

# Внутренние силы

### 3. Внутренние силы

#### 3.1. Определение внутренних сил.

Между частицами тела **всегда** существуют силы взаимодействия. При деформировании тела изменяются расстояния между частицами, и тогда возникают **дополнительные** силы взаимодействия, которые стремятся вернуть частицы в первоначальное положение.

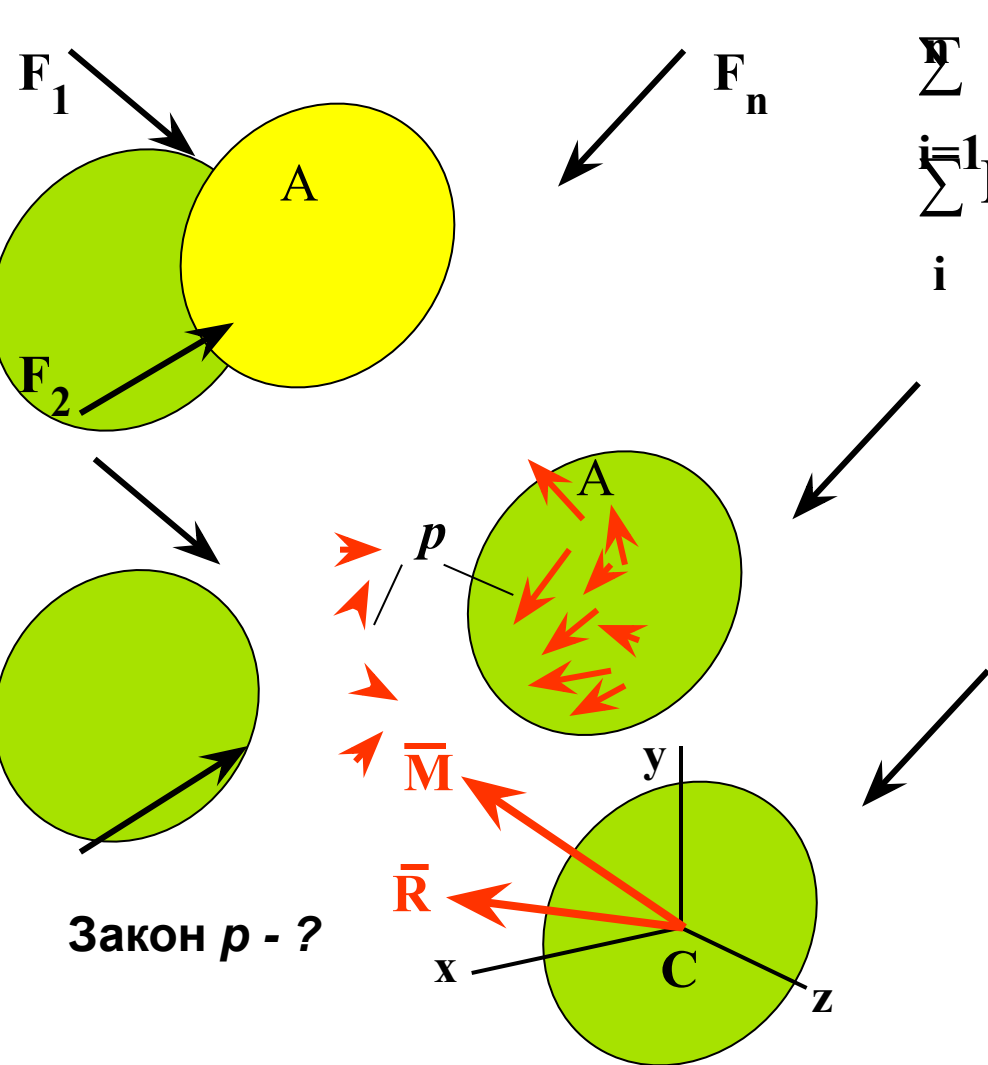
**Силы взаимодействия между частицами тела при его деформировании называются внутренними силами.**

**Без знания значений внутренних сил невозможно проводить оценку работоспособности тела.**

### 3. Внутренние силы.

#### 3.1. Вычисление внутренних сил ( метод сечений ).

Для выявления и определения внутренних сил используют **метод сечений**, который дает возможность внутренние силы перевести в разряд внешних.



