



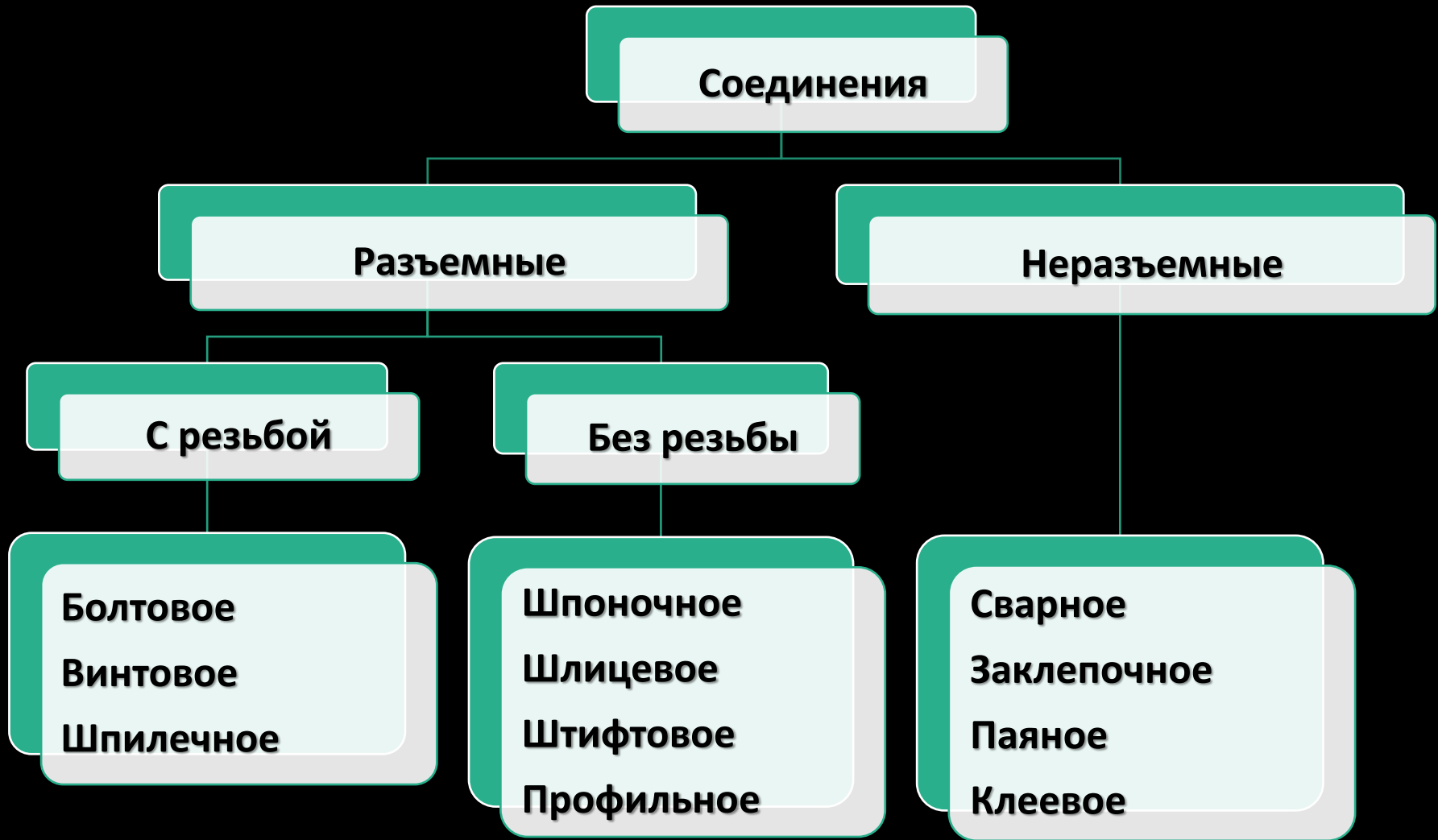
Московский государственный
университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского (ПКУ)

«Детали машин и цифровая среда проектирования»

**Соединения деталей. Неразъемные соединения.
Разъемные соединения.**

Завалишин Игорь Владимирович
кандидат технических наук, доцент

Виды соединений



Сварные соединения



Достоинства

Малый вес соединения

Меньшая трудоемкость выполнения, чем у разъемных соединений

Высокая прочность при статическом нагружении

Высокая технологичность

Герметичность сплошного шва

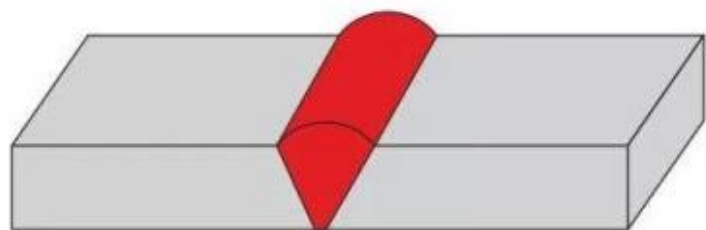
Недостатки

Хорошо свариваются только малоуглеродистые стали

Зависимость качества шва от исполнителя и трудность контроля

Сопротивление сварных соединений усталости понижено вследствие наличия в швах концентраторов напряжений – трещин, непроваров

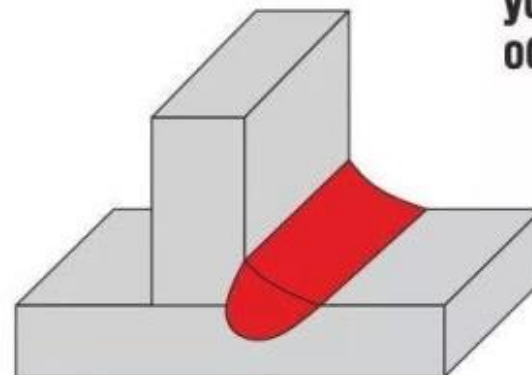
Классификация сварных соединений



условное
обозначение



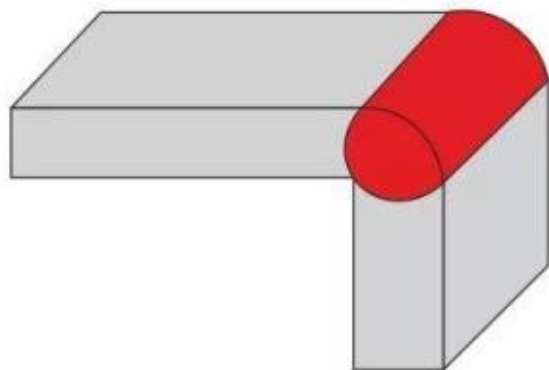
СТЫКОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ



