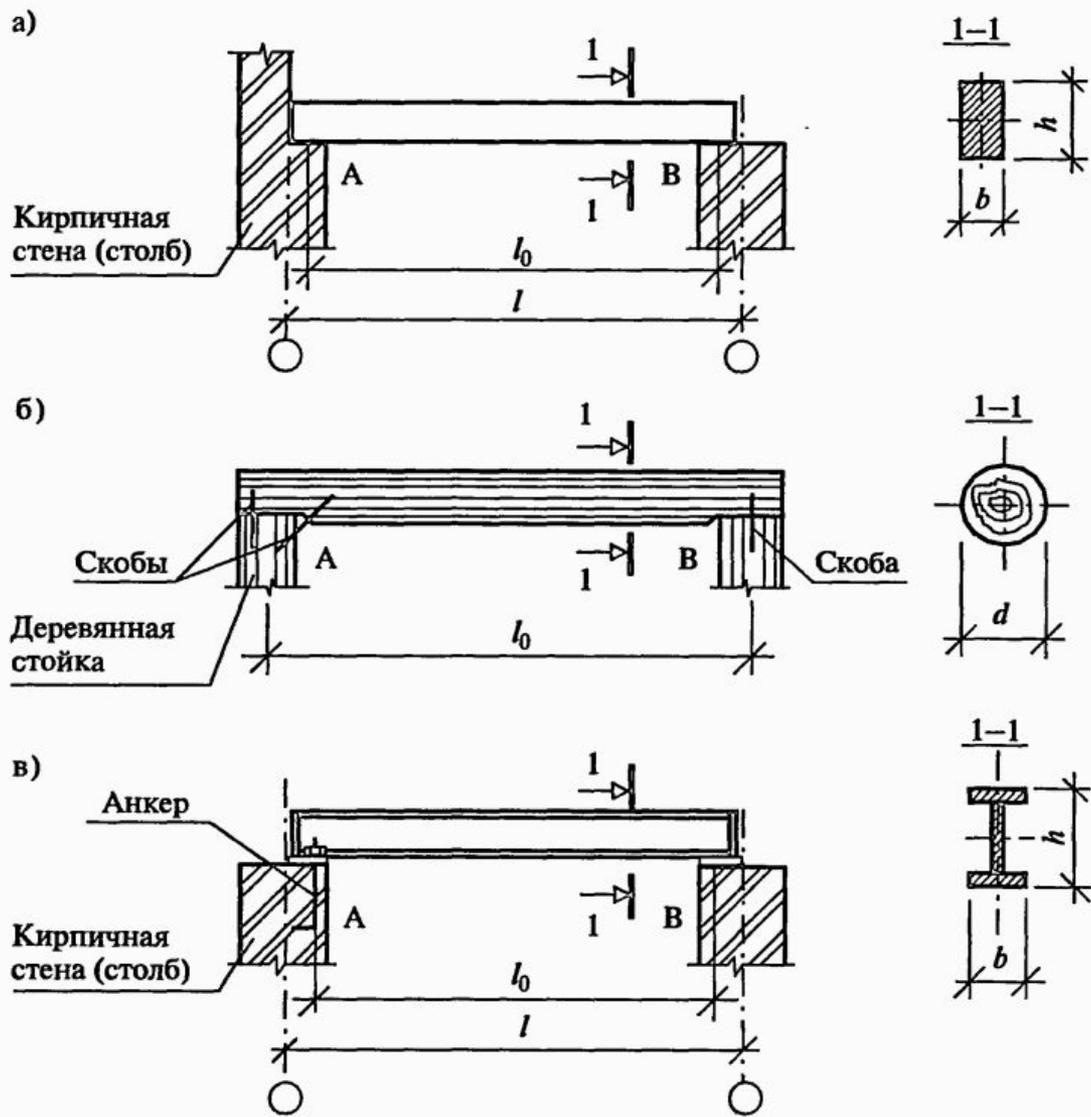
По схеме работы:

- Разрезные
- Неразрезные
- Консольные

Балки. Конструктивные схемы

Схема балки, в которой отражены материал, форма и размер сечения, а так же специальные устройства (анкеры, болты, приварка и т.д.), называется

конструктивной схемой



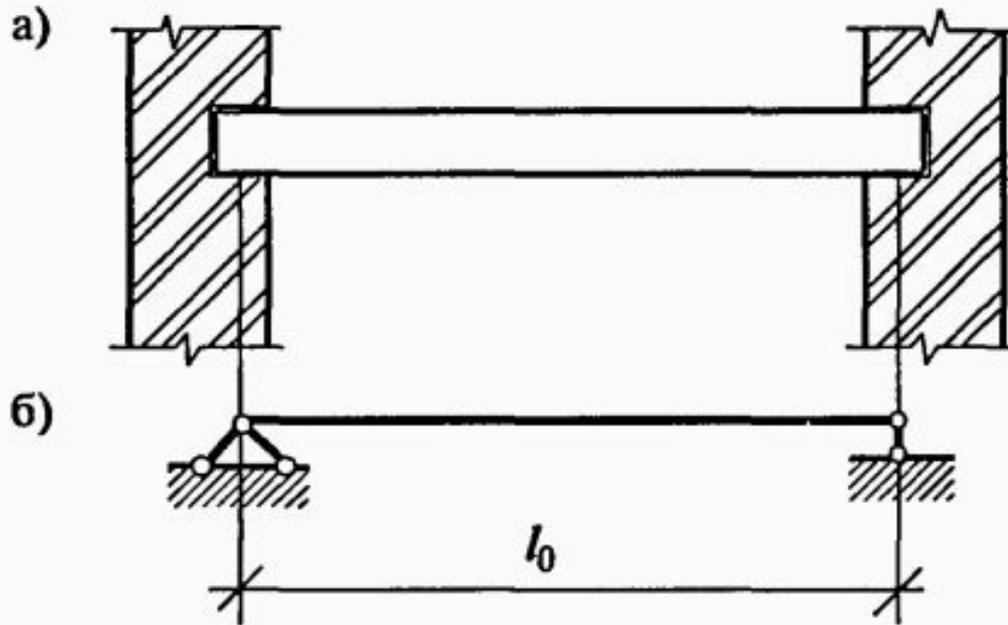
Конструктивные схемы балок:
 а) железобетонной; б) деревянной; в) стальной;
 l_0 — расчетный пролет

