

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной  
технический университет»

Архитектурно-строительный институт  
Кафедра Строительные конструкции

# Металлические конструкции, включая сварку

## *Часть 1 Элементы и соединения*

Ауд. 6-313      Порываев Илья Аркадьевич – к.т.н., доцент

# ***Лекция 5 Болтовые соединения. Общие сведения, классификация. Основы расчета***

1. Общие сведения и классификация болтовых соединений металлических конструкций
2. Работа и расчет болтовых соединений
3. Основы конструирования болтовых соединений

***Общие сведения и  
классификация болтовых  
соединений металлических  
конструкций***

# Болтовые соединения



# *Болтовые соединения*



# *Болтовые соединения*



# *Болтовые соединения*



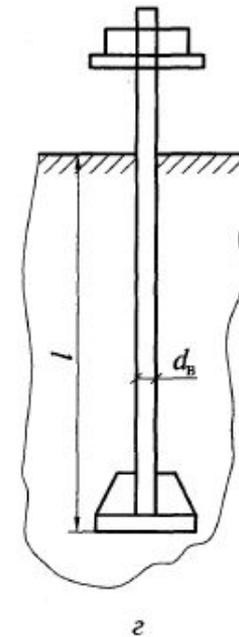
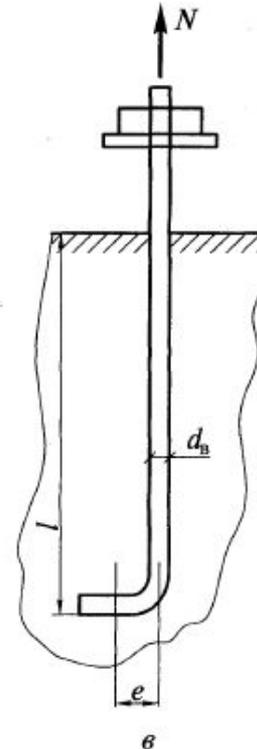
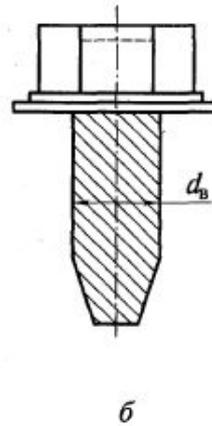
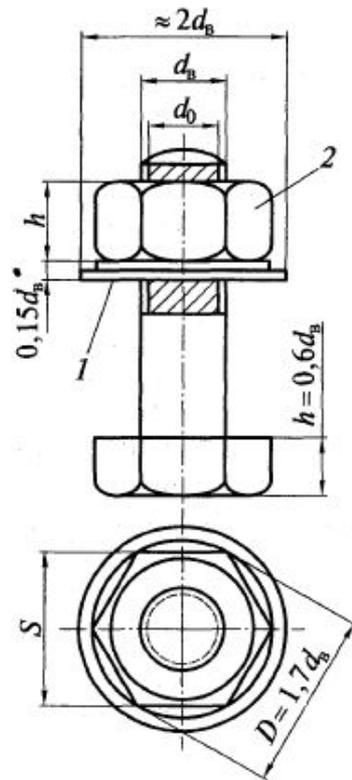
# Болты в строительных конструкциях

Обычной  
прочности

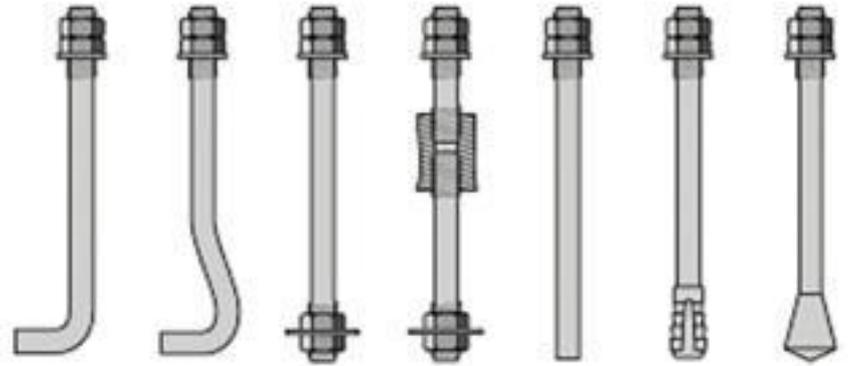
Самонарезающие

Высокопрочные

Фундаментные  
(анкерные)



