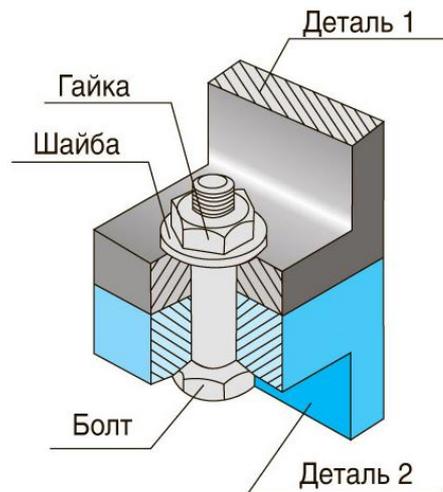


Лекция 12

Классификация соединений деталей машин

Резьбовые соединения



СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Неподвижные связи в технике называются **соединениями**

КЛАССИФИКАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ

Разъемные

позволяют разъединять детали без их повреждения

Резьбовые

Шпоночные

Зубчатые (шлицевые)

Клиновые

Клепмовые

Штифтовые

Фрикционные

Неразъемные

НЕ позволяют разъединять детали без их повреждения

Сварные

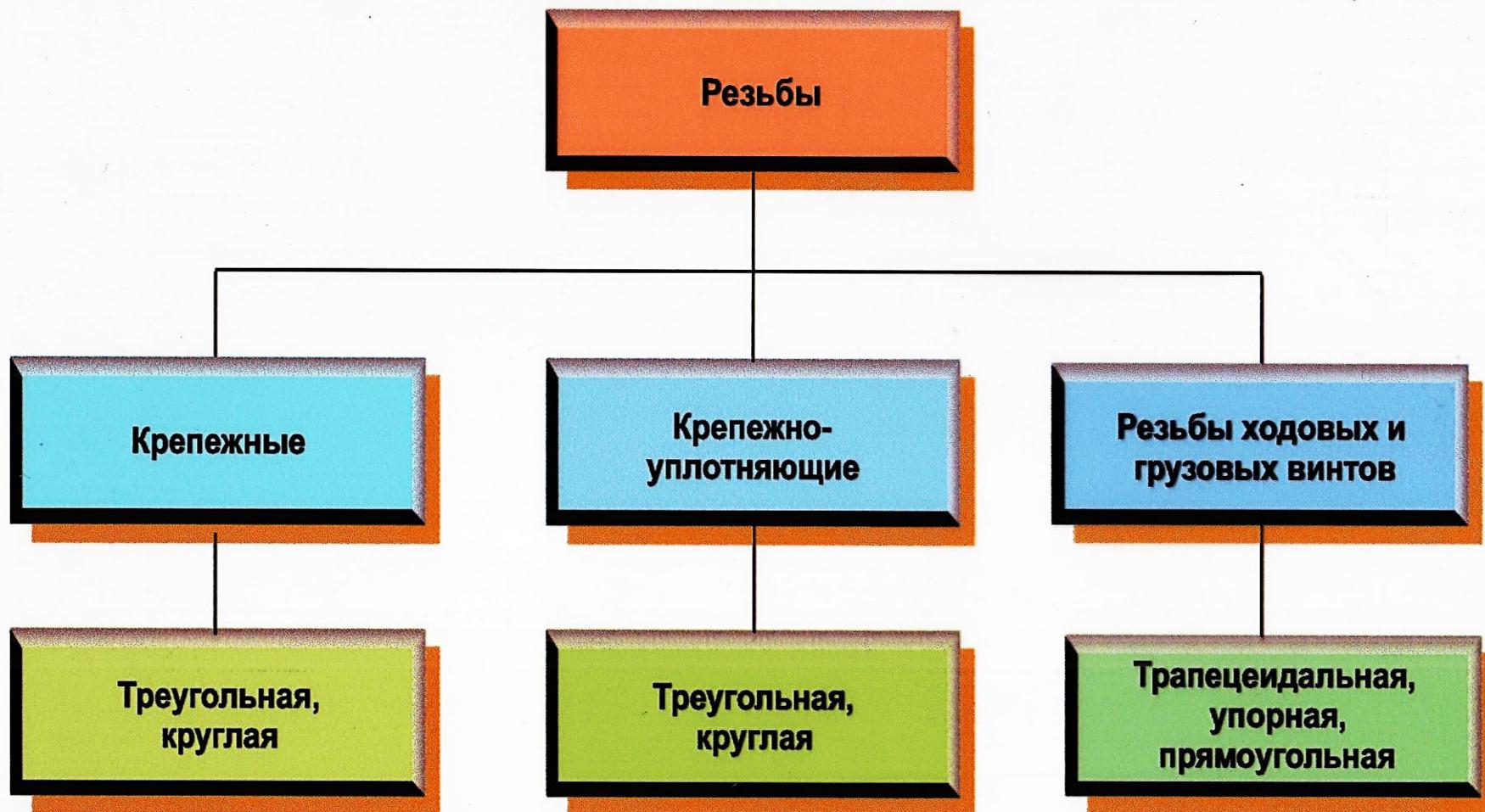
Паяные

Заклепочные

Клеевые

Прессовые

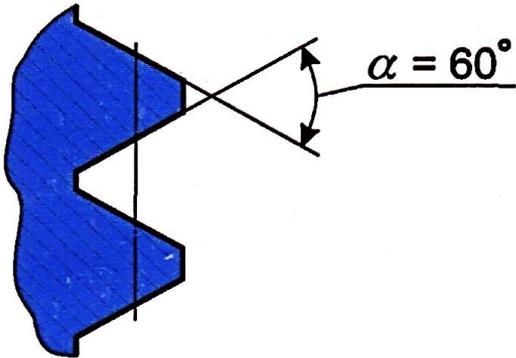
КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЬБ ПО НАЗНАЧЕНИЮ



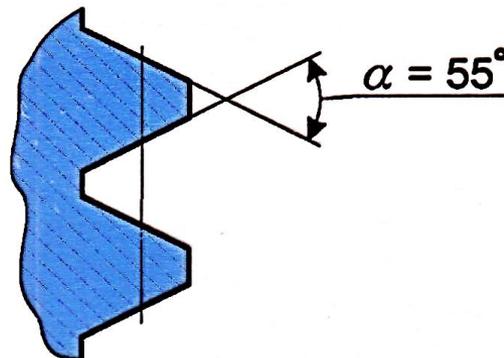
ТИПЫ РЕЗЬБ

Треугольные

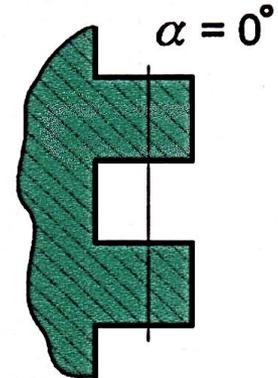
метрическая



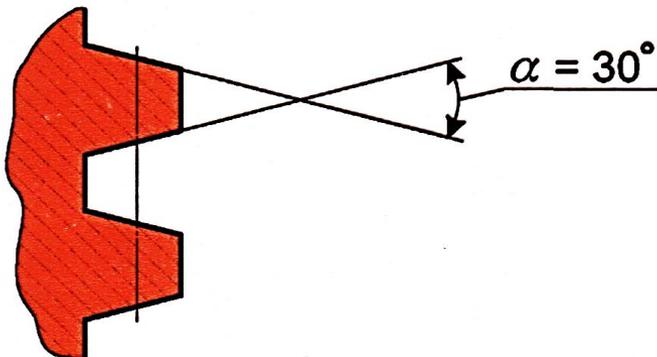
дюймовая



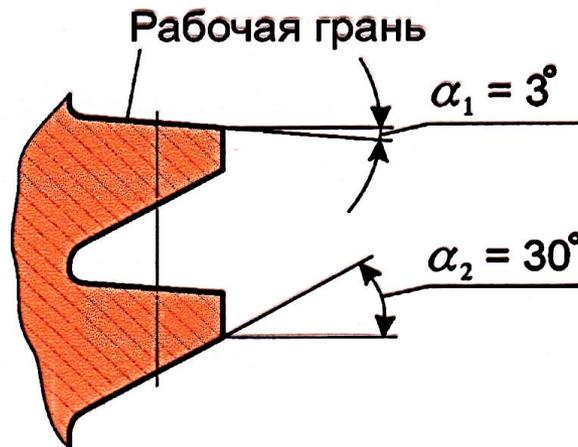
Прямоугольная



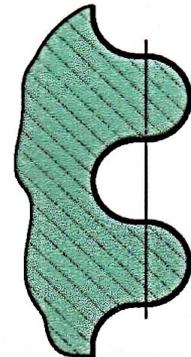
Трапецеидальная



Упорная (односторонняя)