Балки. Расчетные схемы

Расчетная схема балки –

идеализированное изображение конструктивной схемы, в которой не отражены свойства, незначительно влияющие на точность расчета

Балки. Конструктивная и расчетная схемы



Вариант опирания железобетонной балки (плиты) на кирпичные стены: а) конструктивная схема; б) расчетная схема

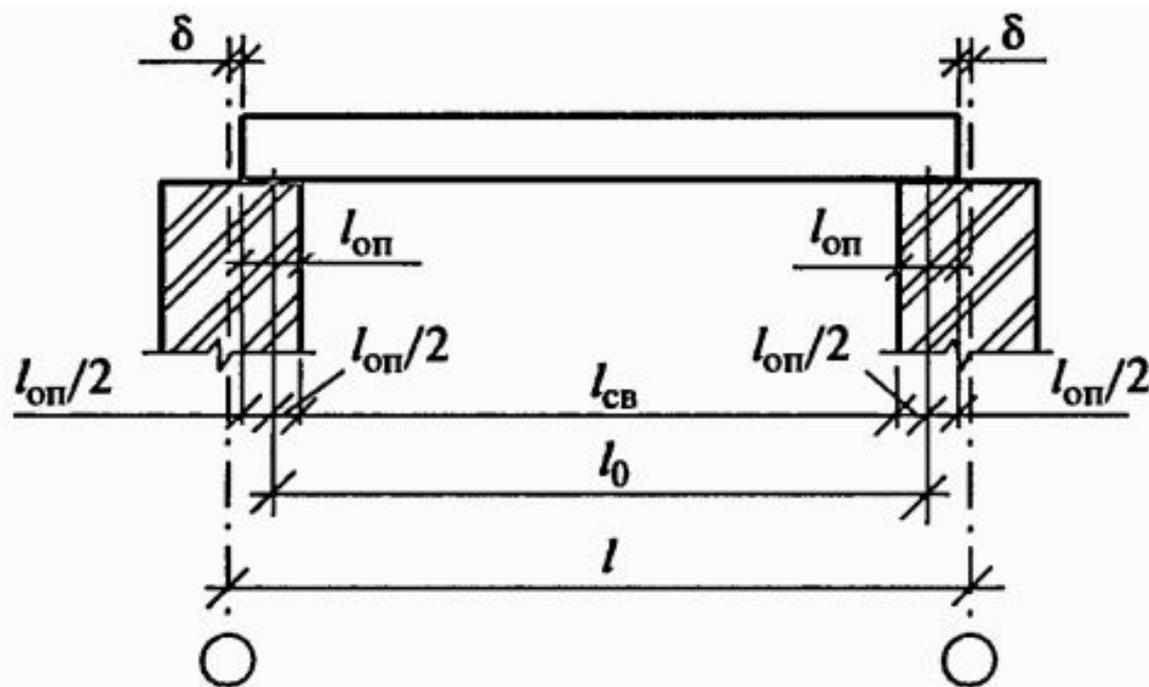


Схема определения расчетного пролета: l – расстояние между разбивочными осями; $l_{\text{св}}$ – расстояние между опорами в свету; l_0 – расчетный пролет; $l_{\text{оп}}$ – опорный участок; δ – расстояние от оси до края элемента

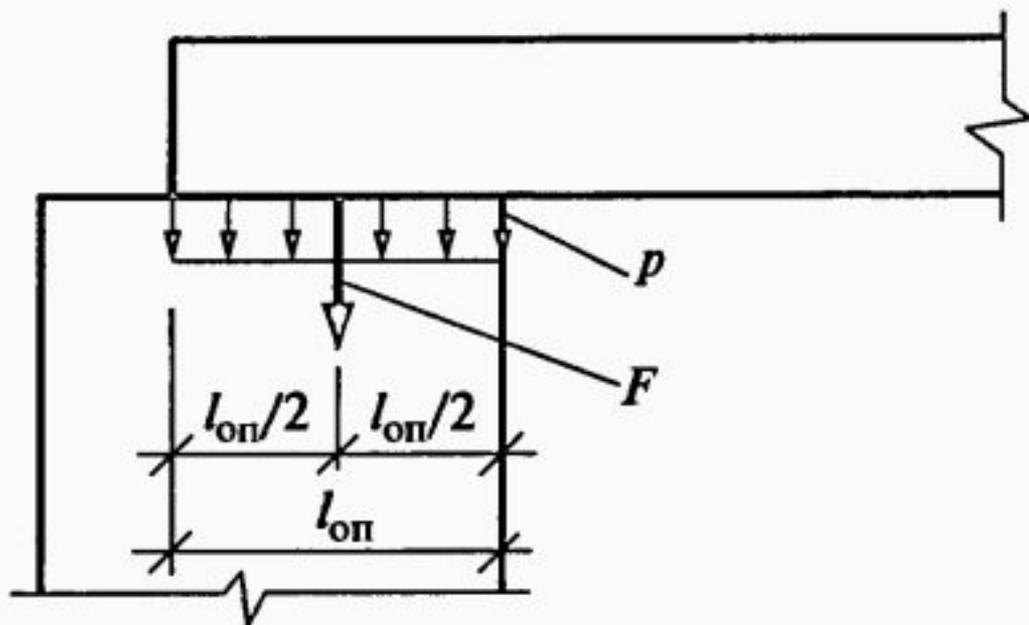


Схема распределения давления под балкой:
 $l_{\text{оп}}$ — длина опорного участка балки

