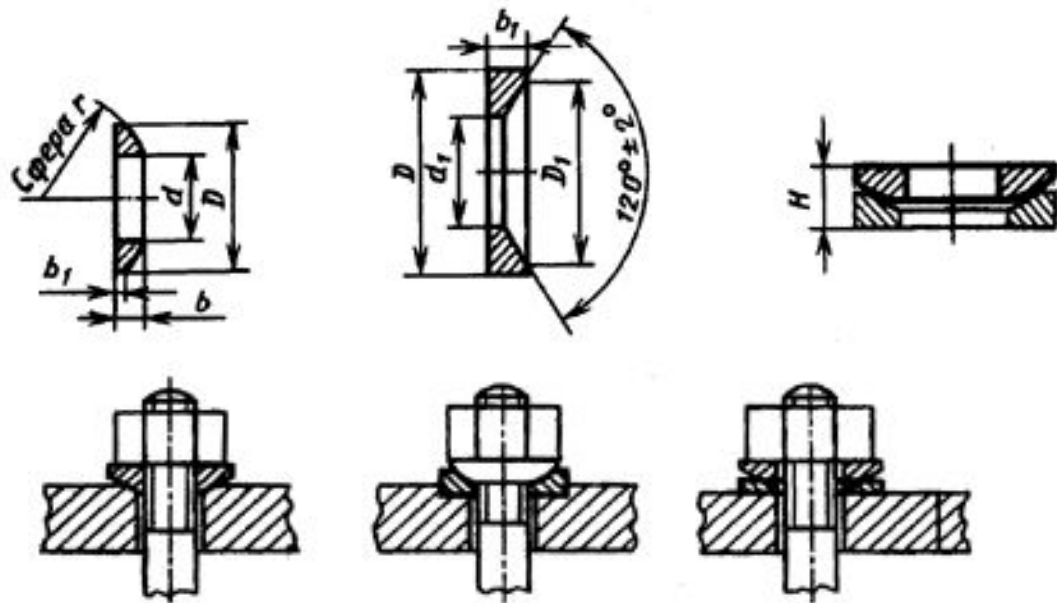


# шайбы и гаечные замки

Шайбы общего назначения по форме **круглые**. Из шайб специального назначения можно отметить: **сферические и конические**