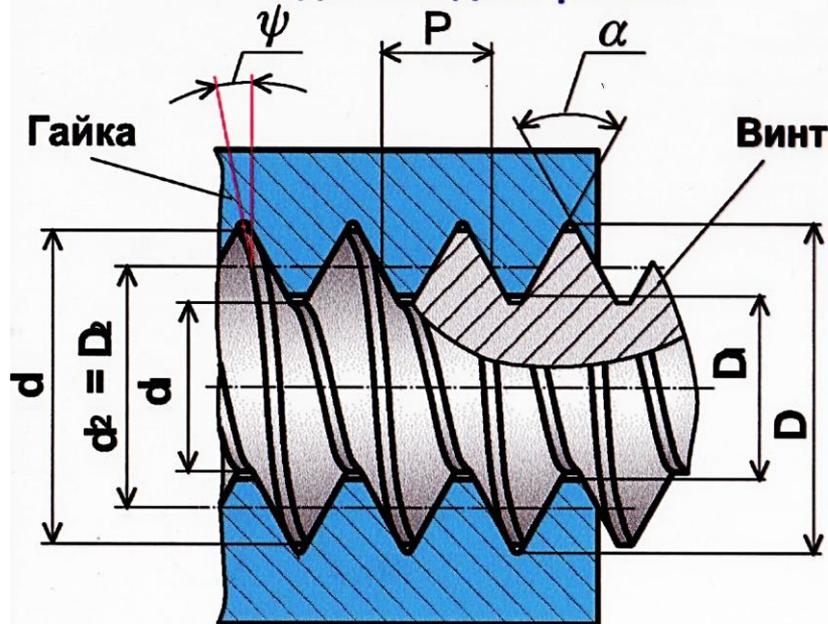


Круглая

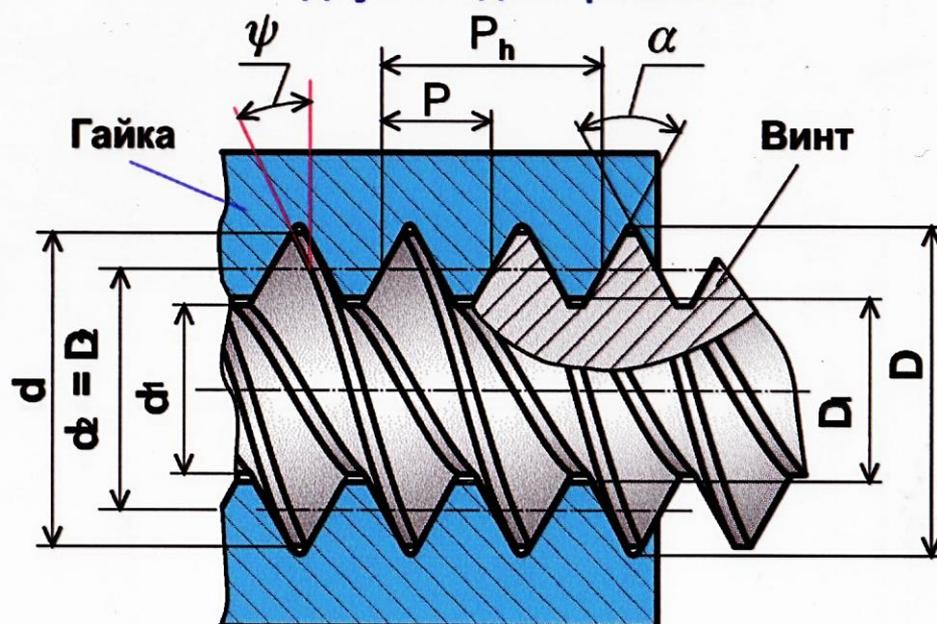


ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБЫ

Однозаходная резьба



Двухзаходная резьба



Параметры резьбы винта:

- d - наружный диаметр, мм;
- d_1 - внутренний диаметр, мм;
- d_2 - средний диаметр, мм.

Общие параметры резьбы:

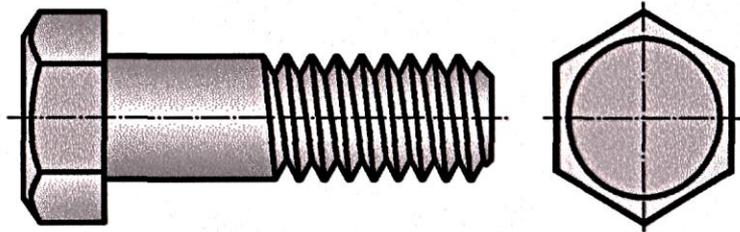
- P - шаг, мм;
- $P_h = P \cdot n$ - ход, мм;
- n - число заходов;
- α - угол профиля, °;
- ψ - угол подъема, °;
- $\operatorname{tg} \psi = P_h / (\pi \cdot d_2)$.

Параметры резьбы гайки:

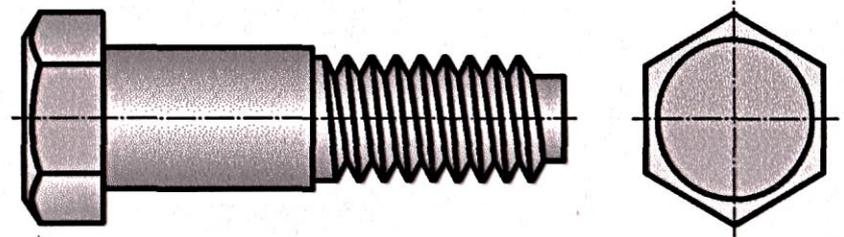
- D - наружный диаметр, мм;
- D_1 - внутренний диаметр, мм;
- D_2 - средний диаметр, мм.

КОНСТРУКЦИИ БОЛТОВ

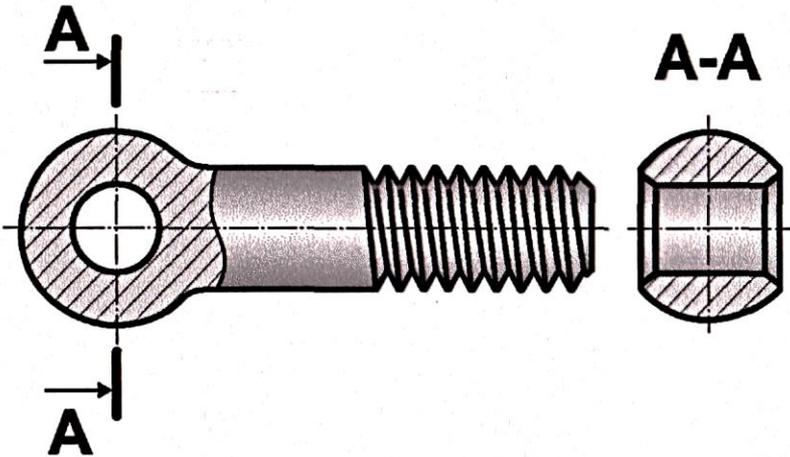
**Болт с шестигранной головкой
общего назначения**