условное
обозначение



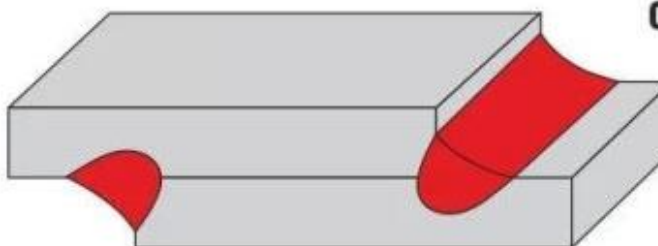
ТАВРОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ



условное
обозначение



УГЛОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ



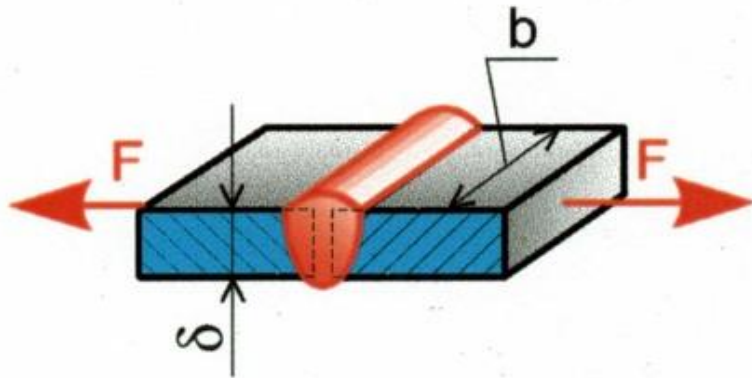
условное
обозначение



НАХЛЕСТОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Расчет сварных стыковых швов на прочность

РАСТЯЖЕНИЕ



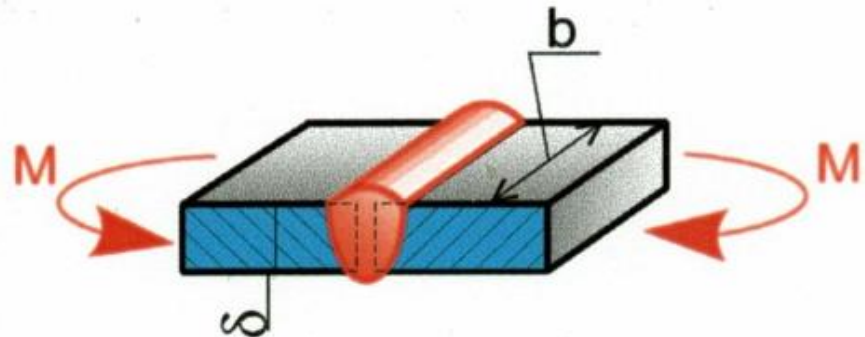
$$\sigma_p = F/A_c \leq [\sigma']_p,$$

$$\text{где } A_c = b \cdot \delta.$$

ИЗГИБ

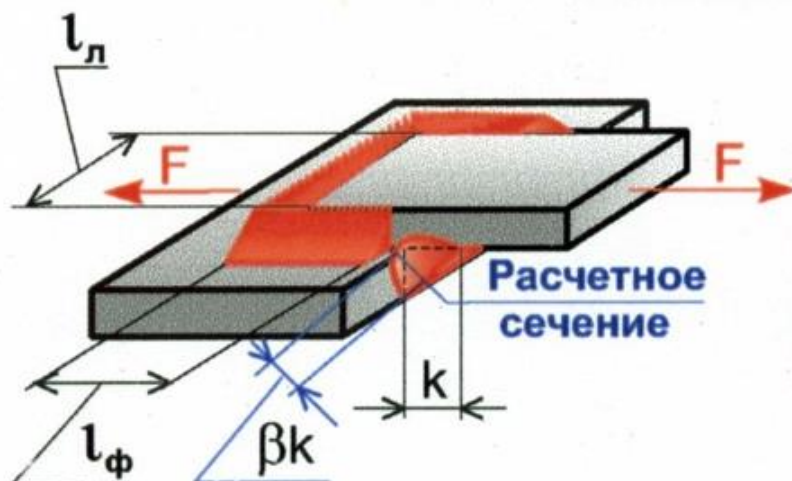
$$\sigma_{\text{и}} = M/W_x \leq [\sigma']_p,$$