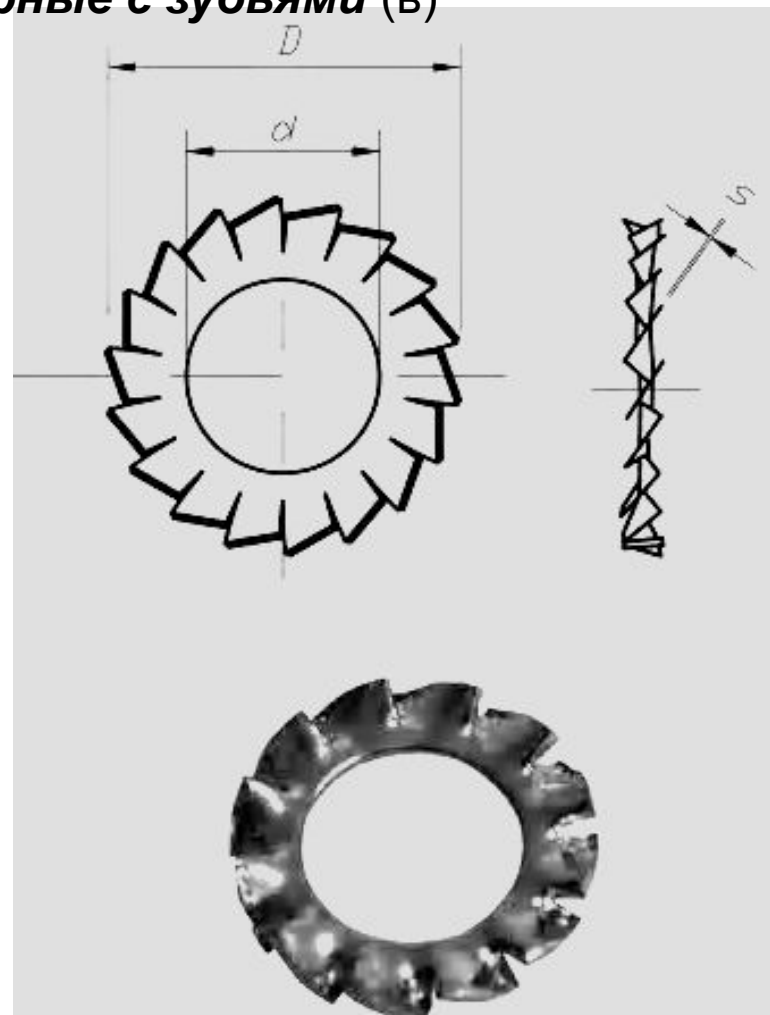
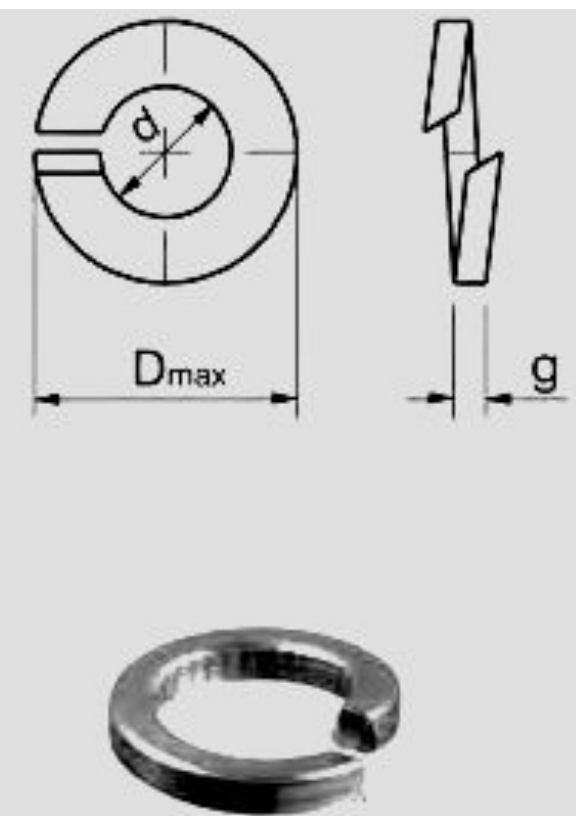
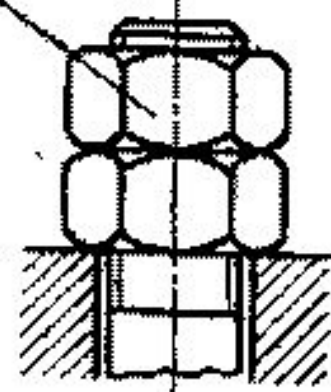
Хотя все крепежные резьбы выполняют самотормозящимися, при работе резьбовых соединений с сотрясениями, толчками и ударами происходит ослабление резьбы и самоотвинчивание гаек, винтов и прочих резьбовых деталей. В этих случаях **для стопорения** резьбовых деталей обычно пользуются **гаечными замками**.

К замкам общего назначения первой группы относятся:

*контргайка* (а);

*пружинная шайба* (б);

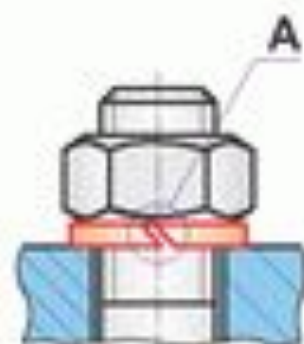
*шайбы стопорные с зубьями* (в)





## СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ОСНОВАННЫЕ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ТРЕНИИ