Балки. Простая балка

Простой балкой называют
однопролетную балку на
двух опорах

Балки. Простая балка

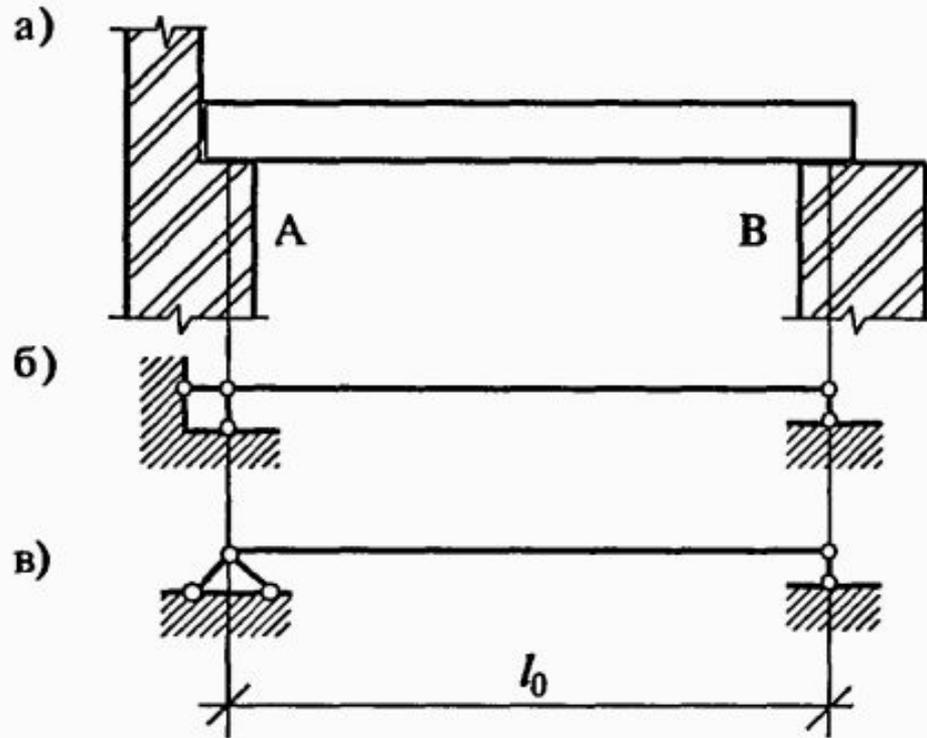


Схема простой балки:

а) конструктивная схема простой балки; б), в) расчетные схемы

Балки. Опоры в схемах

- Шарнирно-подвижная опора (допускается поворот сечения балки на опоре и горизонтальное перемещение конца балки)
- Шарнирно-неподвижная опора (допускается поворот сечения балки на опоре и не допускает никаких линейных перемещений конца балки)
- Жесткая заделка (не допускаются поворот и линейные перемещения)

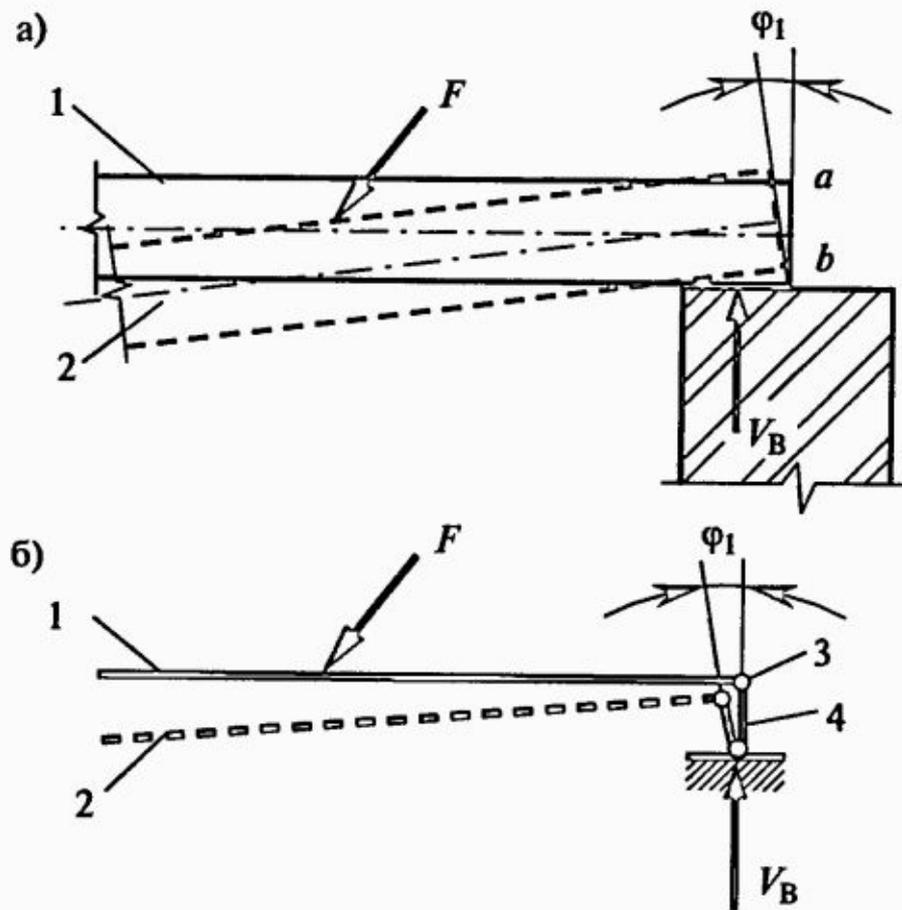


Схема шарнирно-подвижной опоры:
 а) конструктивная схема; б) расчетная схема;
 1 — балка до приложения силы F ; 2 — балка после приложения силы F ;
 3 — шарнир; 4 — опорный стержень