$$\text{где } W_x = \delta \cdot b^2 / 6.$$



Расчет сварных нахлесточных швов на прочность

РАСТЯЖЕНИЕ



$$\tau = F/A_c \leq [\tau']_c,$$

где $A_c = \beta \cdot k(2l_n + 2l_\phi).$

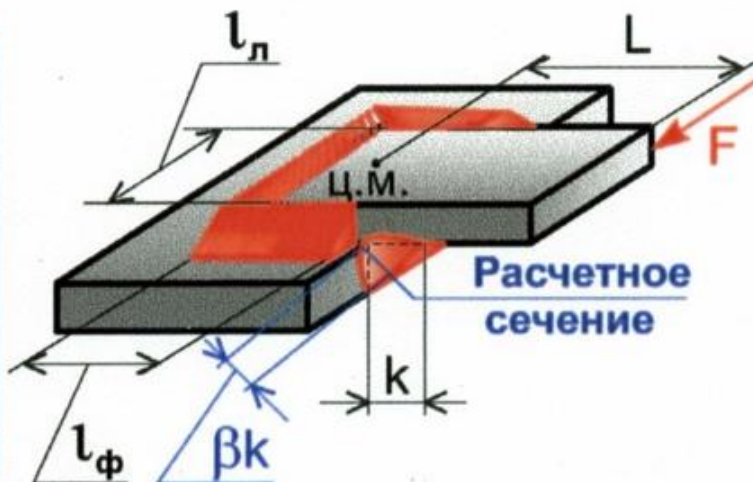
ИЗГИБ

$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} \leq [\tau']_c,$$

где $\tau_1 = F/A_c;$ $\tau_2 = M/W_x;$

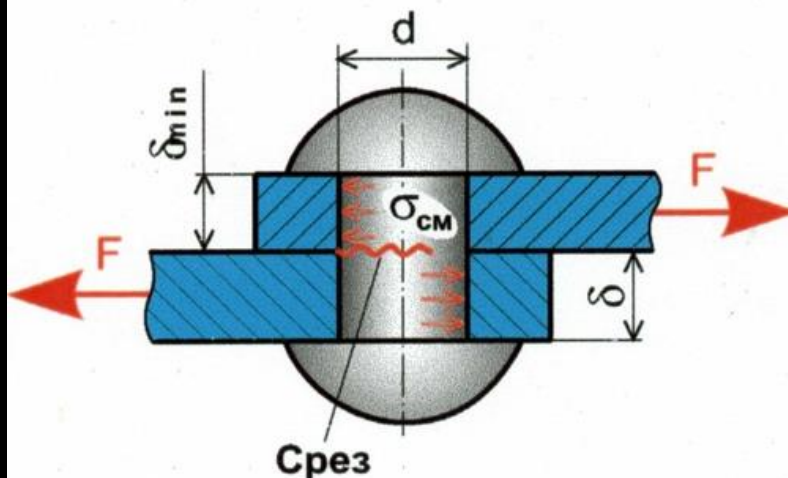
$M = F \cdot L;$ $A_c = \beta \cdot k(2l_n + 2l_\phi);$

$W_x = 2\beta \cdot k \cdot l_n^2/6 + 2\beta \cdot k \cdot l_n(l_\phi + k).$



Расчет заклепочных соединений на прочность

Односрезное соединение - $i = 1$



Срез

$$\tau_c = \frac{F}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot i} = [\tau]_c$$

Смятие

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{\delta_{min} \cdot d} \leq [\sigma]_{cm}$$

Двухсрезное соединение - $i = 2$

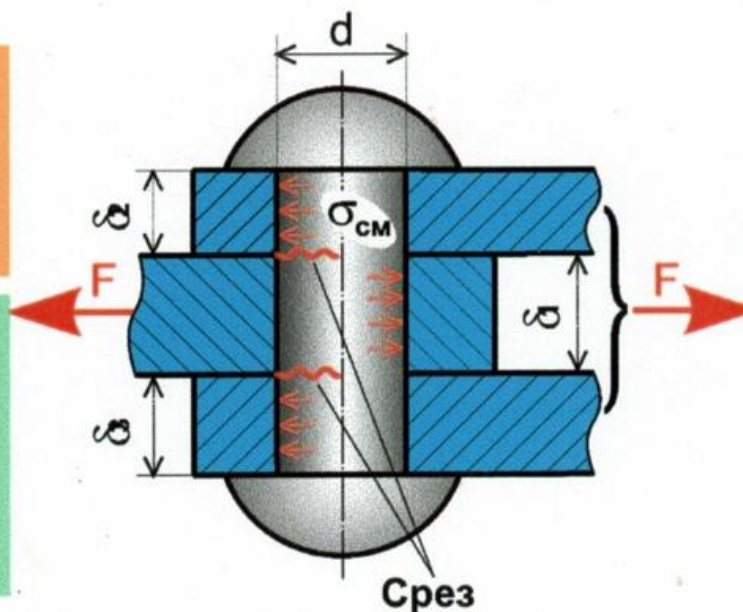
Срез

$$\tau_c = \frac{F}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot i} \leq [\tau]_c$$

Смятие

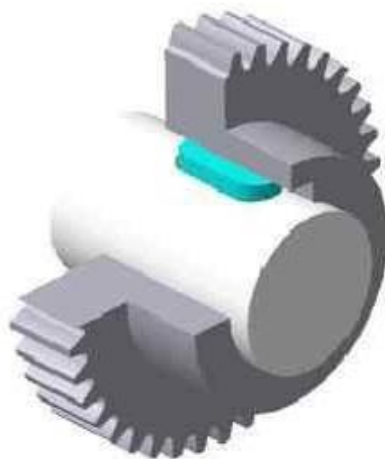
$$\sigma_{cm} = \frac{F}{\delta_{min} \cdot d} \leq [\sigma]_c,$$

где $\delta_{min} = \min\{\delta_1, (\delta_2 + \delta_3)\}$

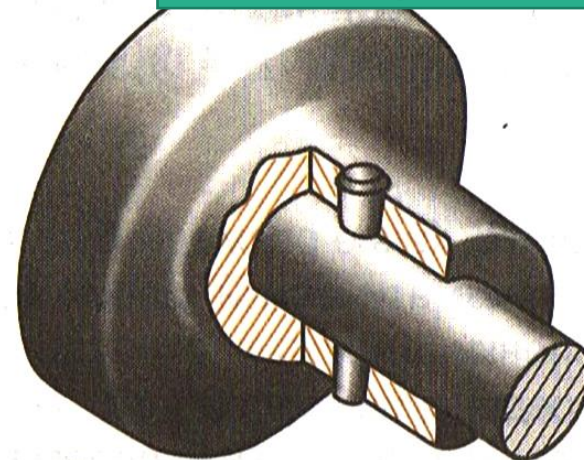


Соединения типа «Вал-ступица»