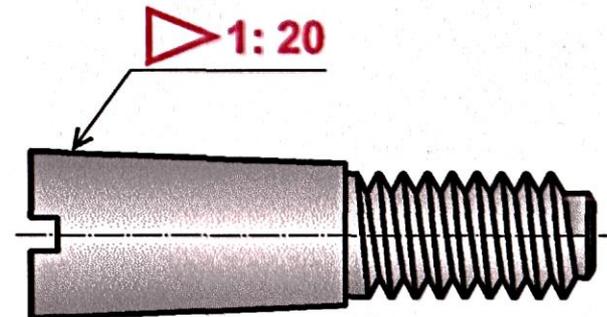
Болт для отверстий из под развертки



Болт откидной

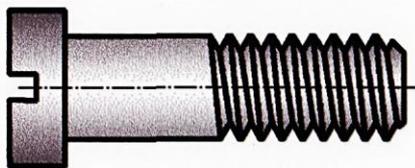


Болт конический

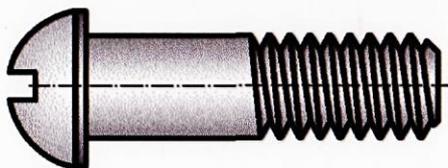


КОНСТРУКЦИИ КРЕПЕЖНЫХ ВИНТОВ

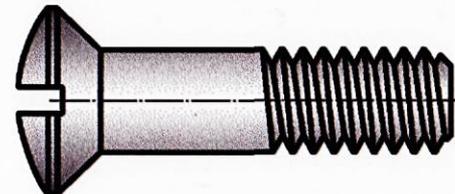
Винт с цилиндрической головкой



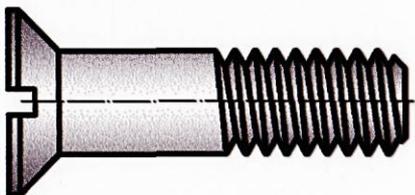
Винт с полукруглой головкой



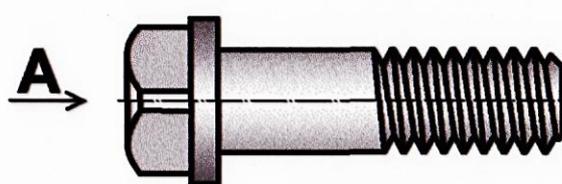
Винт с полупотайной головкой



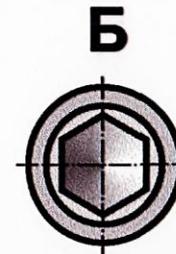
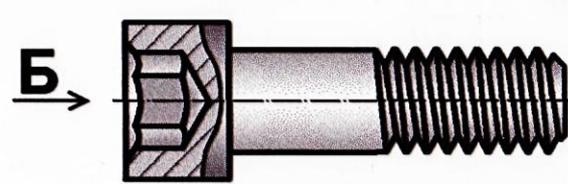
Винт с потайной головкой



Болт с квадратной головкой и буртиком



Болт с цилиндрической головкой и шестигранным углублением



КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВОЧНЫХ ВИНТОВ

Винты с прямым шлицем

с коническим
концом



с плоским
концом



с цилиндрическим
концом



с засверленным
концом



Винты с шестигранной головкой

с цилиндрическим концом

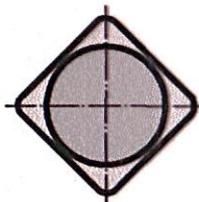


со ступенчатым концом

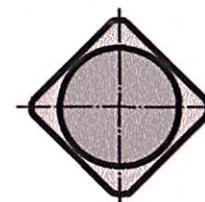


Винты с квадратной головкой

с цилиндрическим концом

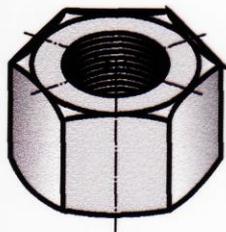


с засверленным концом

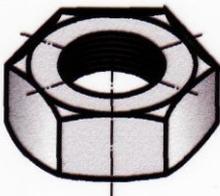


КОНСТРУКЦИИ ГАЕК

нормальная



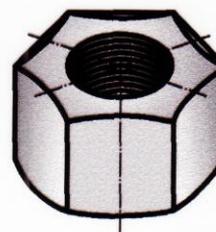
низкая



высокая

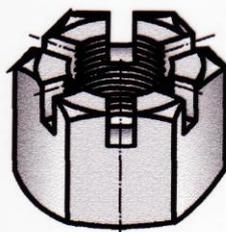


со сферическим торцом

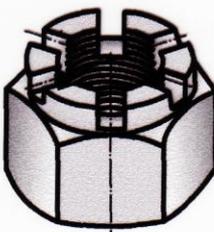


Гайки шестигранные

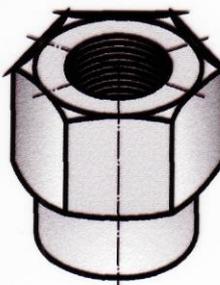
прорезная



корончатая



колпачковая

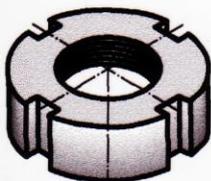


самотормозящая с нейлоновым кольцом



Гайки круглые

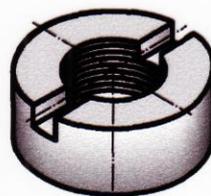
шлицевая



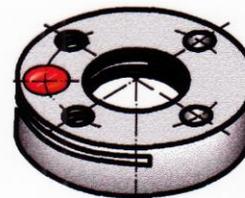
с отверстиями на торце под ключ



со шлицем на торце

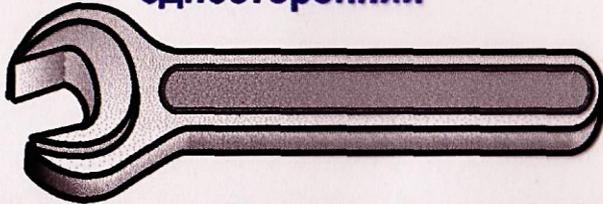


с конtringщим винтом

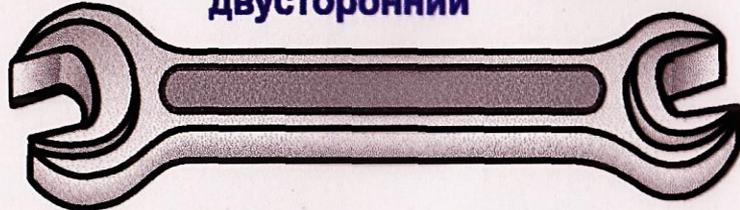


КОНСТРУКЦИИ ГАЕЧНЫХ КЛЮЧЕК

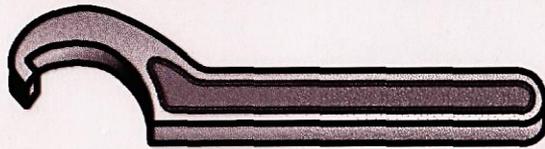
Ключ гаечный с открытым зевом
односторонний



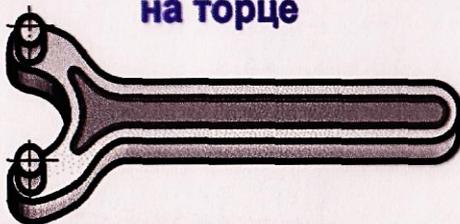
Ключ гаечный с открытым зевом
двусторонний