$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n F_i &= 0. \\ \sum_{i=1}^n M(F_i) &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Система находится в равновесии

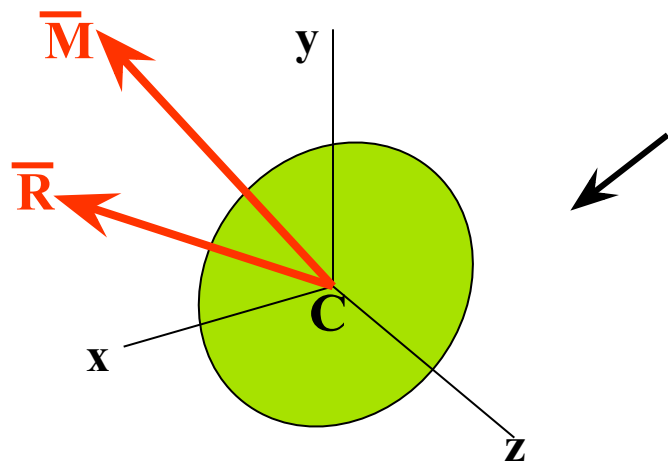
#### Метод сечений:

Разрезали тело поперечным сечением А на 2 части;  
 Внутренние силы  $p$  для каждой из частей стали внешними и потому могут определены из уравнений равновесия для любой из частей.

$\bar{R}$  – главный вектор системы внутренних сил.  
 $\bar{M}$  – главный момент системы внутренних сил.

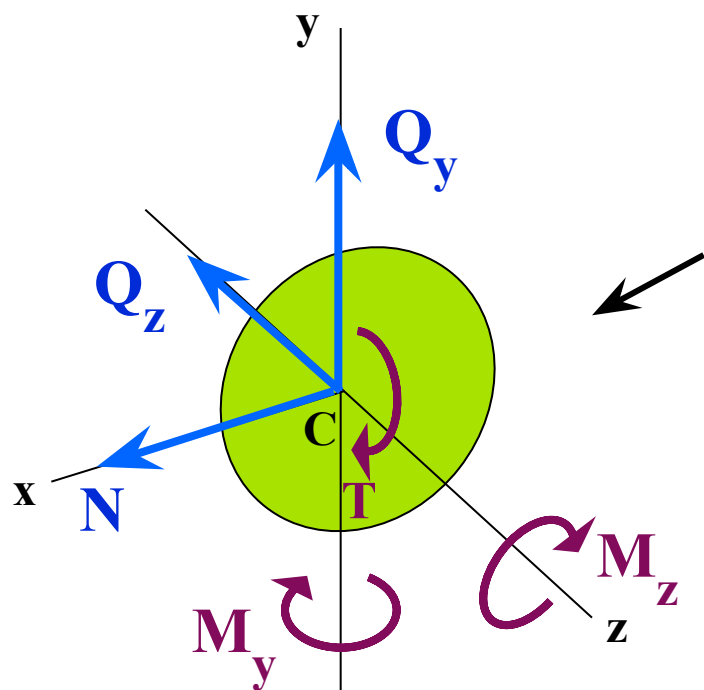
### 3. Внутренние силы.

## Внутренние силовые факторы.



Система векторов  $\bar{R}$  и  $\bar{M}$  эквивалентна системе внутренних сил  $p$ .