Шпоночное



Штифтовое



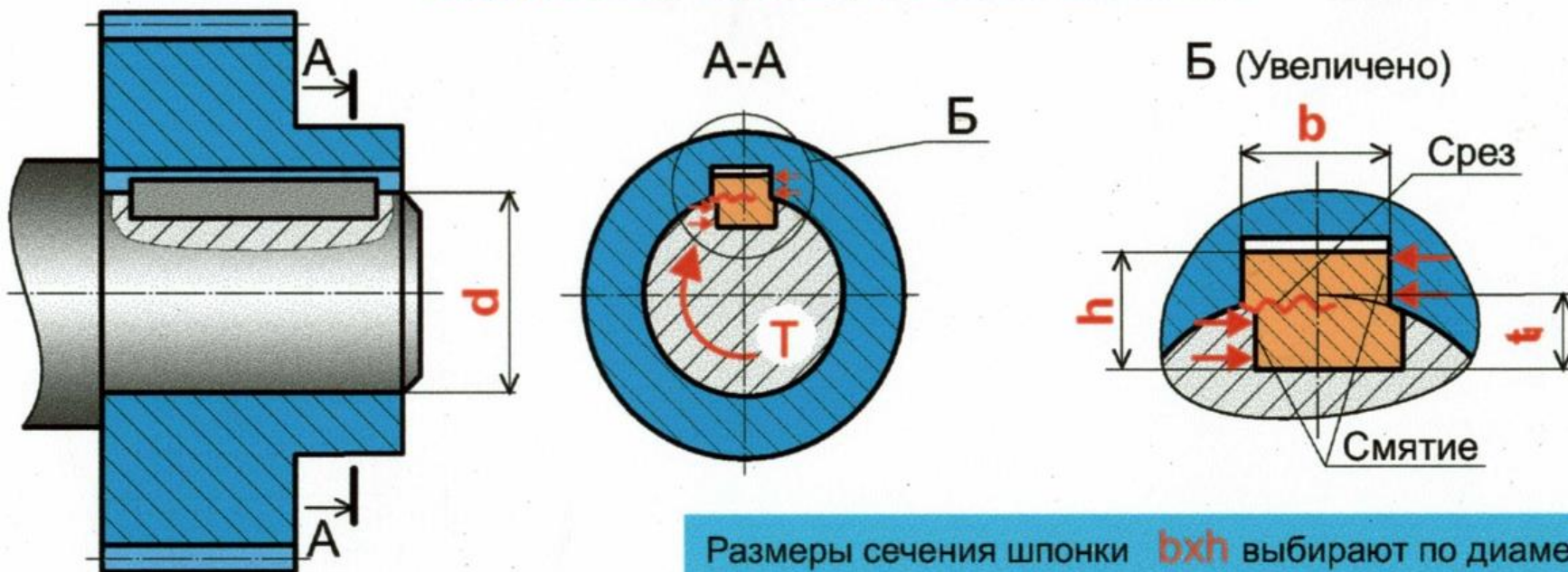
Шлицевое (зубчатое)



Профильное

Расчет шпоночных соединений на прочность

СОЕДИНЕНИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ ШПОНКОЙ



Размеры сечения шпонки **b x h** выбирают по диаметру **d**.
Длину шпонки **l** назначают конструктивно.

Расчет соединения

на смятие

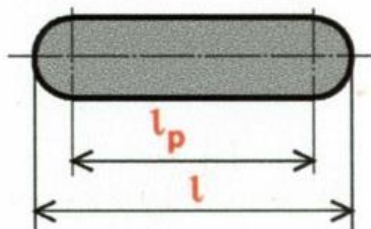
$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F_t}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma]_{\text{см}},$$

где $F_t = \frac{2T}{d}$; $A_{\text{см}} = (h - t_1) \cdot l_p$.