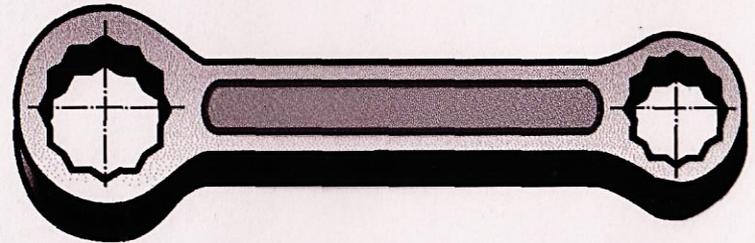
Ключ для круглых шлицевых гаек



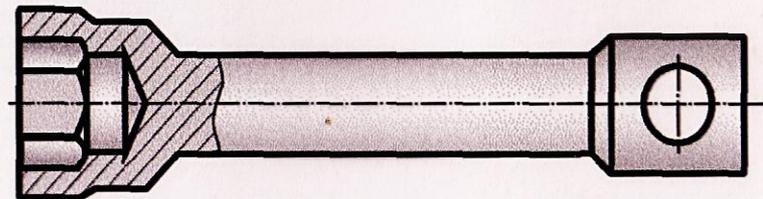
Ключ для круглых гаек с отверстиями
на торце



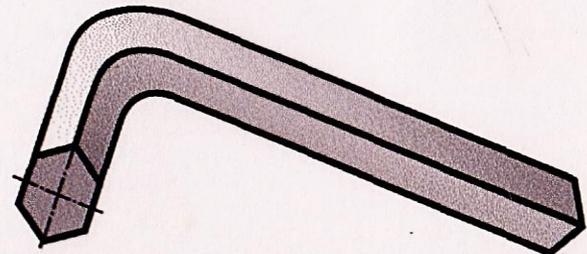
Ключ гаечный кольцевой двусторонний



Ключ гаечный торцовый с внутренним
шестигранником односторонний



Ключ гаечный торцовый в виде
шестигранника



КЛАССЫ ПРОЧНОСТИ ВИНТОВ И ГАЕК ПО ГОСТ 1759-82

Механические свойства болтов, винтов и шпилек

Класс прочности	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
Твердость НВ, не менее	90	110		140		170			225	280	330	390
Примеры марок сталей	Ст 3, 10	20	10	30, 35	10, 20	35, 45, 40Г	20		35Х, 45Г	40Х, 30ХГСА	30ХГСА	40ХНМА

Механические свойства гаек

Класс прочности	4	5	6	8	10	12	14	
Твердость НВ, не менее	302				353		375	
Примеры марок сталей	Ст 3	10; 20	Ст 3; 15; 35	20; 35; 45		35Х	40Х; 30ХГСА	35ХГСА; 40ХНМА

Примеры расшифровки обозначений классов:

болтов

гаек

Класс 5.8: $S_b \geq 500 \text{ МПа}$, $S_T/S_b = 0,8$

класс 5: $S_b \geq 500 \text{ МПа}$.

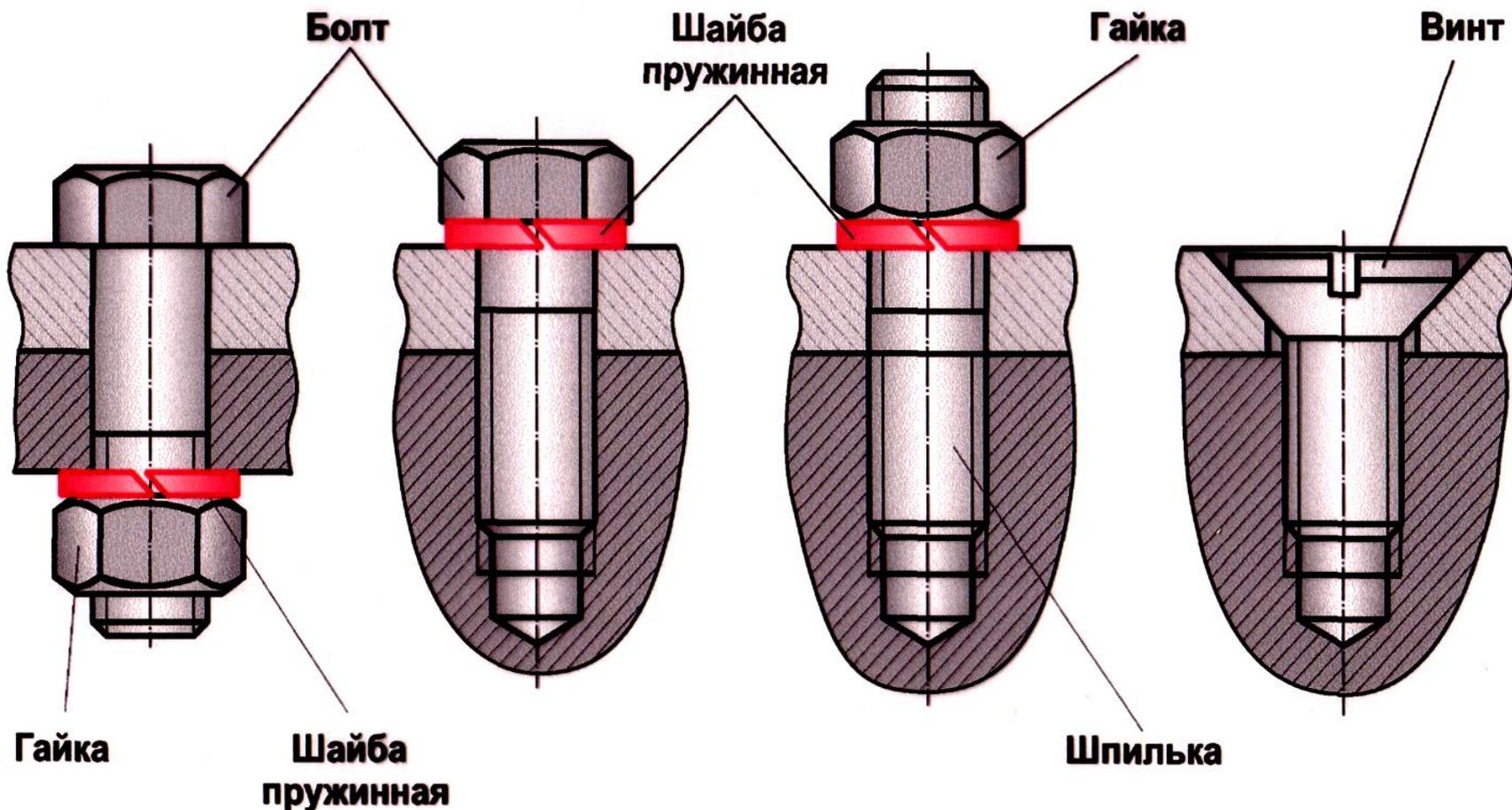
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Крепление деталей
болтом и гайкой

Крепление деталей
ввинчиванием болта
в одну из деталей

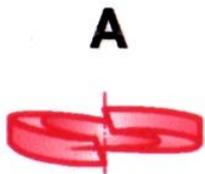
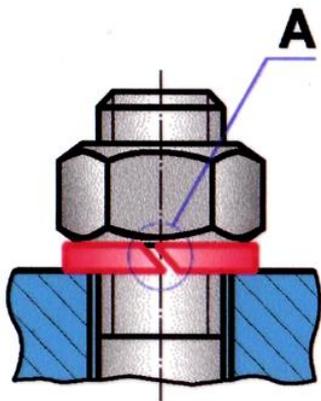
Крепление деталей
шпилькой и гайкой

Крепление деталей
винтом

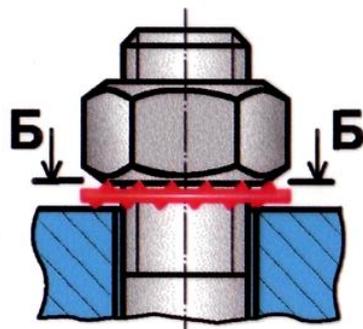


СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ОСНОВАННЫЕ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ТРЕНИИ