# Болты в строительных конструкциях



# Класс точности болта

Определяет допуск на отклонение диаметра болта от номинала

**A**

Повышенной  
точности

$\leq 0,3 \text{ мм}$

**B**

Нормальной  
точности

$\leq 0,52 \text{ мм}$

**C**

Грубой  
точности

$\leq 1 \text{ мм}$

Максимальное  
отклонение  
 **$0,3 \text{ мм}$**

Устанавливают в отверстия  
диаметр которых на  **$2-3 \text{ мм}$**   
больше номинального  
диаметра болта

# *Класс прочности болта*

*5.6; 5.8; 8.8; 10.9; 12.9*

*X.Y*

*X\*10*  
временное  
сопротивление  
(кН/см<sup>2</sup>)

*X\*Y*  
предел текучести  
(кН/см<sup>2</sup>)

# *Номинальный диаметр болта*

*M16; M(18); M20; M(22); M24; M(27);  
M(30); M36; M42; M48*

## *Фундаментные болты*

*12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 56, 64,  
72, 80, 90, 100, 110, 125, 140*

# *Классификация болтовых соединений*

*По количеству болтов*

*Одноболтовые*

*Многоболтовые*

*По способу передачи усилия*

*Несдвигоустойчивые (срезные)*

*Сдвигоустойчивые  
(фрикционные)*

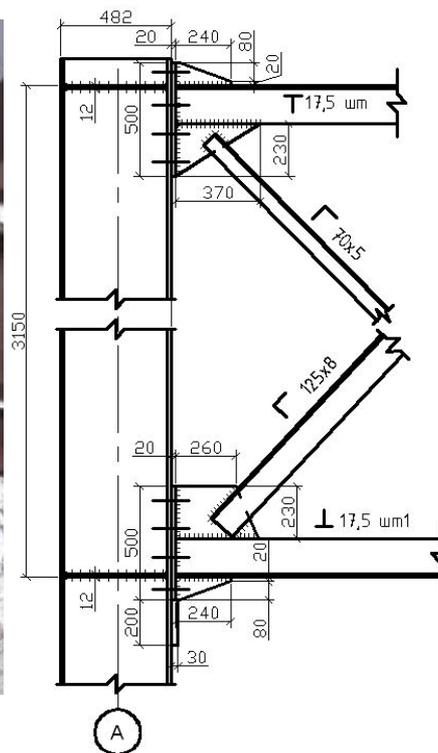
*Фрикционно-срезные*

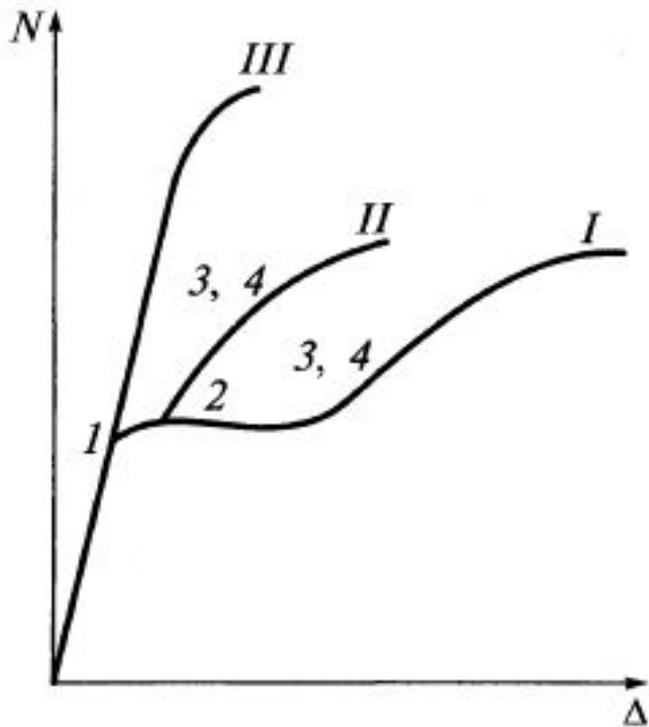
# ***Работа и расчет болтовых соединений***