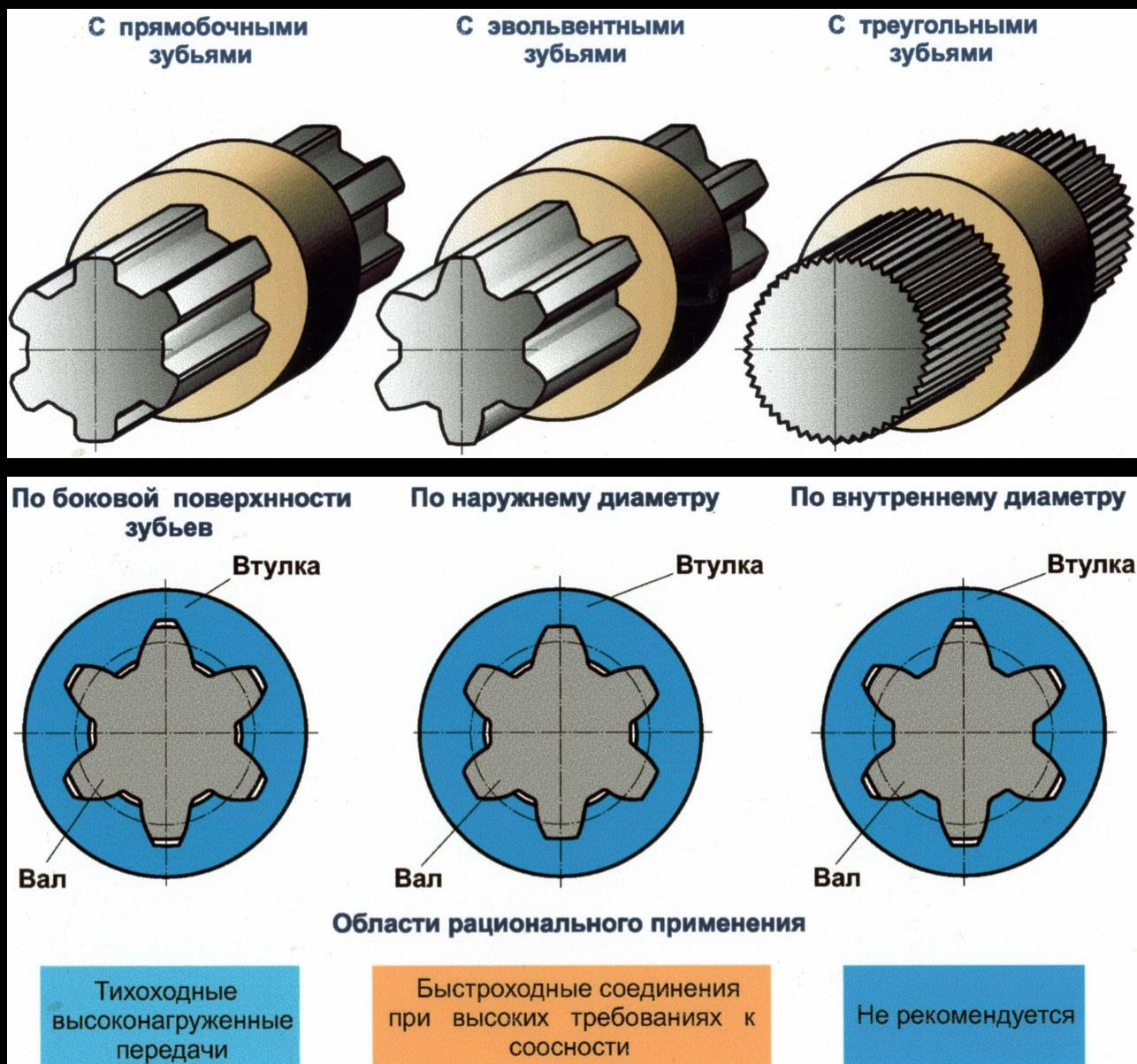
на срез

$$\tau_c = \frac{F_t}{A_c} \leq [\tau]_c,$$

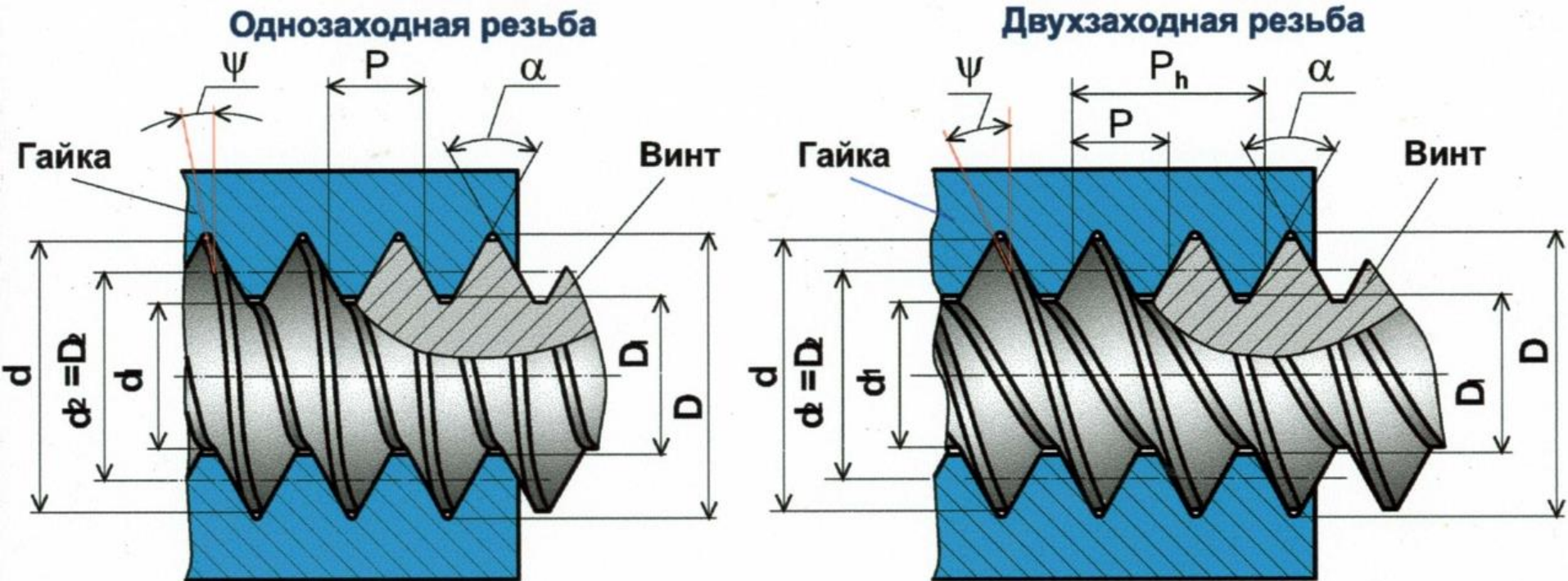
где $A_c = b \cdot l_p$.



Виды и центрирование шлицевых соединений



Геометрические параметры резьбы



Параметры резьбы винта:

- d - наружный диаметр;
- d_1 - внутренний диаметр;
- d_2 - средний диаметр

Общие параметры резьбы:

- P - шаг;
 - $P_h = P \cdot n$ - ход;
 - n - число заходов;
 - α - угол профиля;
 - ψ - угол подъема
- $$\operatorname{tg} \psi = P_h / (\pi \cdot d_2)$$

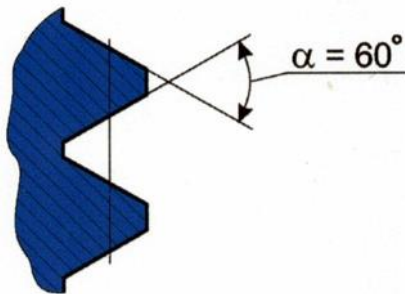
Параметры резьбы гайки:

- D - наружный диаметр;
- D_1 - внутренний диаметр;
- D_2 - средний диаметр

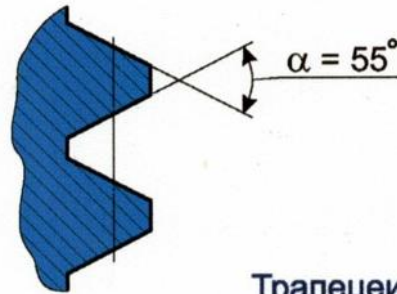
Типы резьб

Треугольные

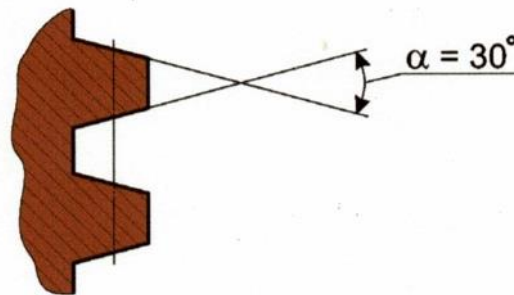
метрическая



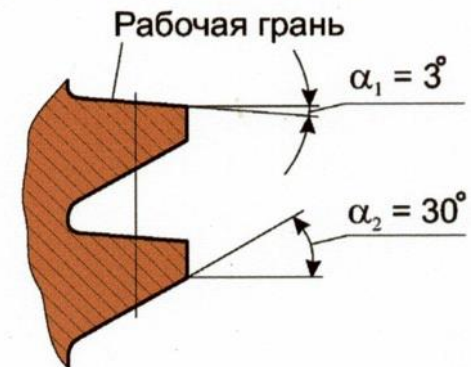
дюймовая



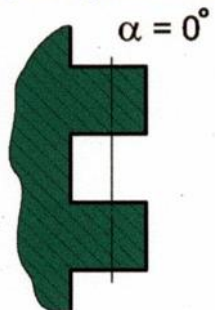
Тrapeцеидальная



Упорная (односторонняя)