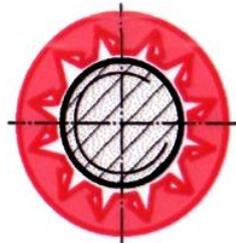
Пружинной
шайбой



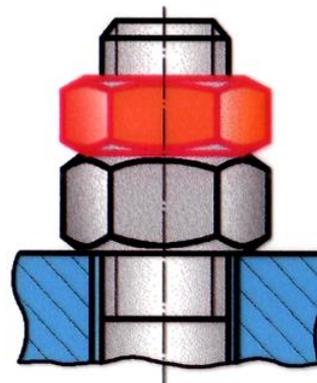
Осесимметричной
пружинной
шайбой



Б-Б



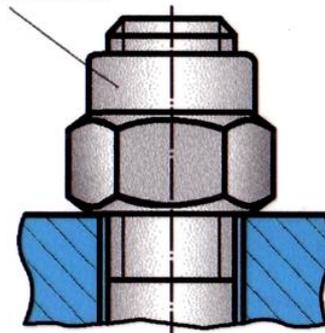
Контргайкой



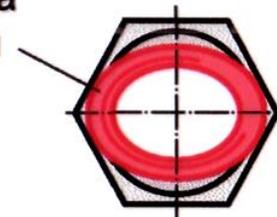
Форма хвостовика
до завинчивания

Овальным обжатием
цилиндрического хво-
стовика гайки

Хвостовик

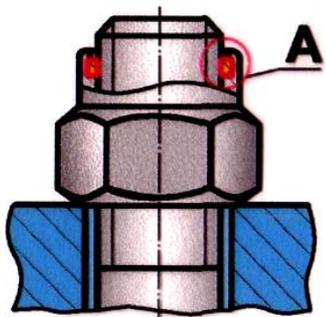


Болт условно не
показан



СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ОСНОВАННЫЕ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ТРЕНИИ

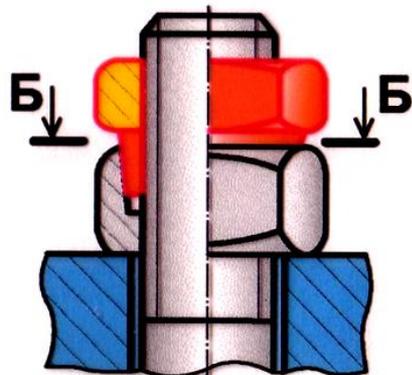
Самотормозящая гайка с полиамидным кольцом



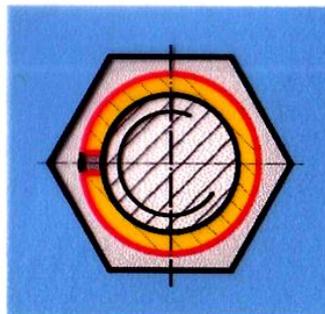
А (Увеличено)



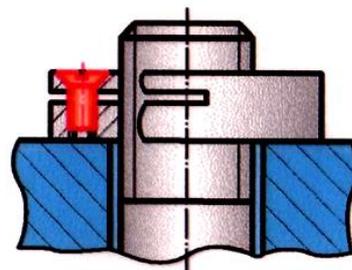
Разрезной контргайкой



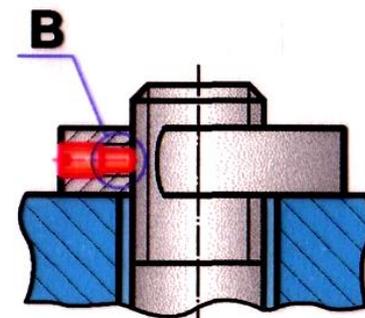
Б-Б



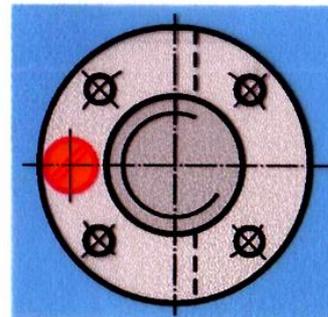
**Гайкой с
контрящим
винтом**



**Стопорным винтом
с мягкой прокладкой**

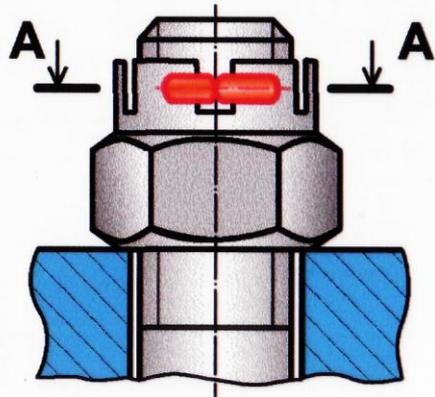


В (Увеличено)

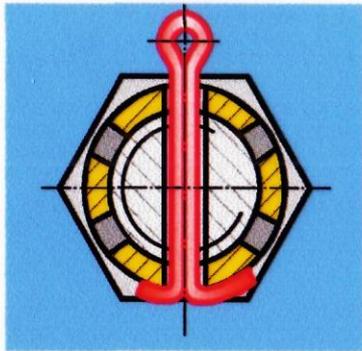


СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗАПИРАЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

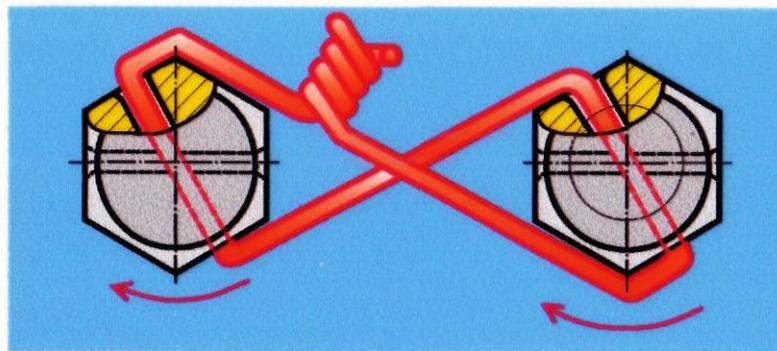
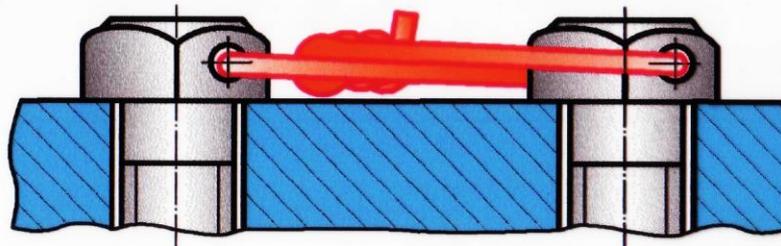
Шплинтом



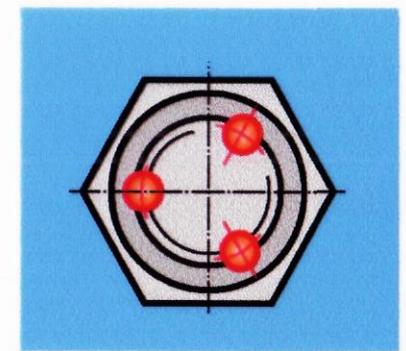
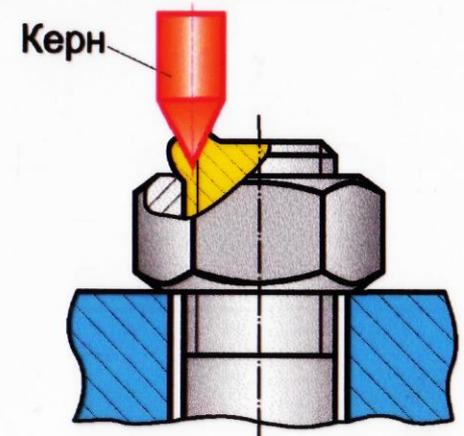
A-A