# Работа болтового соединения

Сдвиг

Растяжение





I – болты грубой и нормальной точности

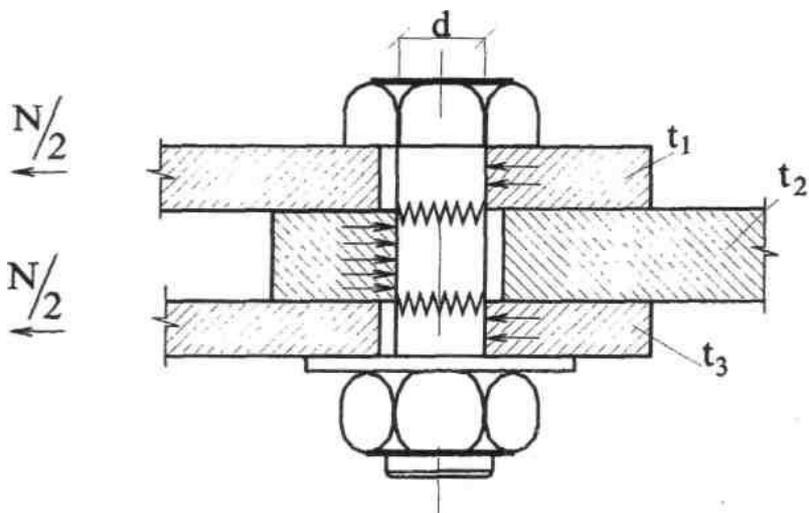
II – болты повышенной точности

III – высокопрочные болты

1 – силы трения между соединяемыми элементами не преодолены, сдвига не происходит, упругая работа

2 – силы трения преодолены, сдвиг всего соединения на величину зазора между поверхностями отверстия и стержнем болта

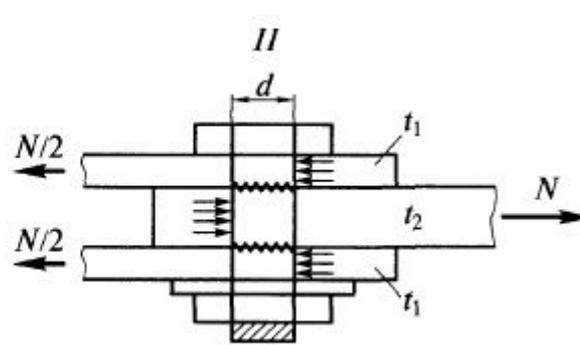
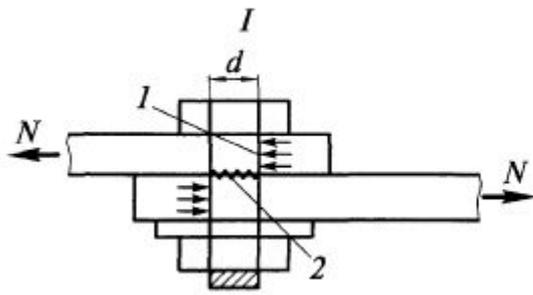
3 – усилие передается давлением поверхности отверстия на стержень болта. Стержень болта и края отверстия обминаются.



Болт растягивается и изгибается

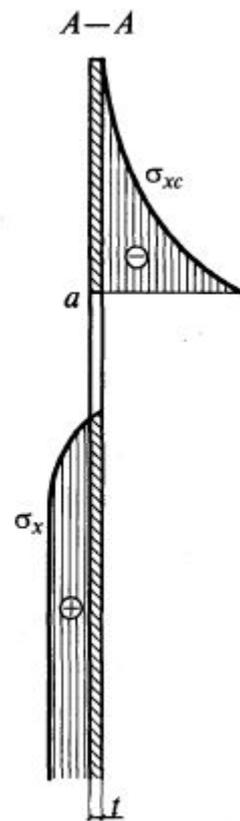
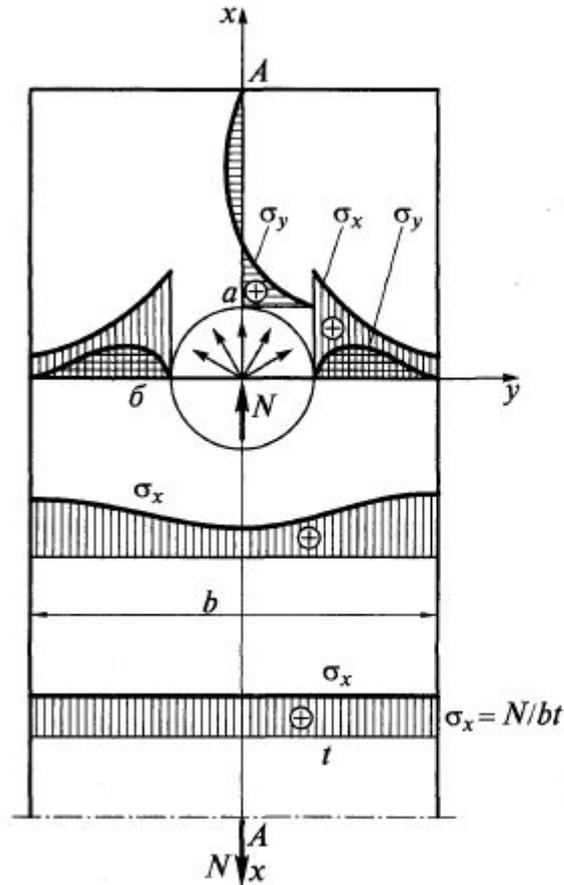
4 – упругопластическая работа, разрушение соединения в результате