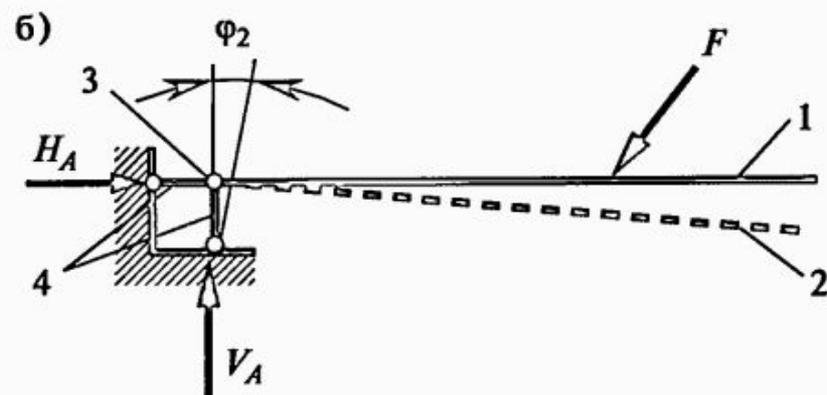
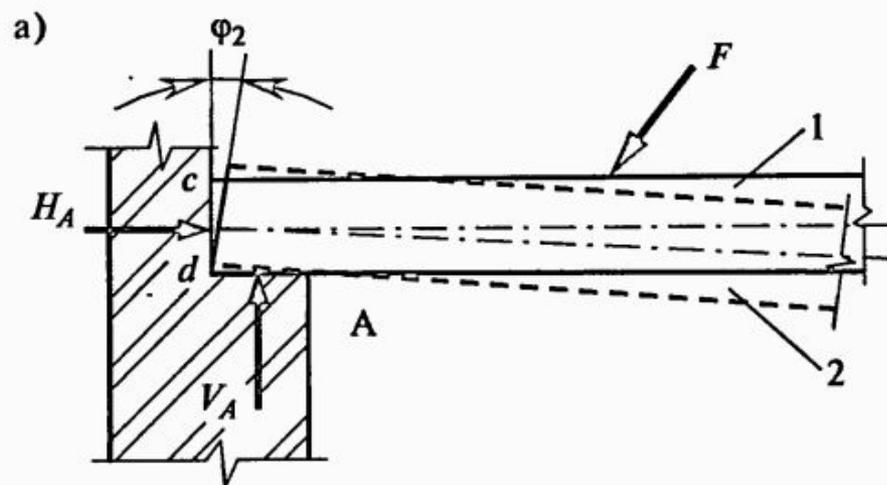
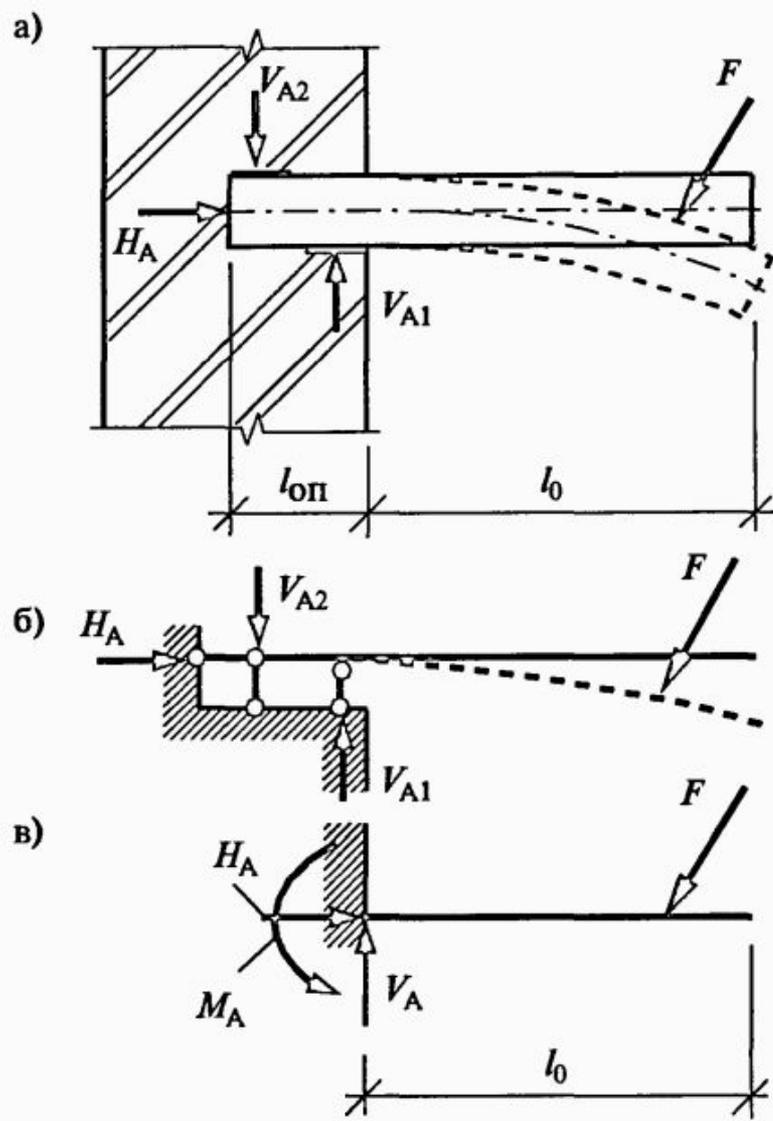


Схема шарнирно-неподвижной опоры:

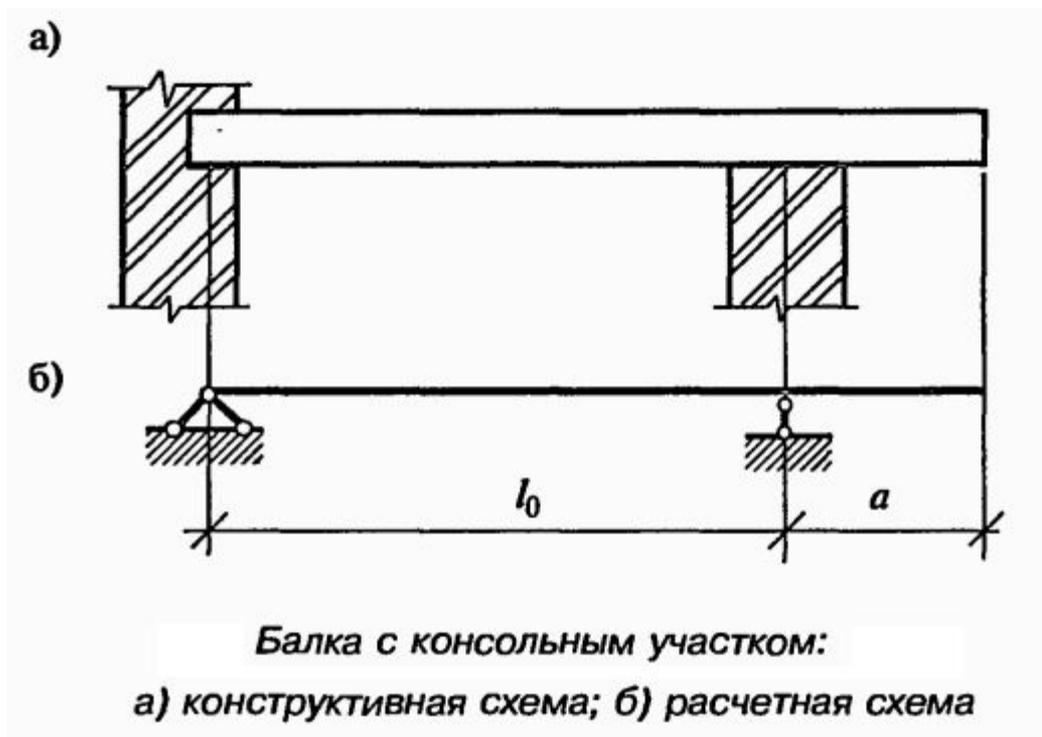
а) конструктивная схема; б) расчетная схема; 1 — балка до приложения силы F ; 2 — балка после приложения силы F ; 3 — шарнир; 4 — опорные стержни



a) конструктивная схема; б), в) расчетные схемы

Балки. Консоль

Балка может иметь один конец свободный, расположенный за опорой - **КОНСОЛЬ**

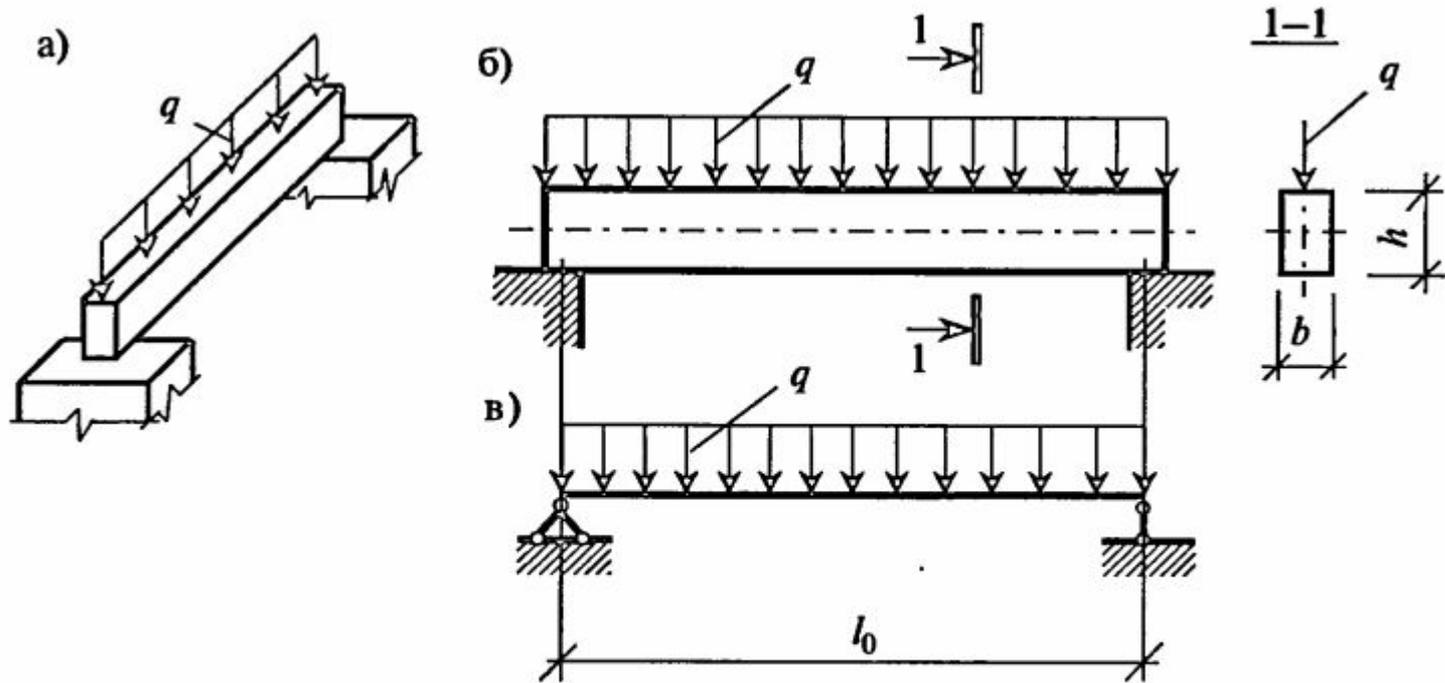


Балки. Работа под нагрузкой

Нагрузки: распределенные и
сосредоточенные (усилие, момент)