Обвязкой проволокой

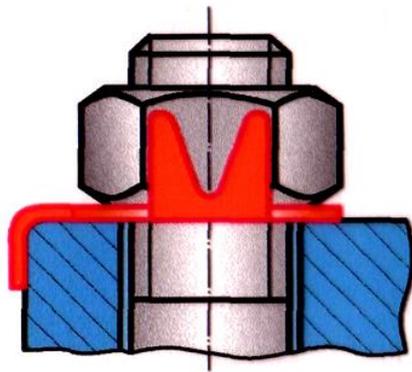


Кернение резьбы

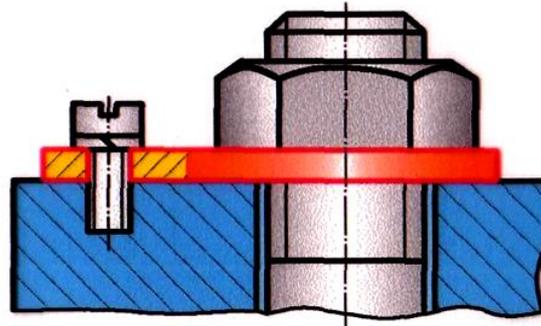


СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ЗАПИРАЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

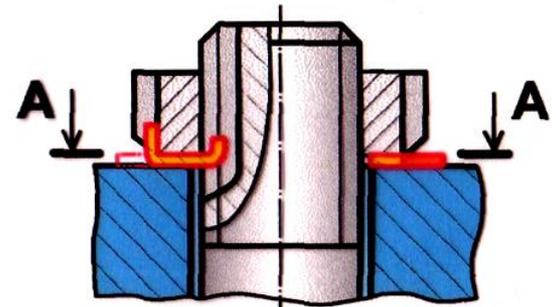
Стопорной шайбой
с лапкой



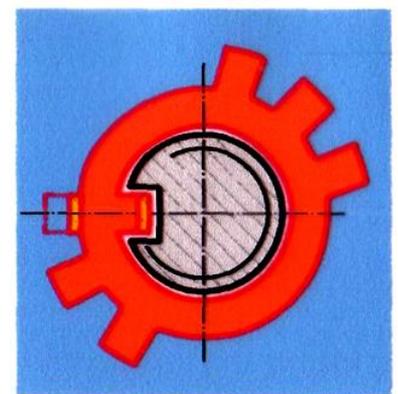
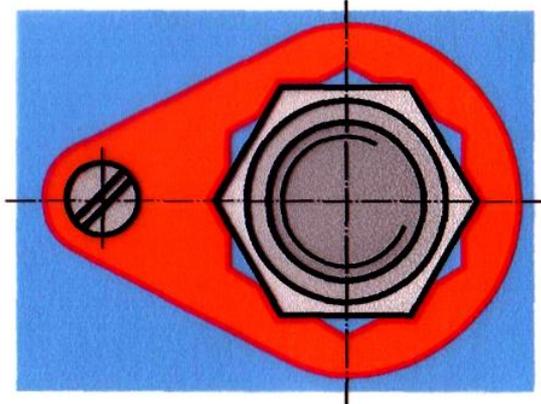
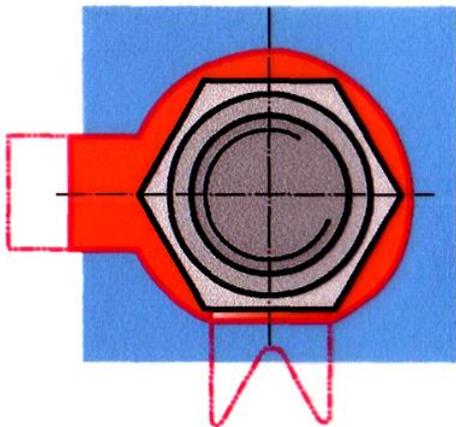
Накладкой, надеваемой
на гайку



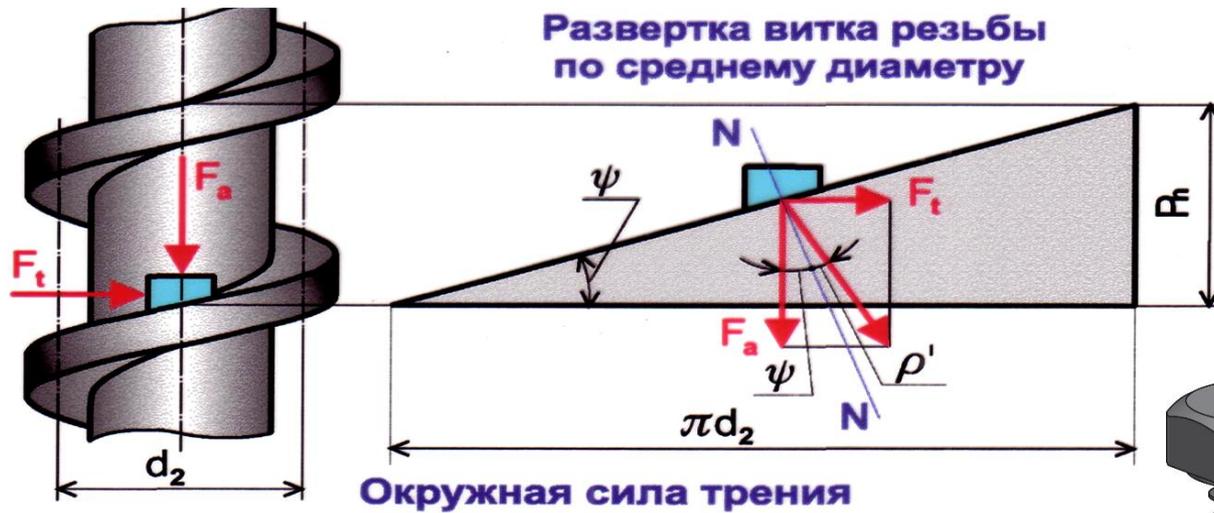
Шайбой многолапчатой



A-A



СОТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ОСЕВОЙ СИЛОЙ НА ВИНТЕ И МОМЕНТОМ ЗАВИНЧИВАНИЯ ГАЙКИ

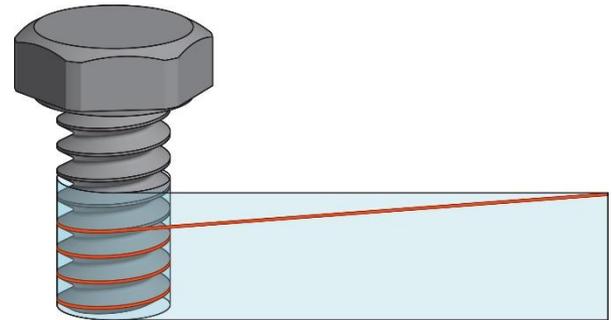


$$F_t = F_a \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho')$$

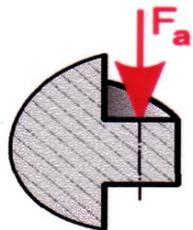
Момент трения в резьбе

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

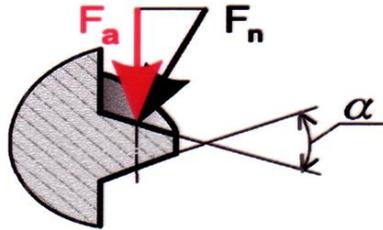
где ψ - угол подъема винтовой линии резьбы, °;
 $\rho' = \operatorname{arctg} f'$ - приведенный угол трения, °.