- Среза болта;
- Смятия или выкола одного из соединяемых элементов



**Болты  
обычной  
прочности**

**Срез болта**



$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c$$

**Смятие поверхности  
соединяемых элементов**

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c$$

**Количество болтов**

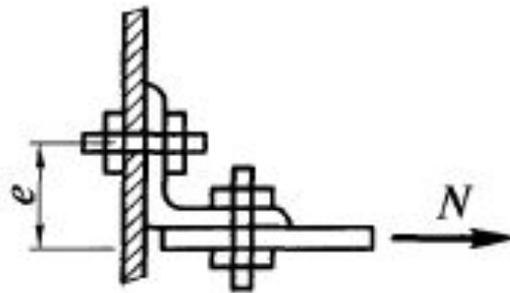
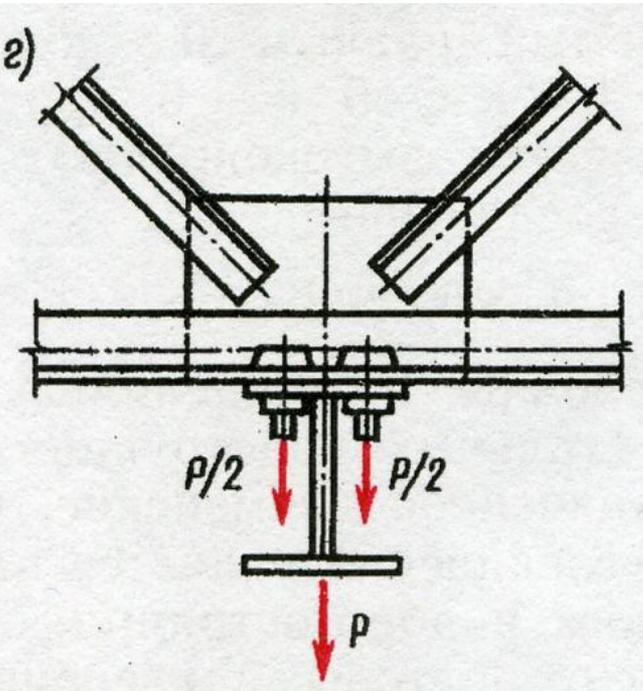
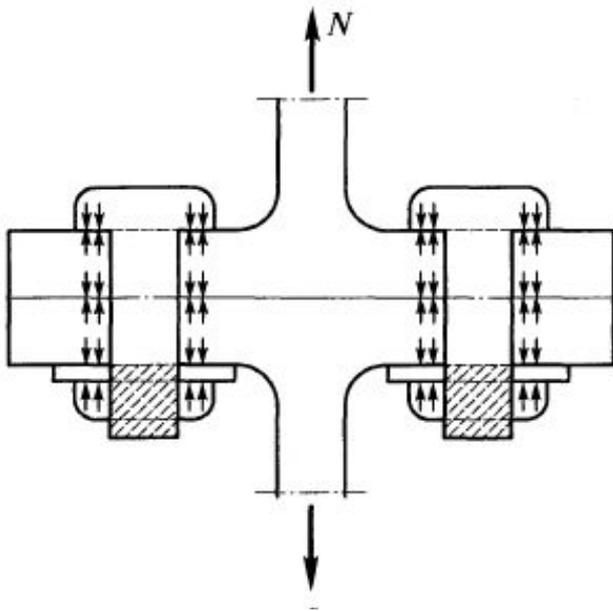
$$n \geq \frac{N}{N_{b,\min}}$$