Прямоугольная

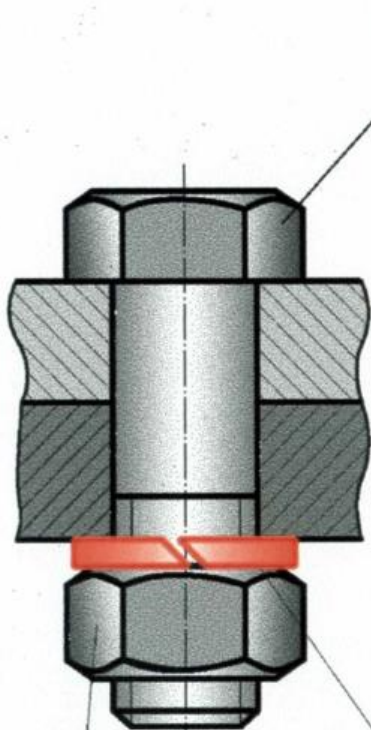


Круглая



Основные типы резьбовых соединений

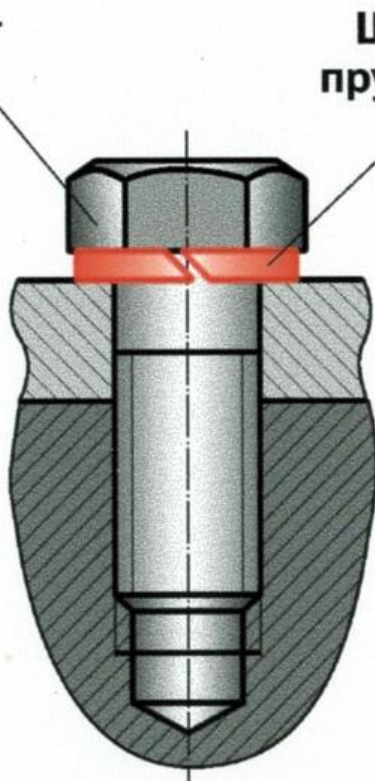
Крепление деталей
болтом и гайкой



Гайка

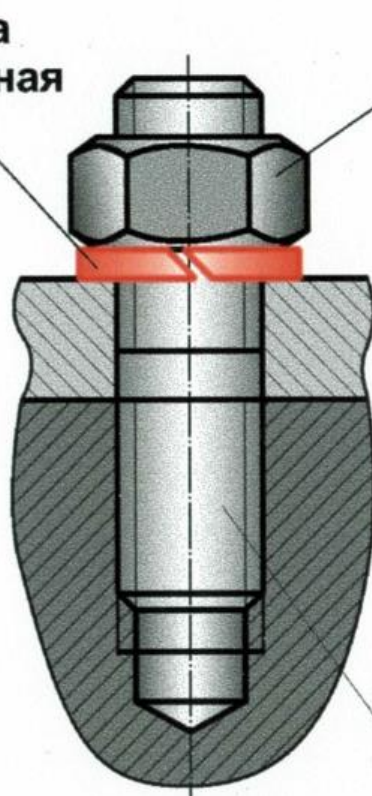
Шайба
пружинная

Крепление деталей
ввинчиванием болта
в одну из деталей



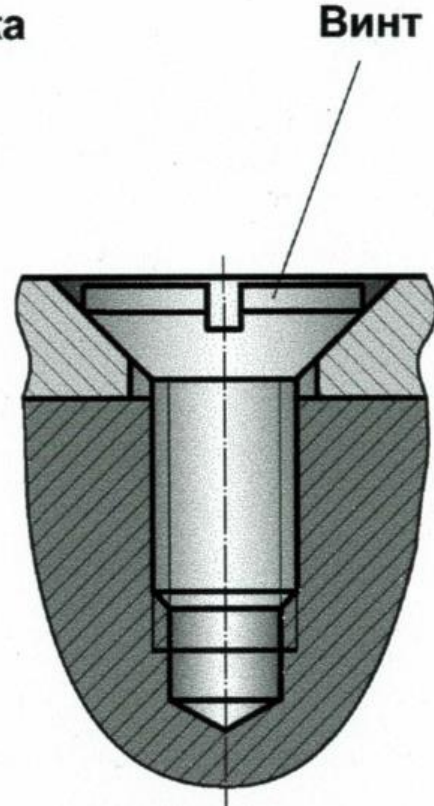
Шайба
пружинная

Крепление деталей
шпилькой и гайкой

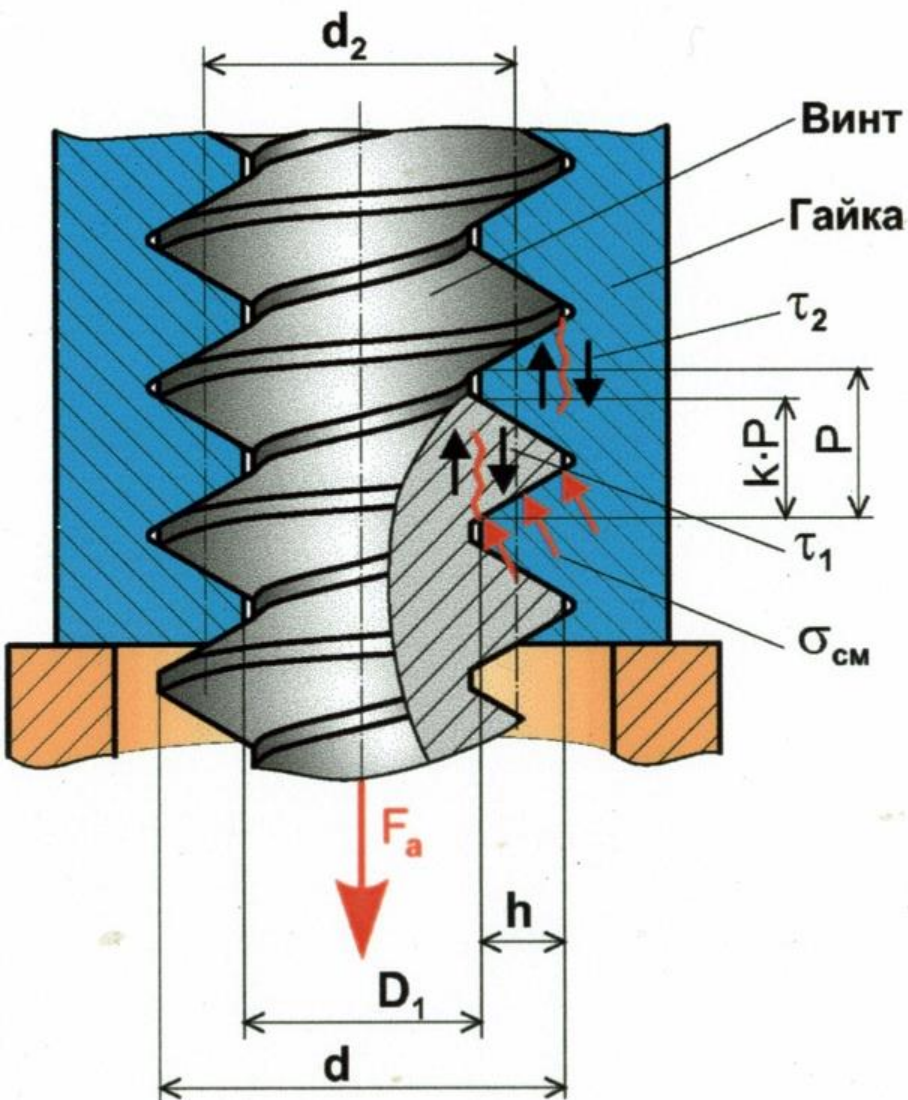


Шпилька

Крепление деталей
винтом



Расчет резьбового соединения на прочность



Напряжения смятия