Пружинной  
шайбой



Осесимметричной  
пружинной  
шайбой



Б-Б



Контргайкой



Форма хвостовика  
до завинчивания

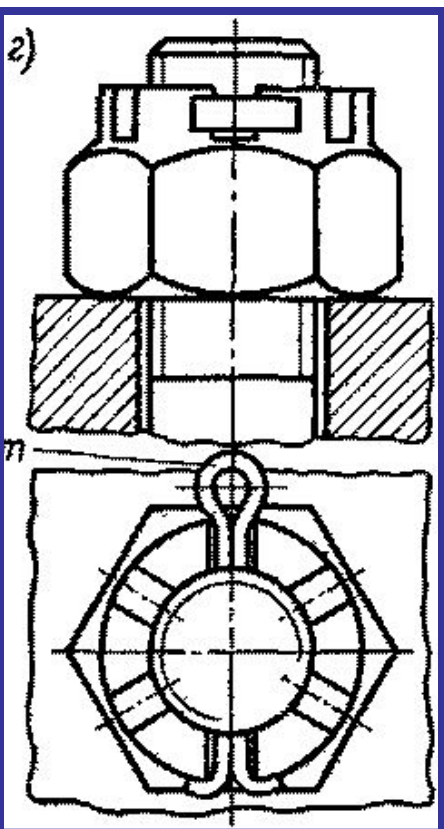
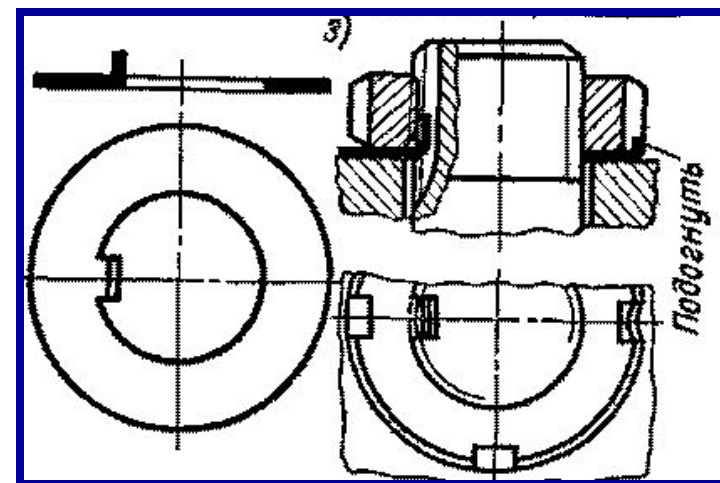
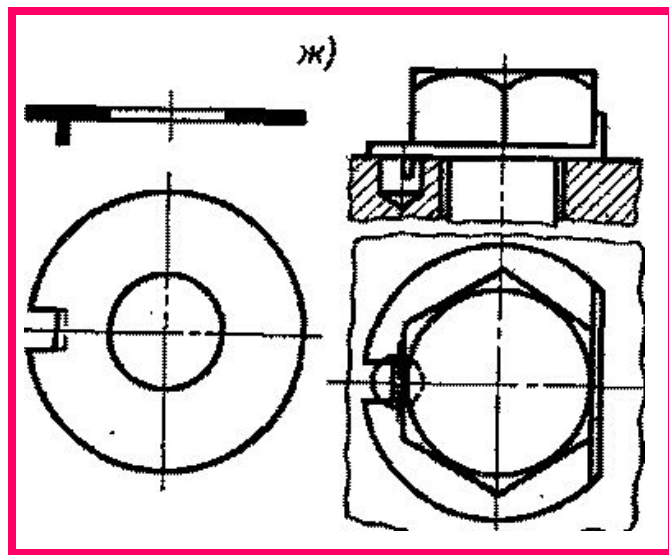
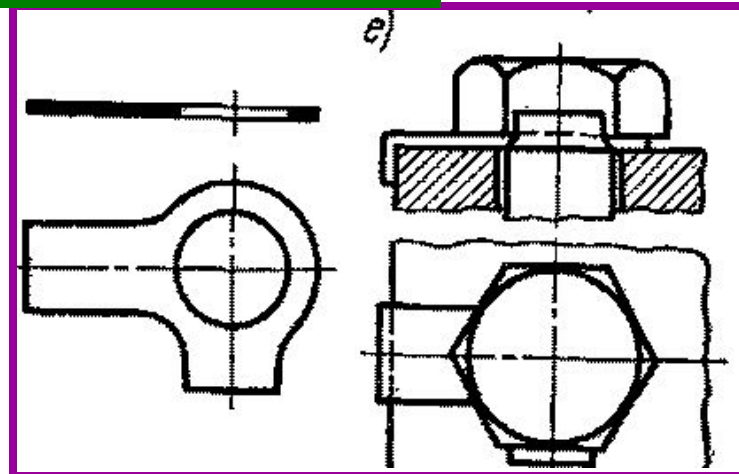
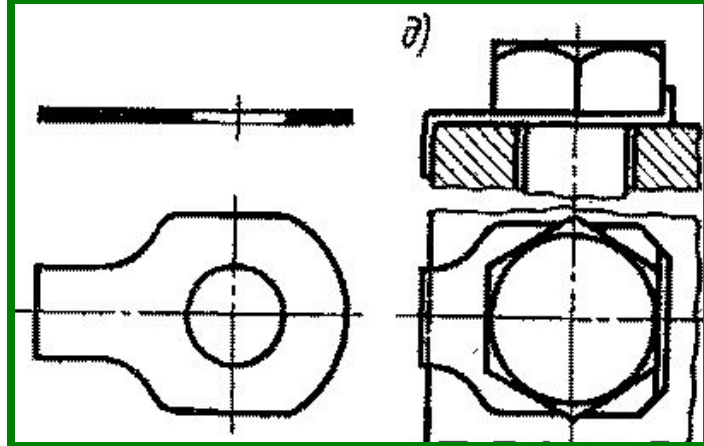
Овальрным обжатием  
цилиндрического хво-  
стовика гайки