# Болты обычной прочности

## Растяжение болта

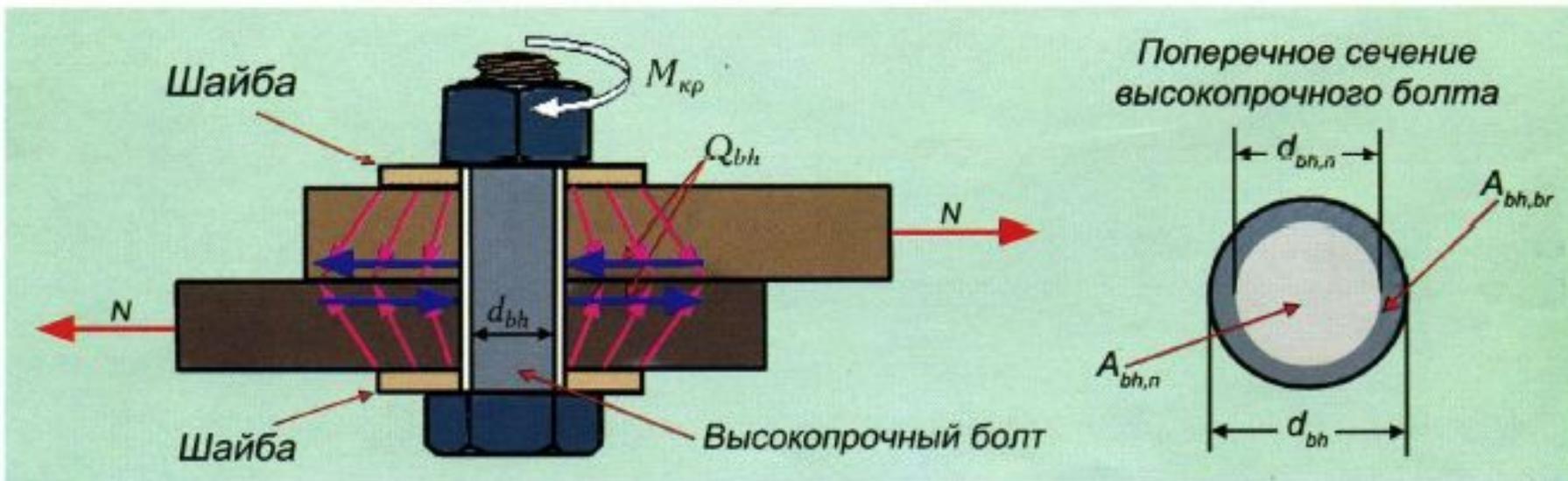
$$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c$$