Но практическое значение имеют не эти векторы, а их **проекции на оси  $x, y, z$** .  
( $x$  – прод. ось бруса;  $y, z$  – гл. центр. оси)



**Проекции  $\bar{R}$  и  $\bar{M}$  на продольную ось и главные центральные оси называются внутренними силовыми факторами.**

$N$  – продольная сила;

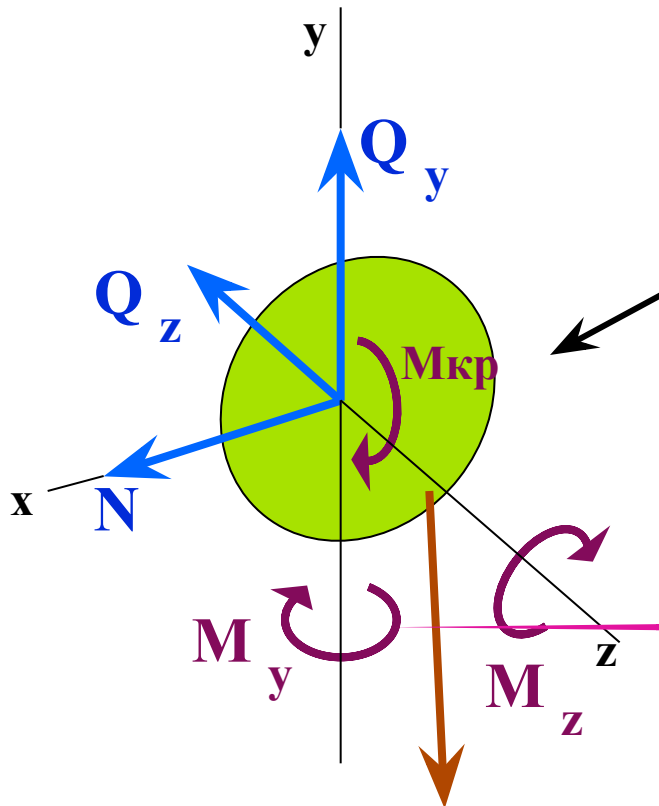
$Q_y$  и  $Q_z$  – поперечные силы;

$M_y$  и  $M_z$  – изгибающие моменты.

$T$  ( $M_{кр}$ ) – крутящий момент.

### 3. Внутренние силы

## Вычисление внутренних силовых факторов.



Оставшаяся (ост) часть  
(любая из 2-х частей, на  
которые разрезали  
брус).

6 внутренних силовых факторов  
определяются из 6 уравнений  
равновесия:

$$\sum X = 0. \quad N + \sum_{\text{ост}} X = 0.$$

$$N = \sum_{\text{ост}} X$$

$$\sum Y = 0. \quad Q_y + \sum_{\text{ост}} Y = 0.$$

$$Q_y = \sum_{\text{ост}} Y$$

$$\sum Z = 0. \quad Q_z + \sum_{\text{ост}} Z = 0. \quad Q_z = \sum_{\text{ост}} Z$$

$$\sum M_x = 0. \quad M_{кр} + \sum_{\text{ост}} M_x = 0. \quad M_{кр} = \sum_{\text{ост}} M_x$$