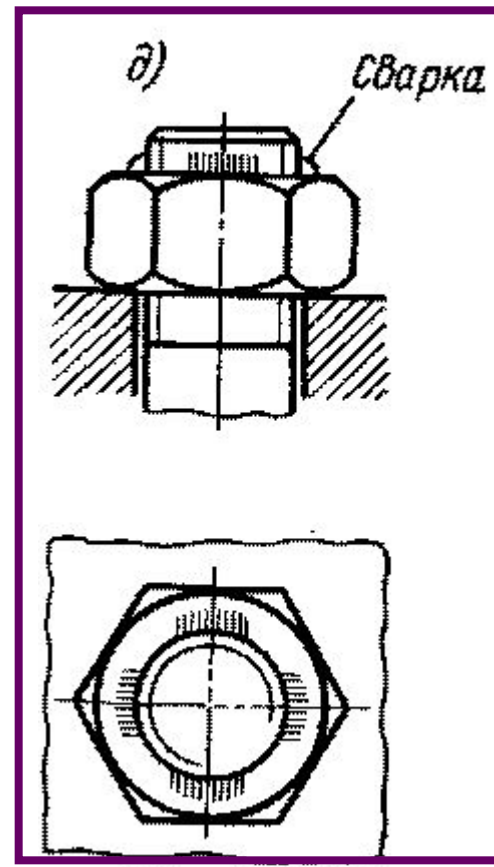
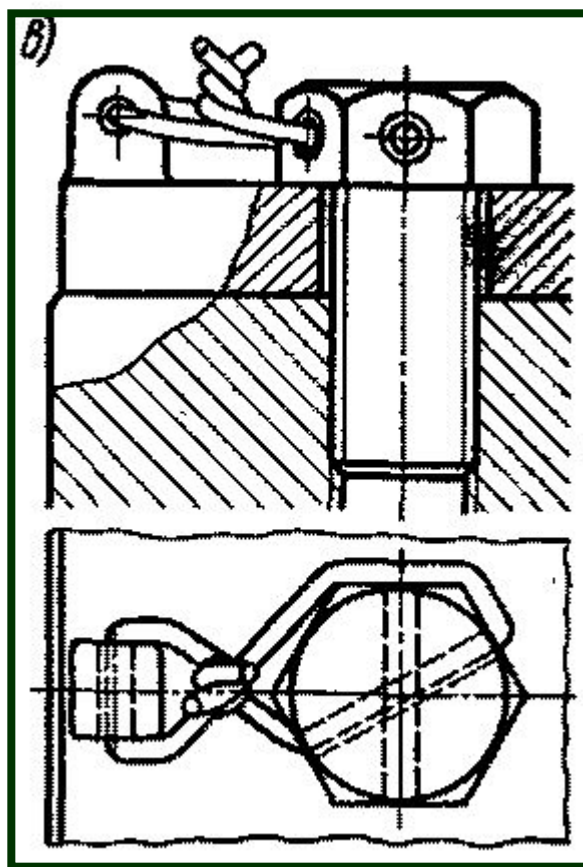
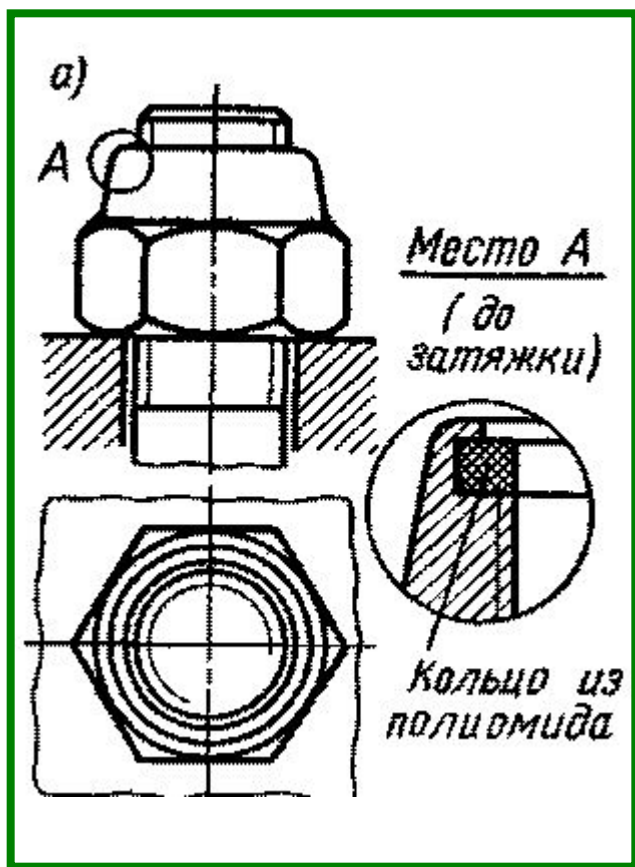
Болт условно не  
показан