$$n \geq \frac{N}{N_{b,\min}}$$



При расчете элементов учитывают ослабление сечения отверстиями

## Высокопрочные болты (фрикционные соединения)



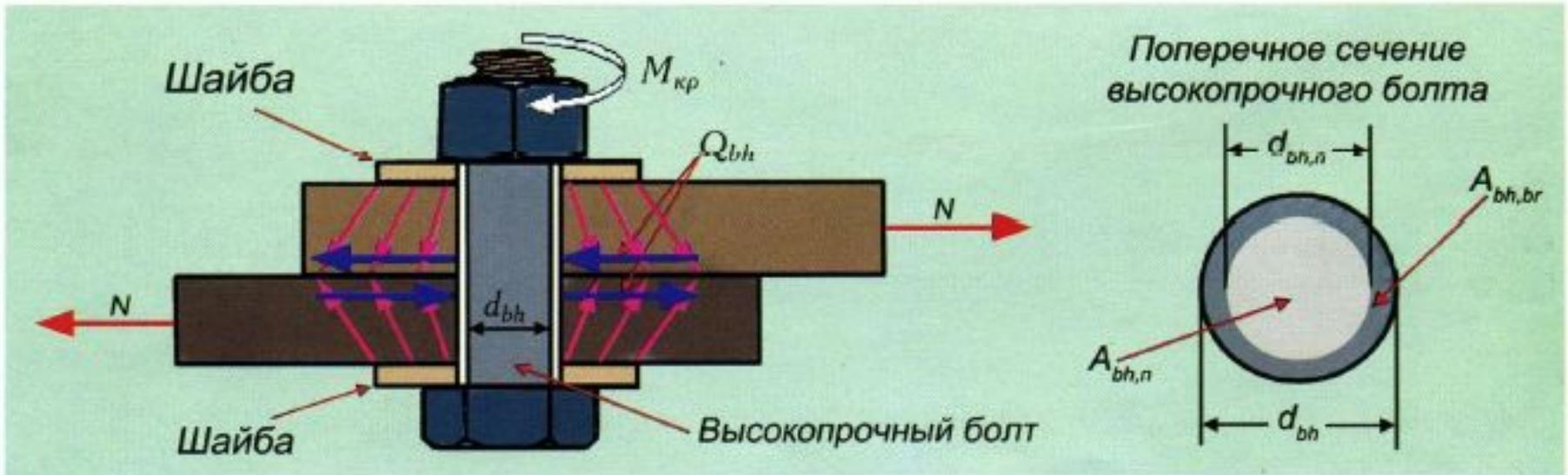
Во фрикционных соединениях усилие передается за счет сил трения, которые возникают между соприкасающимися поверхностями соединяемых элементов. При этом выполняют:

- Контроль натяжения болта (по моменту закручивания; по углу поворота гайки)
- Предварительную подготовку поверхностей соединяемых элементов (обработку различными способами – очистка стальными щетками, дробеметный способ, газопламенный и т.д.)

# Высокопрочные болты (фрикционные соединения)



# Высокопрочные болты (фрикционные соединения)



Усилие, которое может быть  
воспринято каждой плоскостью  
трения элементов, стянутых одним  
болтом

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \cdot A_{bh,n} \cdot \mu}{\gamma_h}$$

Требуемое количество болтов

$$n \geq \frac{N}{Q_{bh} \cdot k \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c}$$

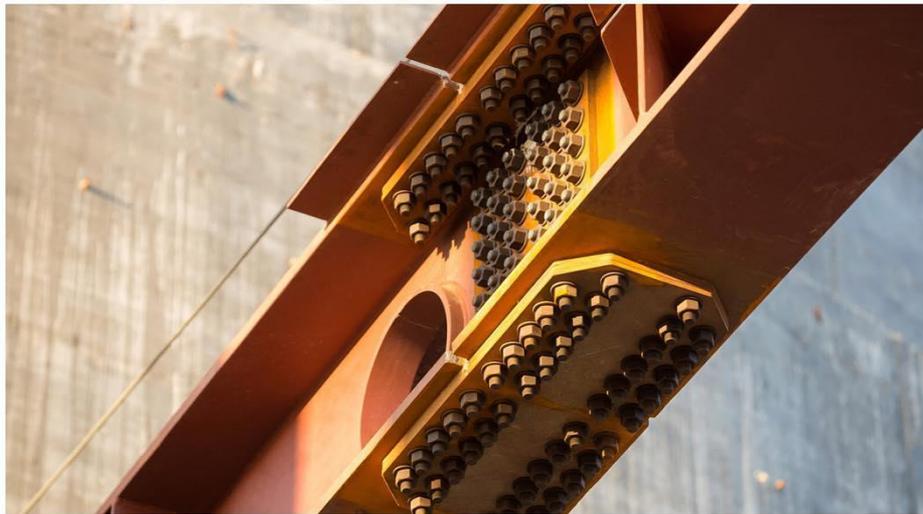
***Основы  
конструирования  
болтовых соединений***