Балки работают на изгиб (прямой
(простой) и сложный)

Балки. Работа под нагрузкой



Прямой поперечный изгиб балки от равномерно распределенной нагрузки: а) аксонометрическая схема балки; б) конструктивная схема балки; в) расчетная схема балки

Балки. Прямой изгиб

С геометрической точки зрения:

- искривление оси балки;
- удлинение растянутых (нижних) волокон;
- укорочение сжатых (верхних) волокон;
- неизменность длины нейтральной оси (слоя).

Балки. Прямой изгиб

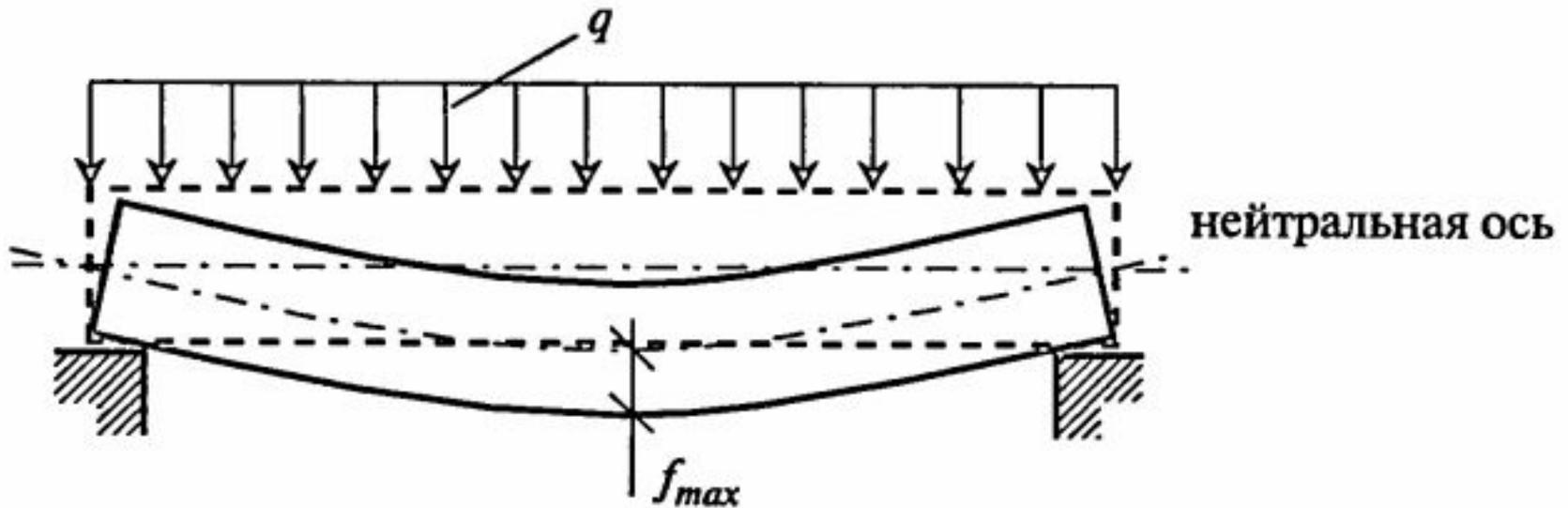


Схема деформации балки

Балки. Прямой изгиб

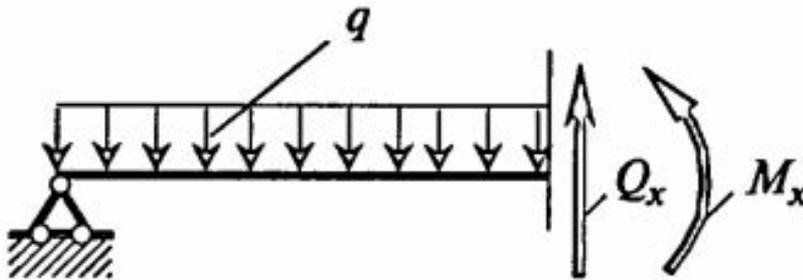
Со статической точки зрения (внутренние усилия по длине балки):

- изгибающий момент M_x ;
- поперечная сила Q_x .

Балки. Работа под нагрузкой

Усилия определяются по правилам строительной механики.

Для равномерно распределенной нагрузки:

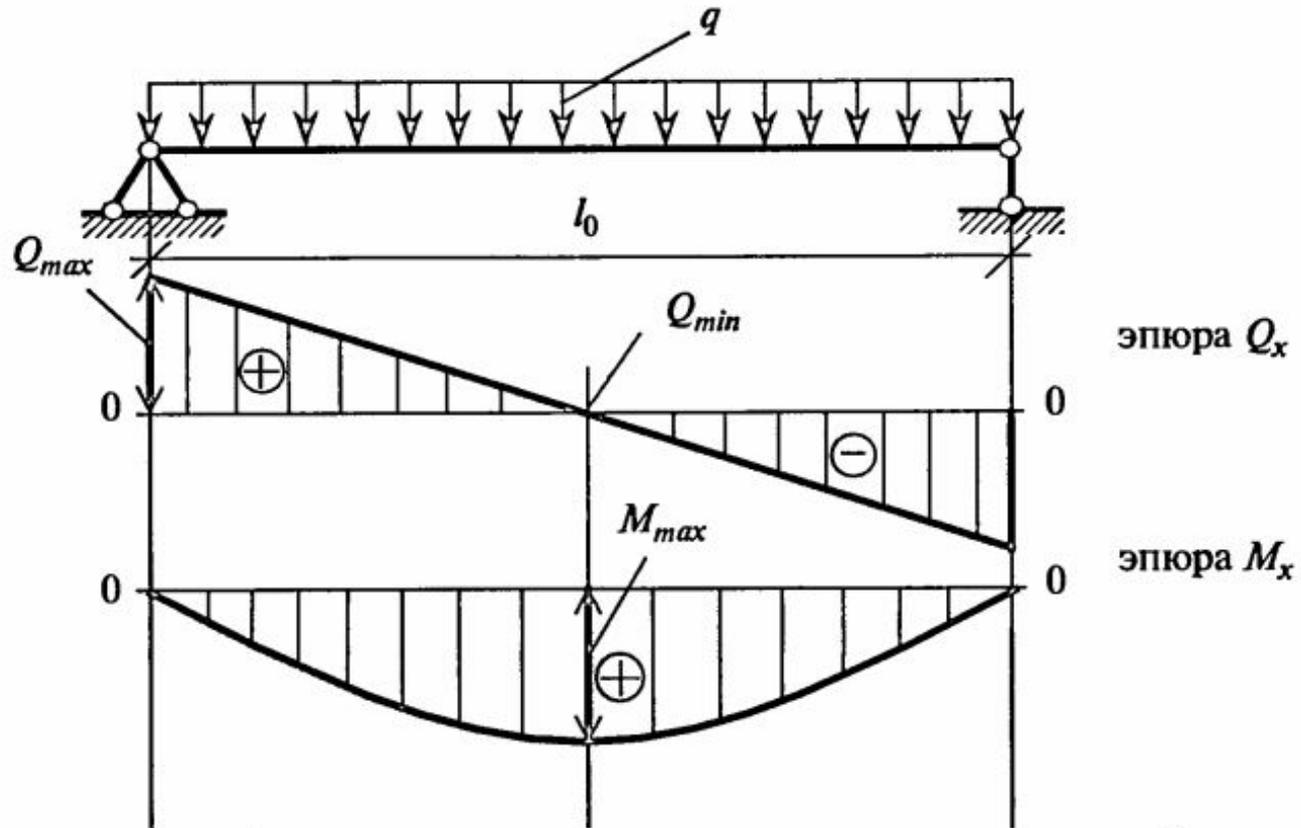


$$M_{max} = \frac{ql_0^2}{8};$$

$$Q_{max} = \frac{ql_0}{2};$$

Внутренние усилия в балке:
изгибающий момент — M_x и поперечная сила — Q_x

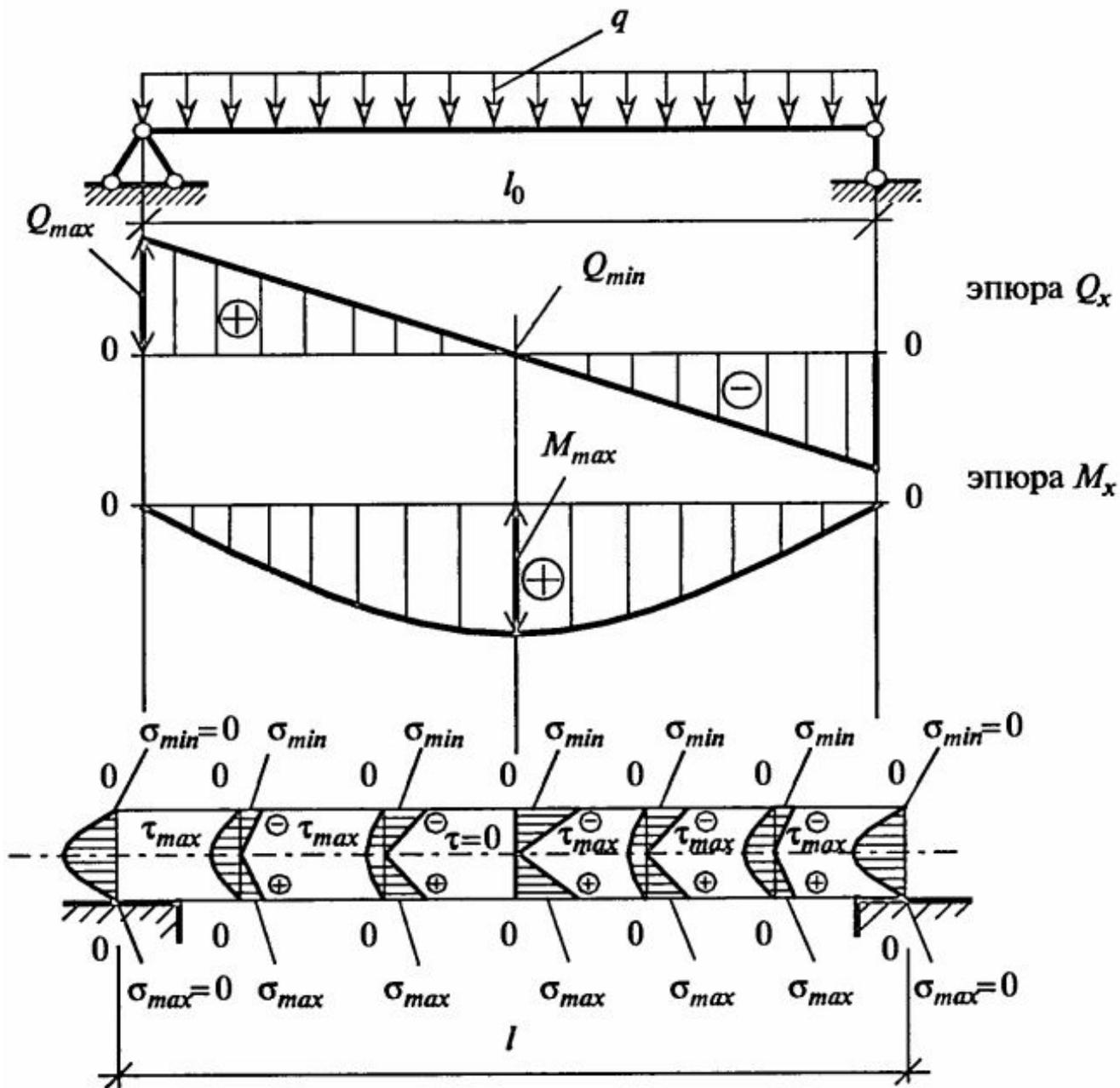
Балки. Прямой изгиб



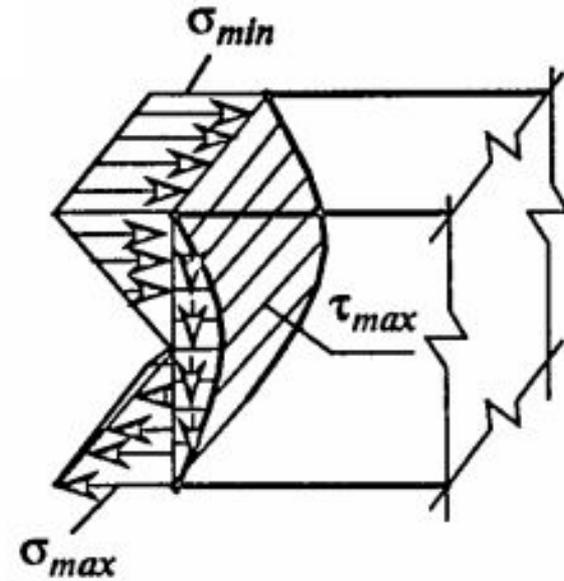
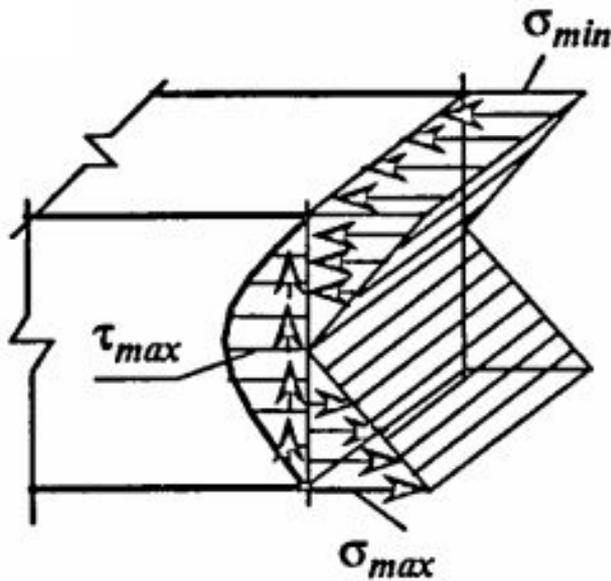
Балки. Прямой изгиб

С точки зрения напряженного состояния:

- Нормальные напряжения
(перпендикулярны к вертикальной плоскости сечения)
- Касательные напряжения (лежат в плоскости сечения)



Балки. Прямой изгиб



Балки. Прямой изгиб

- Нормальные напряжения в любом сечении балки:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x},$$

где M_x — изгибающий момент в рассматриваемом сечении балки;
 W_x — момент сопротивления относительно оси $x-x$, определяется по формулам сопротивления материалов; для профилей стального проката принимается по сортаменту

Балки. Прямой изгиб

- Касательные напряжения в любом сечении балки:

$$\tau_x = \frac{Q_x S_x}{I_x b},$$

где Q_x — поперечная сила в рассматриваемом сечении;

S_x — статический момент сечения, определяется по формулам или таблицам;

I_x — момент инерции сечения, определяется аналогично W_x , S_x ;

b — ширина сечения балки.

Балки. Прямой изгиб