К замкам общего назначения второй группы относятся; шплинт (з), шайба стопорная с одной лапкой (д), шайба стопорная с двумя лапками (е), шайба стопорная с наружным носком (ж), шайба стопорная с внутренним носком (з).



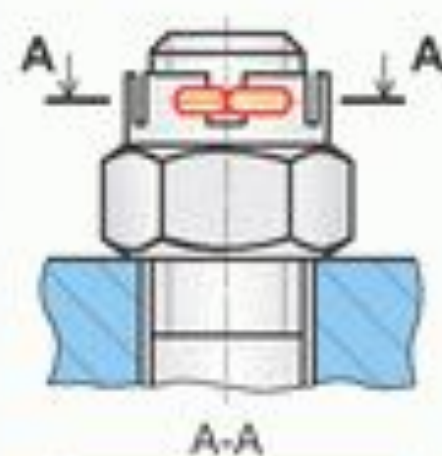
Специальные гаечные замки : стопорное кольцо из полиамида (а), завальцованное в металлическую гайку. В некоторых случаях для стопорения винтов используют проволоку (в). Иногда стопорение гаек и винтов производят приваркой или кернением их к деталям соединений (д)





## СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗАПИРАЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

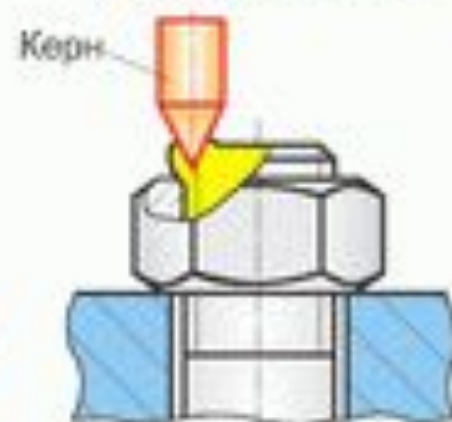
Шплинтом



Обвязкой проволокой



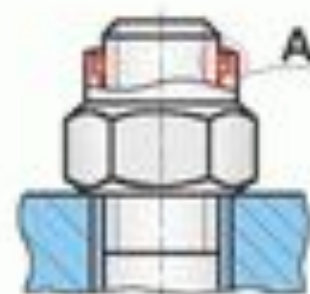
Кернение резьбы





## СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ОСНОВАННЫЕ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ТРЕНИИ

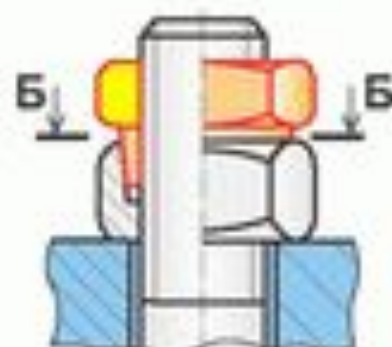
Самотормозящая гайка с полиамидным кольцом



A (Увеличено)