$$\sigma_{см} = F_a / (\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z) \leq [\sigma]_{см}$$

Напряжения среза

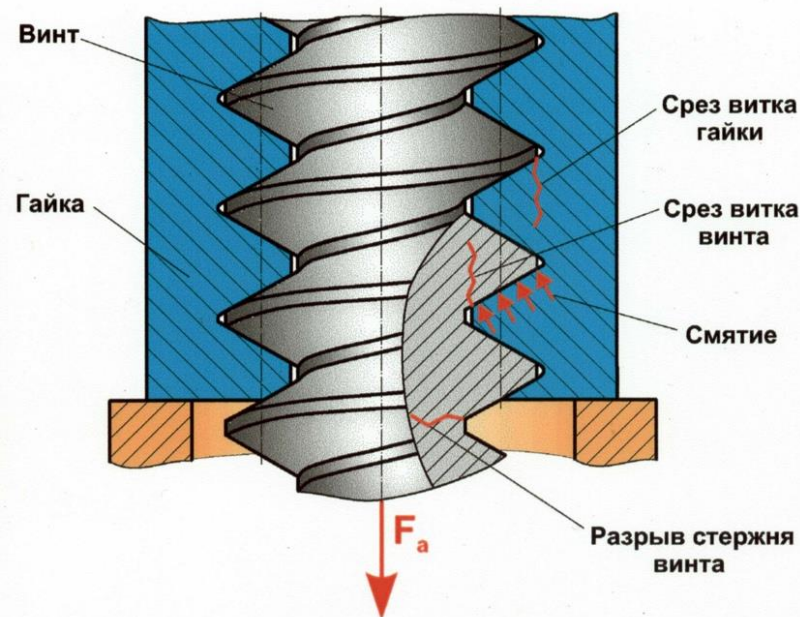
в резьбе винта $\tau_1 = F_a / (\pi \cdot D_1 \cdot k \cdot P \cdot z) \leq [\tau]_1$;

в резьбе гайки $\tau_2 = F_a / (\pi \cdot d \cdot k \cdot P \cdot z) \leq [\tau]_2$,

где z - число витков гайки

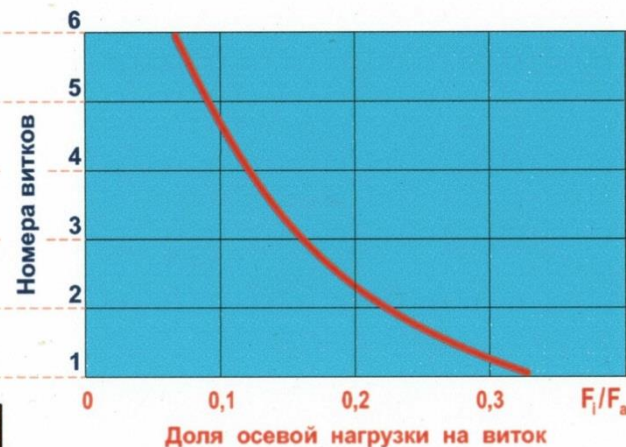
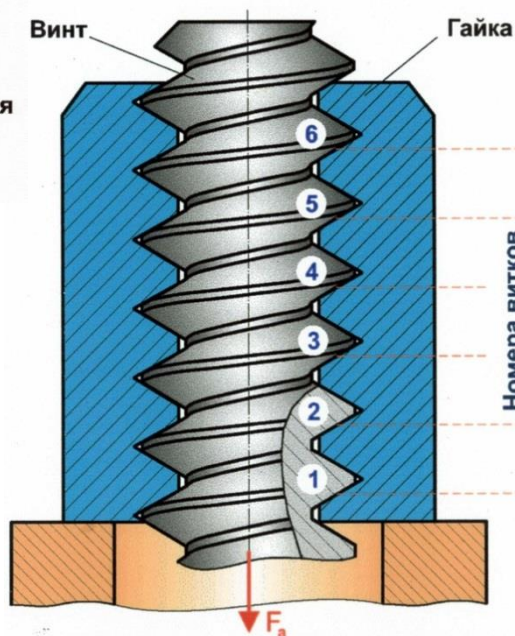
Профиль резьбы	Коэффициент полноты резьбы k
Прямоугольная	0,5
Трапецеидальная	0,65
Упорная	0,75
Треугольная	0,87