Расчет балок по 1-ому предельному состоянию состоит из проверок расчетных сопротивлений материала на растяжение, сжатие и сдвиг:

- Нормальных напряжений в крайних волокнах (растянутых и сжатых);

$$\text{а) } \sigma_{min} \leq R_{\text{растяжения}};$$

$$\text{б) } \sigma_{max} \leq R_{\text{сжатия}}.$$

- Касательных напряжений $\tau_{max} \leq R_{\text{сдвига}}$

Балки. Прямой изгиб

Расчет балок по 2-ому предельному
состоянию состоит из:

- Для стали и древесины – проверка прогиба
- Для железобетона – проверка прогиба и расчет раскрытия трещин в бетоне

Значения прогибов для различных схем нагружения балок

№ п/п	Схема нагрузки и опоры	Опорные реакции	Изгибающие моменты	Прогибы
1		$R_A = Nb/l,$ $R_B = Na/l$	$M_{x_1} = Nbx_1/l$ $M_{x_2} = Na(l-x_2)/l$ $M_{max} = Nab/l$	$f_{max} = \frac{1}{48} \cdot \frac{NP^3}{EI}$ при $a=l/2$
2		$R_A = ql/2,$ $R_B = ql/2$	$M_{max} = ql^2/8$	$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI}$
3		$R_A = N$	$M_{max} = -Nl$	$f_{max} = \frac{NP^3}{3EI}$
4		$R_A = ql$	$M_{max} = -ql^2/2$	$f_{max} = \frac{ql^4}{8EI}$

Прогибы

- Технологические ограничения
- Конструктивные ограничения
- Физиологические ограничения
- Эстетико-психологические ограничения

Требования установлены в СП