К вопросу о приведенном коэффициенте трения



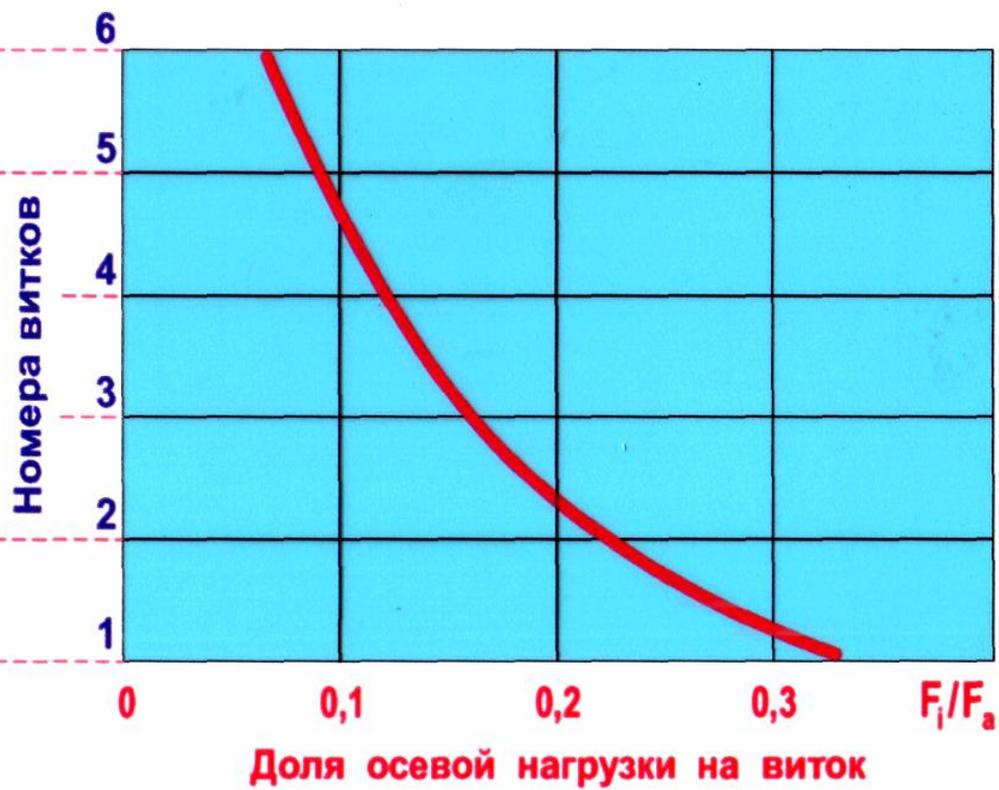
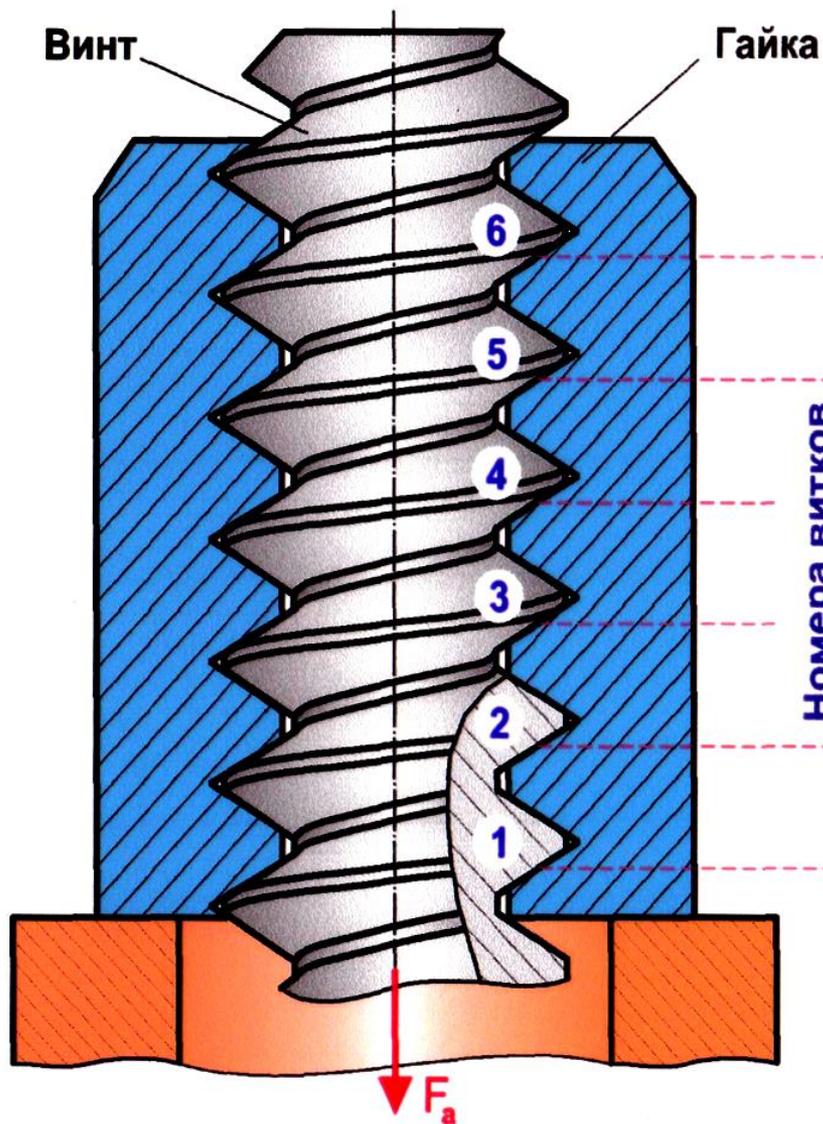
$$F_{\text{тр}} = F_a \cdot f$$



$$F_{\text{тр}} = F_n \cdot f = F_a \cdot f / \cos(\alpha/2) = F_a \cdot f',$$

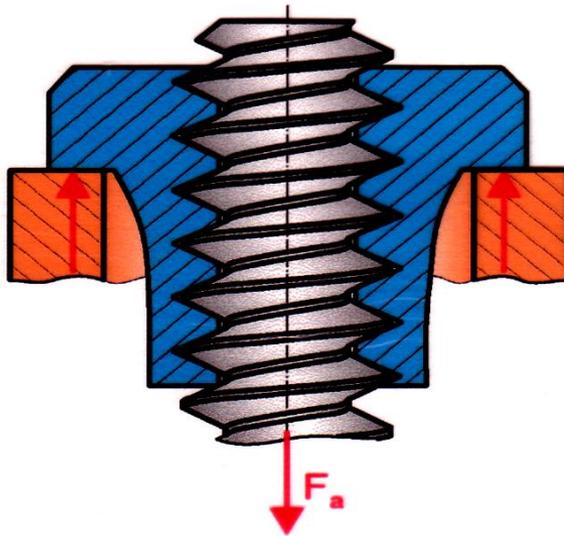
где $f' = f / \cos(\alpha/2)$

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ПО ВИТКАМ РЕЗЬБЫ ПО Н.Е. ЖУКОВСКОМУ