Критерии работоспособности и распределение нагрузки по виткам резьбы

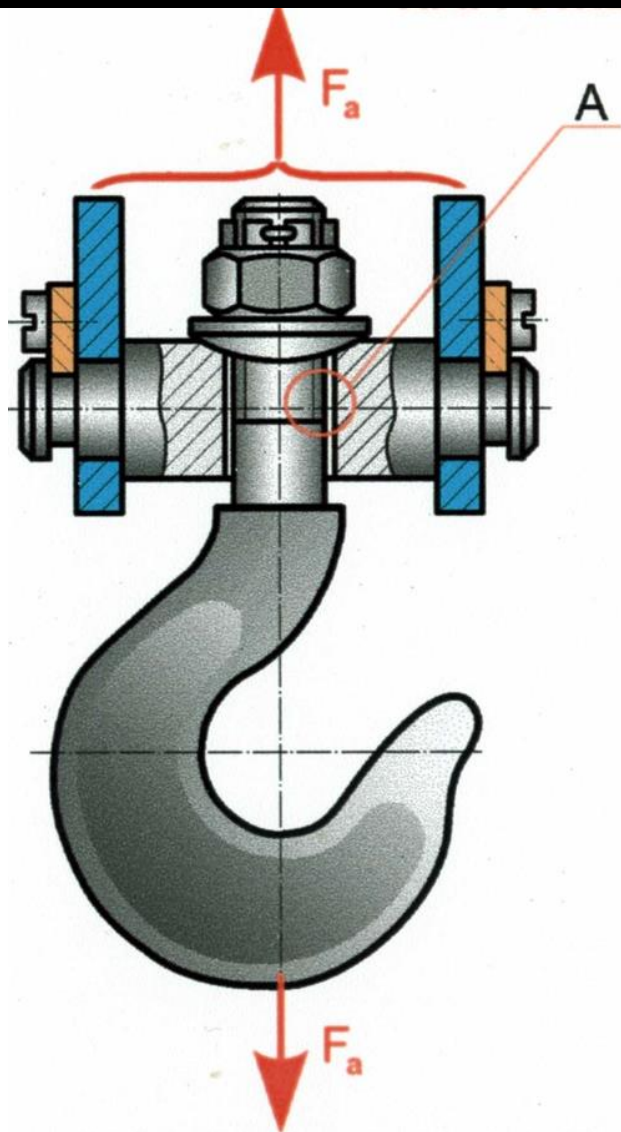


Назначение резьбы	Критерии работоспособности
Крепежные	Смятие рабочих поверхностей витков
	Срез витков резьбы
	Разрыв стержня
Ходовые и грузовые винты	Износ резьбы

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ПО ВИТКАМ РЕЗЬБЫ ПО Н. Е. ЖУКОВСКОМУ



Болтовое соединение, нагруженное осевой силой



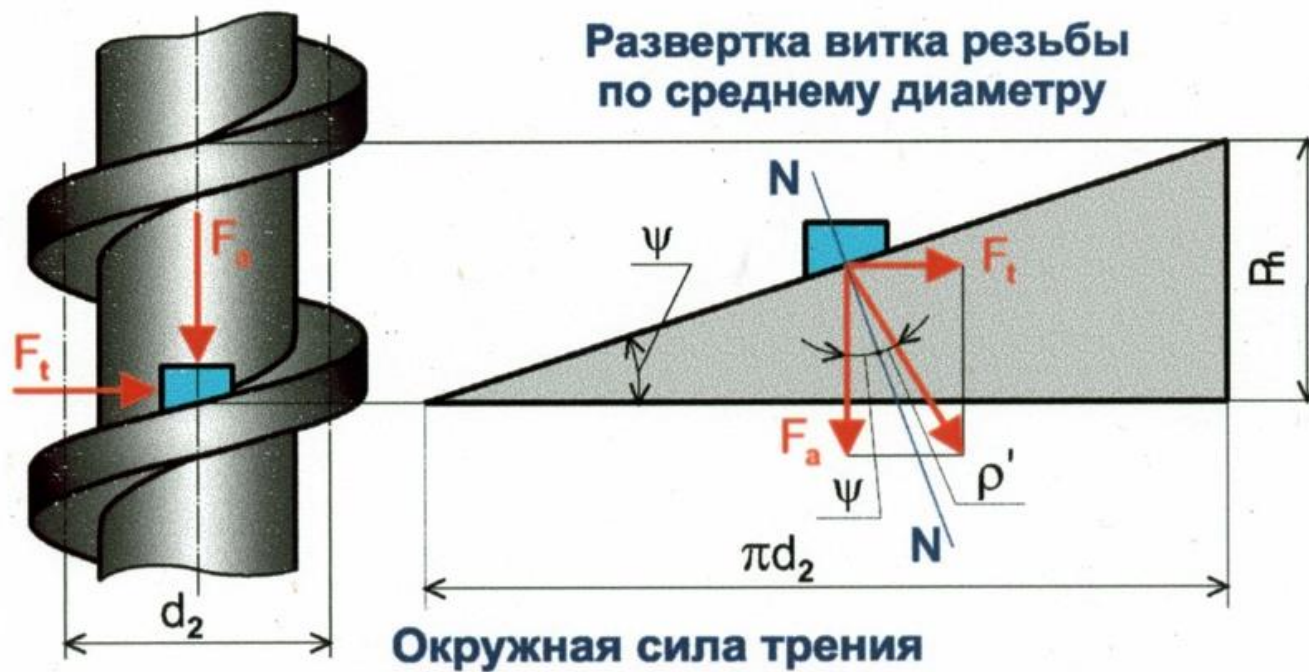
Напряжения в стержне болта

$$\sigma_p = 4F_a / (\pi \cdot d_1^2) \leq [\sigma]_p$$

Внутренний диаметр болта определяют из расчета на растяжение

$$d_1 \geq \sqrt{4F_a / (\pi \cdot [\sigma]_p)}$$

Соотношение между силой на винте и моментом завинчивания гайки



$$F_t = F_a \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho')$$

Момент трения в резьбе

$$T = 0,5 F_t \cdot d_2 = 0,5 F_a \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho'),$$

где ψ - угол подъема винтовой линии резьбы;
 $\rho' = \operatorname{arctg} f'$ - приведенный угол трения.

Спасибо за внимание!