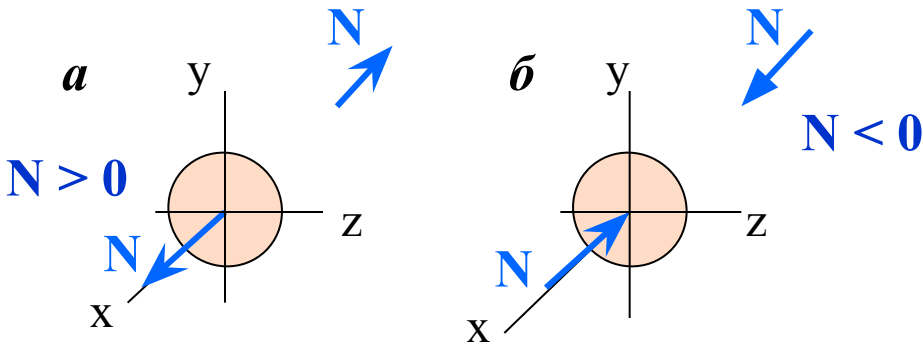
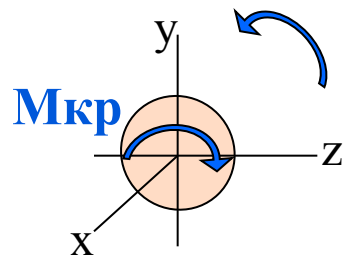
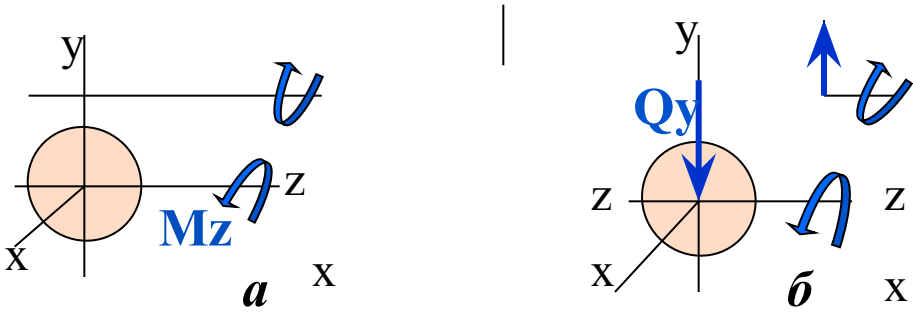
$$\sum M_y = 0. \quad M_y + \sum_{\text{ост}} M_y = 0. \quad M_y = \sum_{\text{ост}} M_y$$

$$\sum M_z = 0. \quad M_z + \sum_{\text{ост}} M_z = 0. \quad M_z = \sum_{\text{ост}} M_z$$

Для плоской системы сил остаются 3 уравнения равновесия.

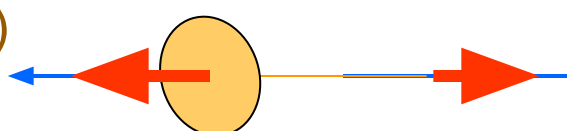
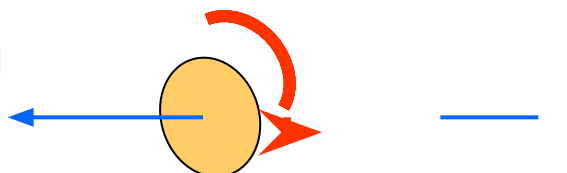
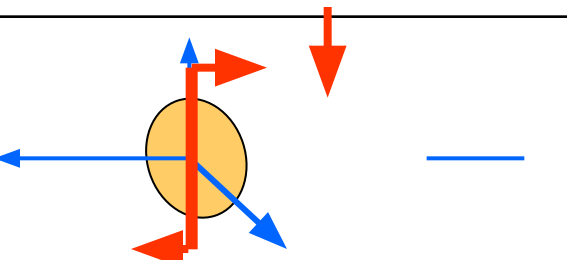
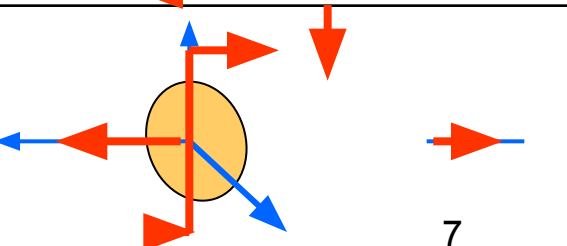
3. Внутренние силы

Виды нагружения – определяются внутр. сил. факторами.