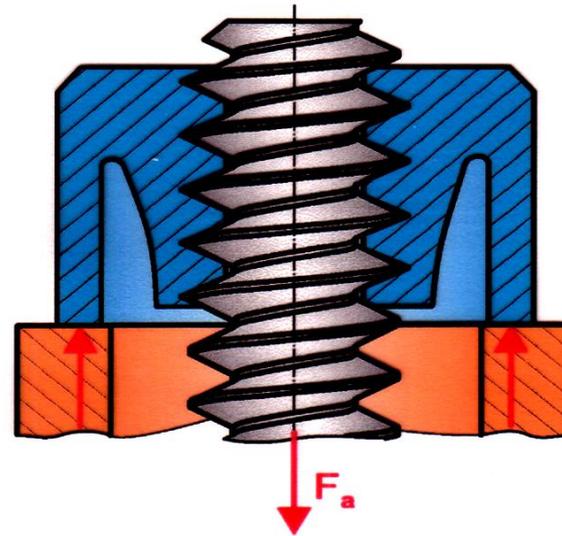
СПОСОБЫ ВЫРАВНИВАНИЯ НАГРУЗКИ ПО ВИТКАМ РЕЗЬБЫ

Висячая гайка

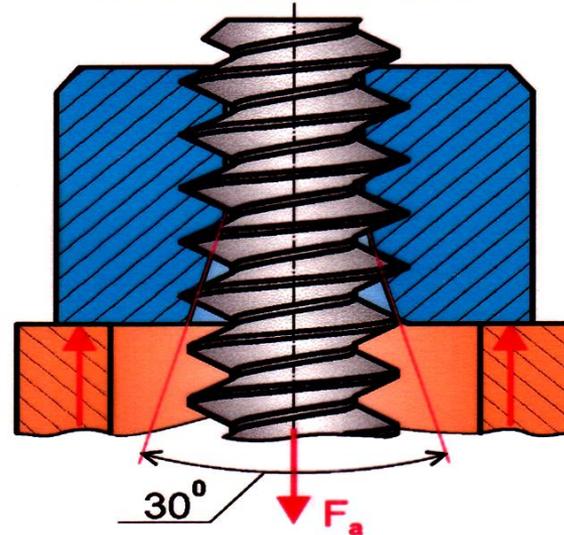
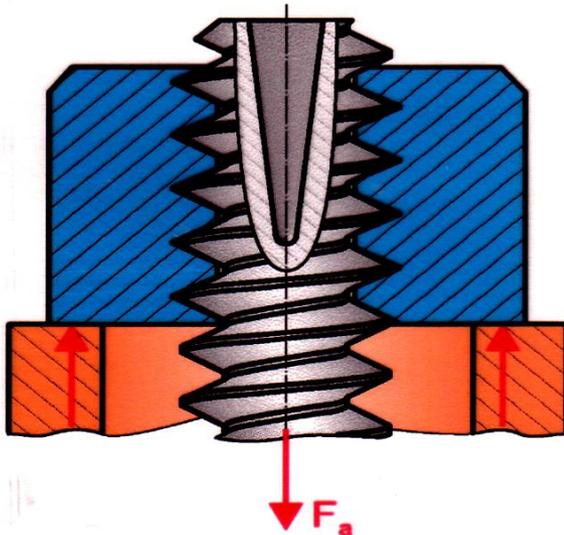


Повышение податливости
тела винта

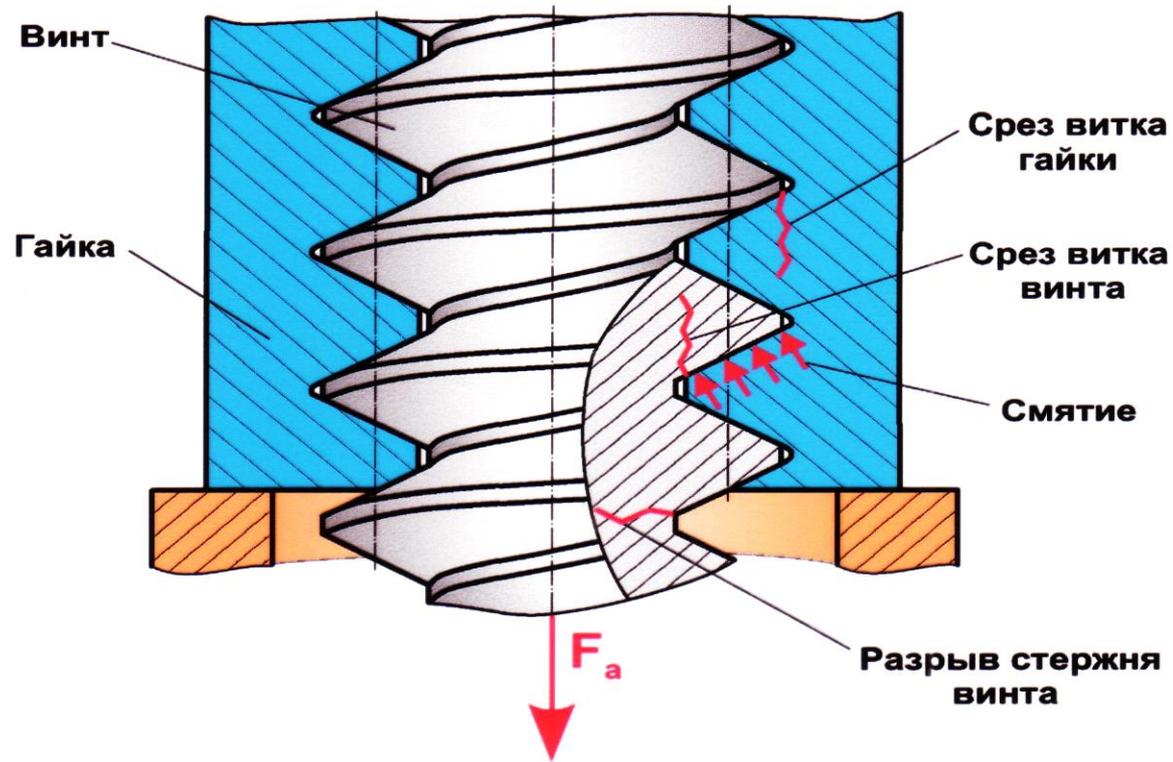
Гайка с поднутрением



Повышение податливости витков
винта посредством среза вершин
нижних витков гайки

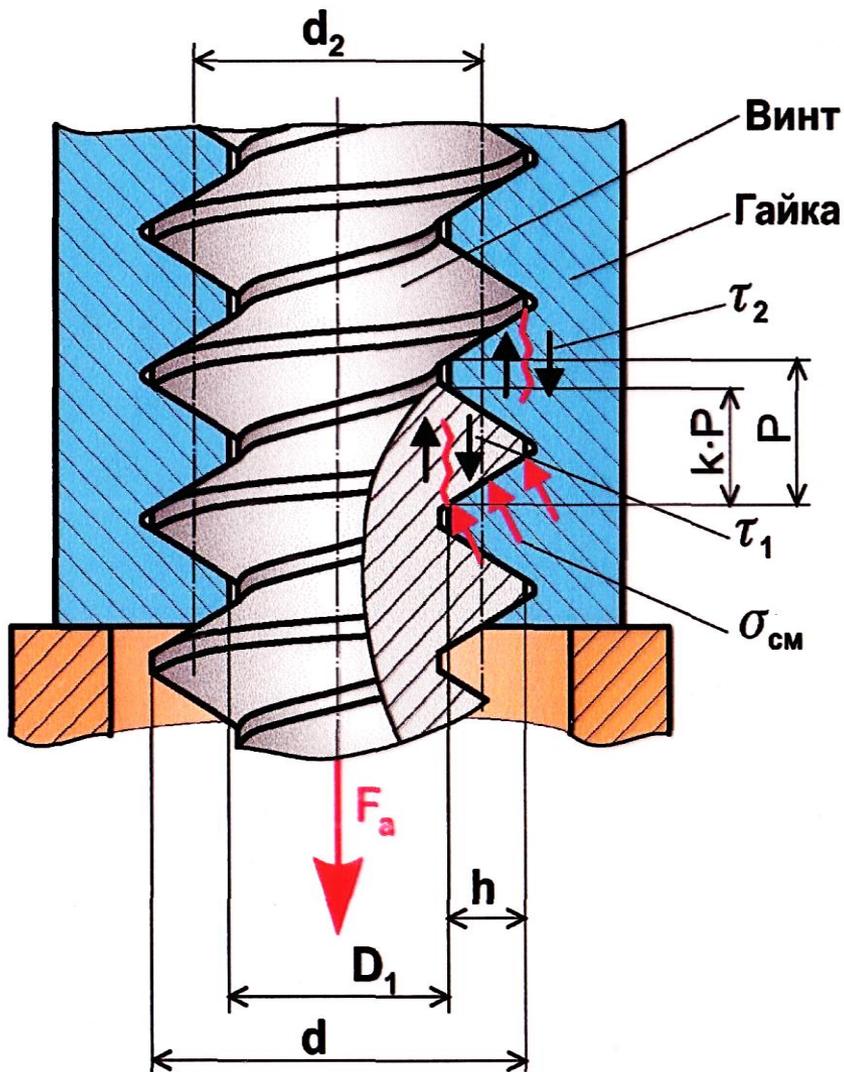


КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ



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

ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗЬБЫ 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