Разрезной контргайкой



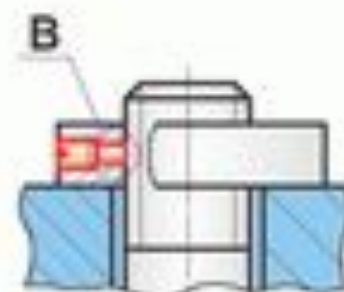
Б-Б



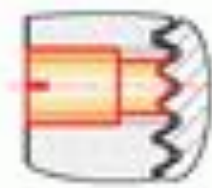
Гайкой с контрящим винтом



Стопорным винтом с мягкой прокладкой



В (Увеличено)





## СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗАПИРАЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

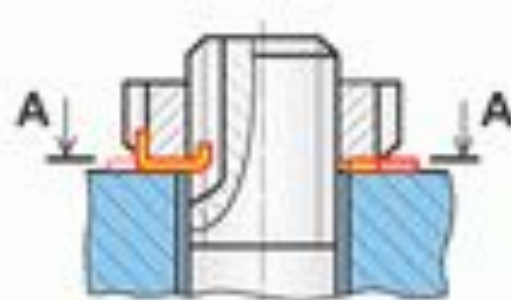
Стопорной шайбой  
с лапкой



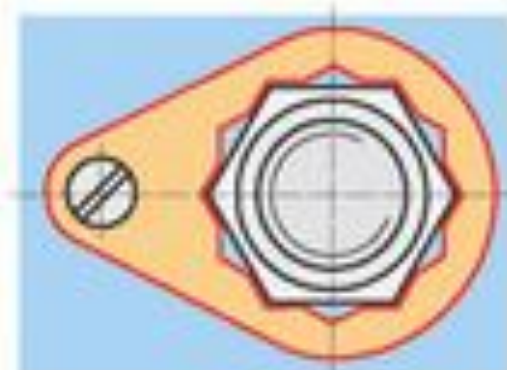
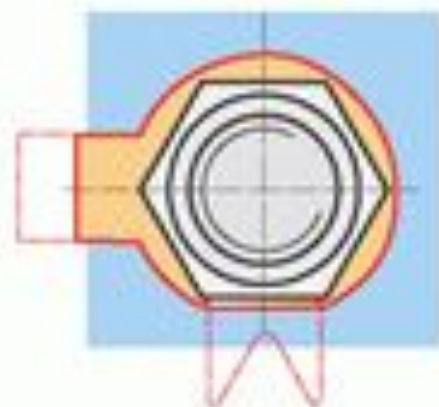
Накладкой, надеваемой  
на гайку