1 Внутренние силовые факторы	2. Вид нагружения	3
 <p><i>a</i> <math>N &gt; 0</math></p> <p><i>б</i> <math>N &lt; 0</math></p>	<p><i>a</i> – растяжение</p> <p><i>б</i> - сжатие</p>	
 <p><math>M_{кр}</math></p>	<p>кручение</p>	
 <p><i>a</i> <math>M_z</math></p> <p><i>б</i> <math>Q_y</math></p>	<p>Изгиб</p> <p><i>a</i>– чистый</p> <p><i>б</i>- прямой</p>	
<p>Сочетание различных внутренних силовых факторов</p>	<p>Сложное нагружение</p>	

### 3. Внутренние силы

#### К видам нагружения (продолжение таблицы).

1 Внутр. сил. ф.	2 Вид нагружения	3 Способ приложения нагрузки
Продольная сила $N$	Растяжение — сжатие	Линия действия сил (или равнодействующей) совпадает с продольной осью бруса 
Крутящий момент $M_{кр} (T)$	Кручение	Силовая плоскость совпадает с поперечным сечением 
Изгибающий момент $M_{изг}$ ( $M_z$ или $M_y$ )	Изгиб	Силовая плоскость совпадает с главной центр.плоскостью 
Сочетание различных вн.сил.ф.	Сложное нагружение	<i>Например:</i> Изгиб + растяжение 

### 3. Внутренние силы

#### Эпюры внутренних силовых факторов.

Внутренний силовой фактор (**в.с.ф.**) вычисляется в каком – то конкретном сечении бруса.

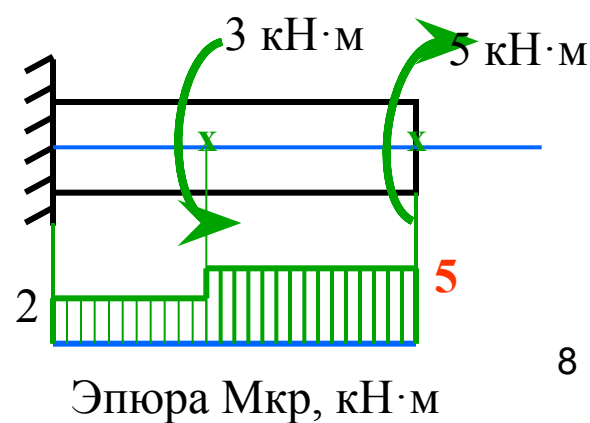
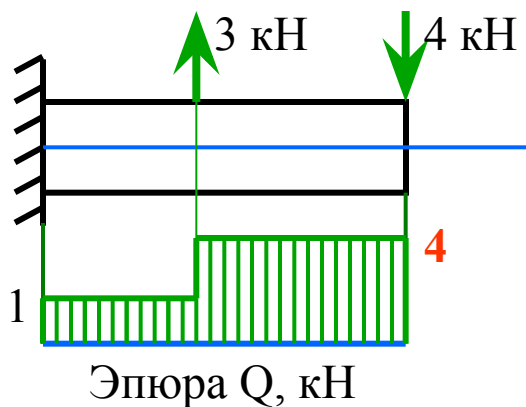
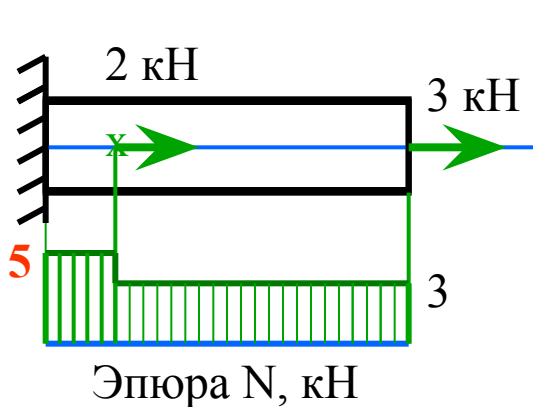
**График изменения** внутреннего силового фактора по длине бруса называется **эпюрой в.с.ф.**

*Эпюра N; эпюра Mкр; эпюра Q; эпюра Mизг.*

Эпюра строится для нахождения опасного сечения.

**Опасное сечение** – это поперечное сечение с максимальным (max) значением в.с.ф.

По **опасному сечению** оценивается **работоспособность** (прочность или жесткость) элемента конструкции.





### 3. Внутренние силы

#### Итог по теме «Внутренние силы»