# *Типы болтовых соединений и общие требования*

## Болтовое соединение

Стык

Прикрепление



## *Типы болтовых соединений и общие требования*

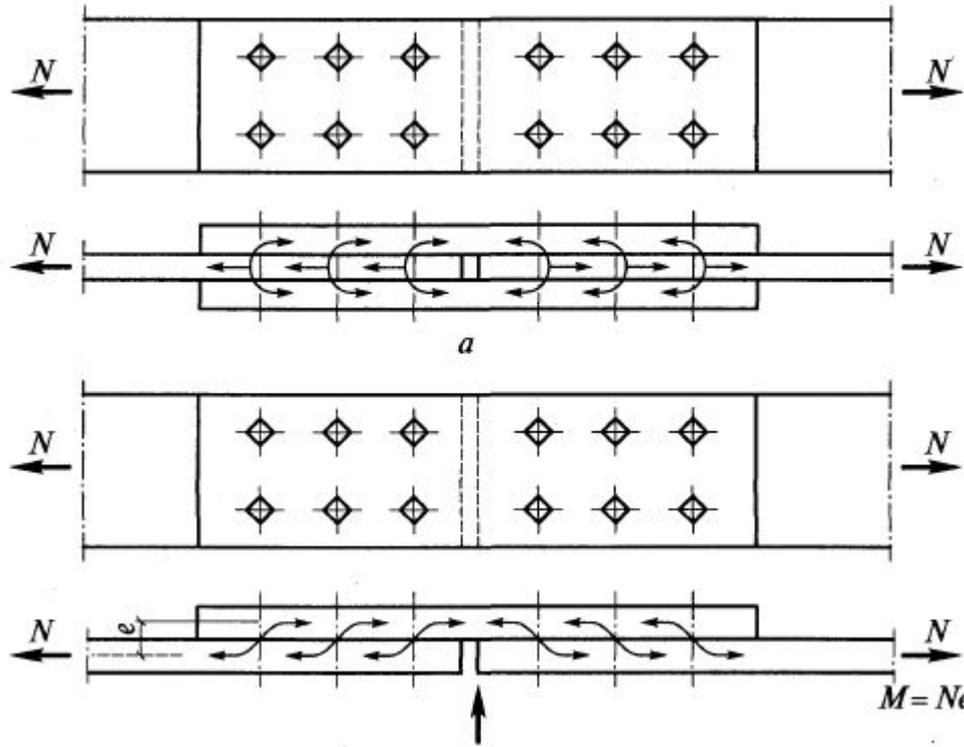
### Симметричность соединения

Болты одного диаметра в пределах одного конструктивного элемента

Минимальное число диаметров в пределах проекта

Наиболее применимы в обычных конструкциях  $d = 20 \dots 24$  мм, в тяжелых конструкциях  $d = 24 \dots 30$  мм

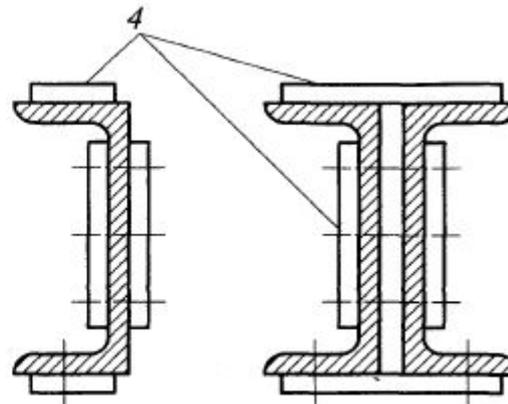
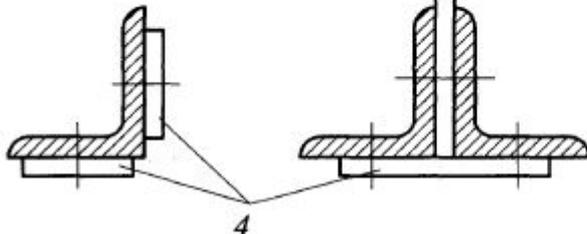
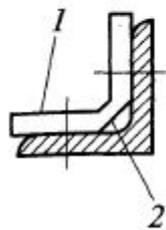
# Типы болтовых соединений и общие требования



*a*

*a*

*б*



## ***Размещение болтов в соединении***

Наилучшая передача усилия с одного элемента на другой кратчайшим путем при одновременном обеспечении удобства выполнения соединения

В стыках и узлах прикрепления болты располагают на минимальных расстояниях

В малонагруженных соединениях (конструктивных) на максимальных расстояниях

## ***Размещение болтов в соединении***

В соединении болты располагают по прямым линиям – ***рискам*** (параллельны действующему усилию)

Расстояние между двумя смежными рисками - ***дорожка***

Расстояние между двумя смежными по риске болтами - ***шаг***

Положения рисок на профильных элементах приведены в справочниках

# Размещение болтов в соединениях