Шайбой многолопчатой



A-A

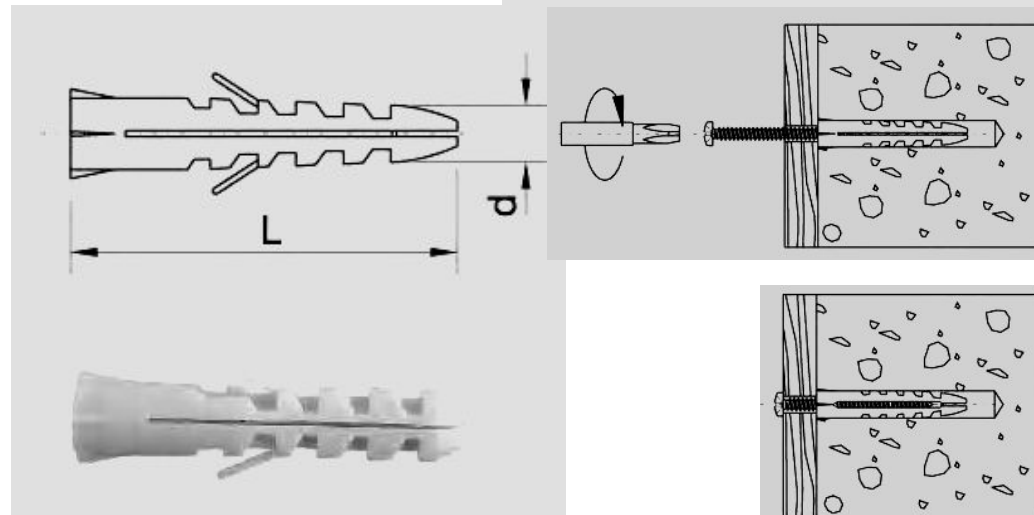
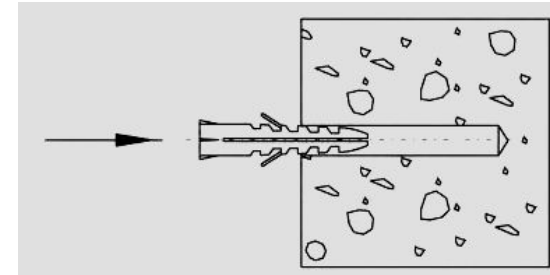
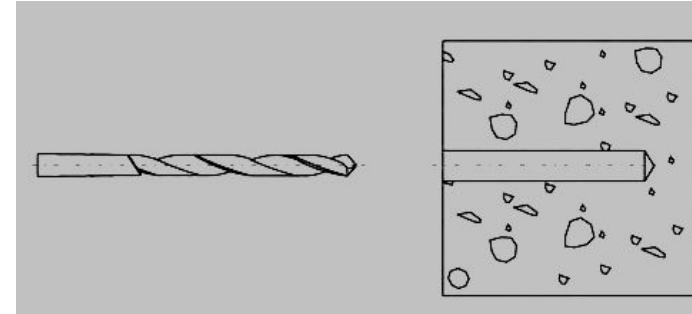
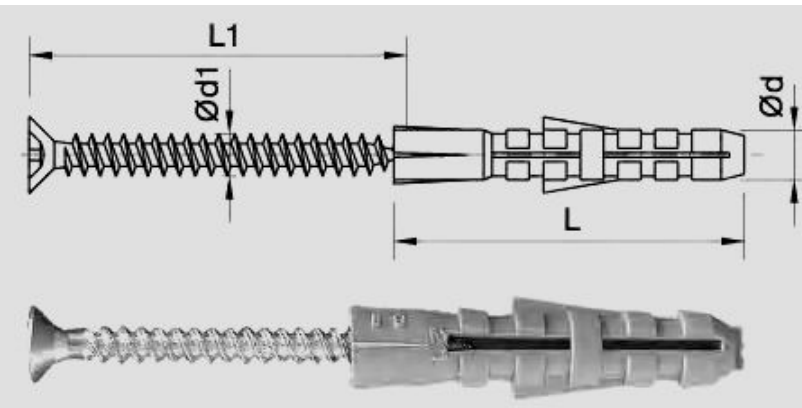
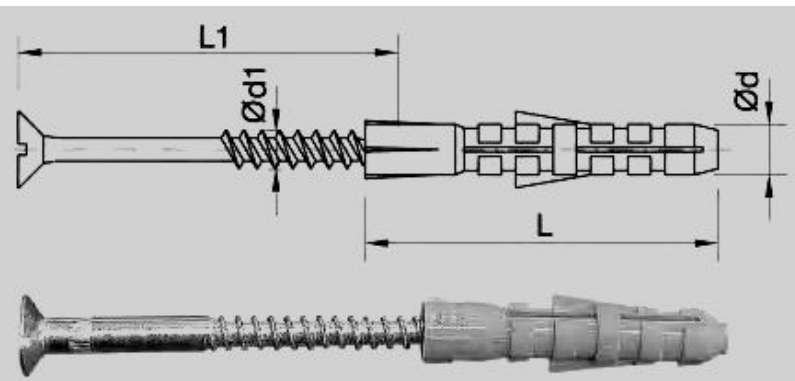




# Крепление деталей к фундаменту и стенам

## Дюбель

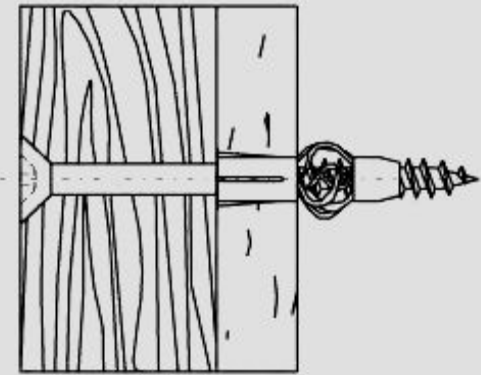
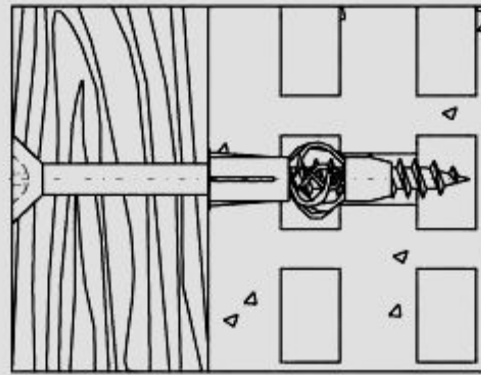
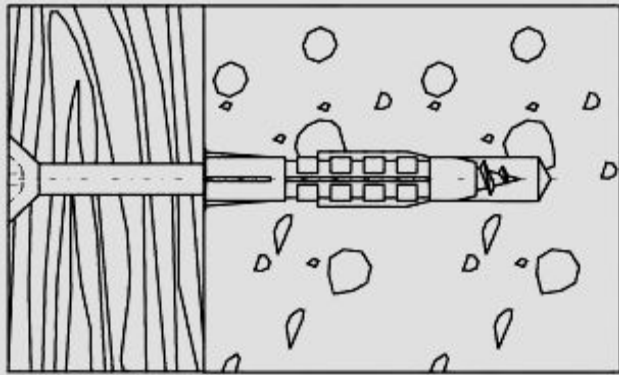
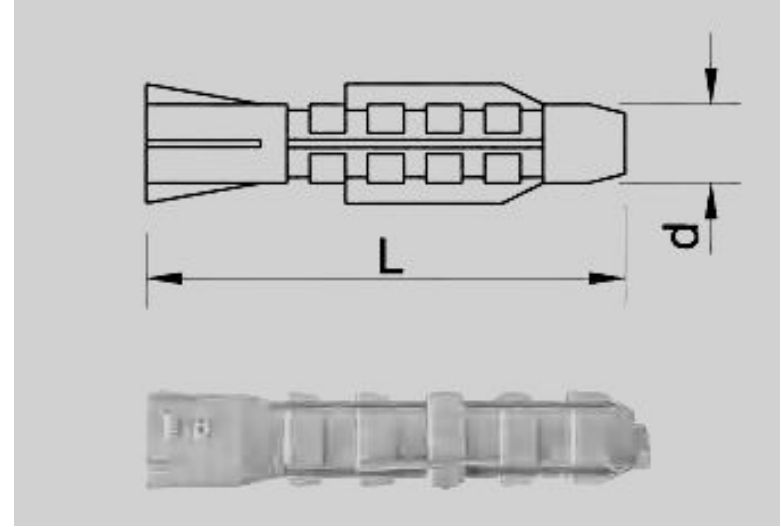
Для посадки в сплошных стройматериалах фундаментов и стен и выполнения крепежа с помощью шурупов и винтов UNIX.  
Полипропилен, нейлон.



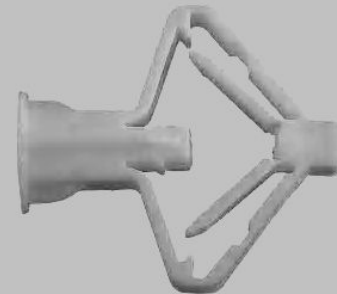
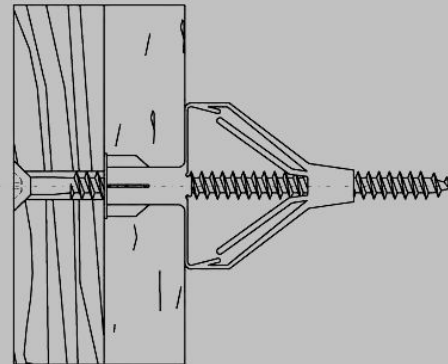
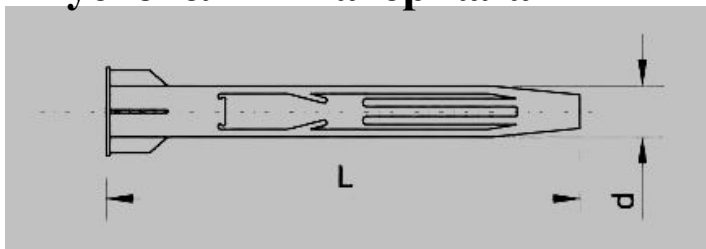
# Дюбель универсальный

Для посадки в сплошных и пустотелых стройматериалах фундаментов и стен и выполнения крепежа с помощью шурупов и винтов UNIX.

Нейлон.



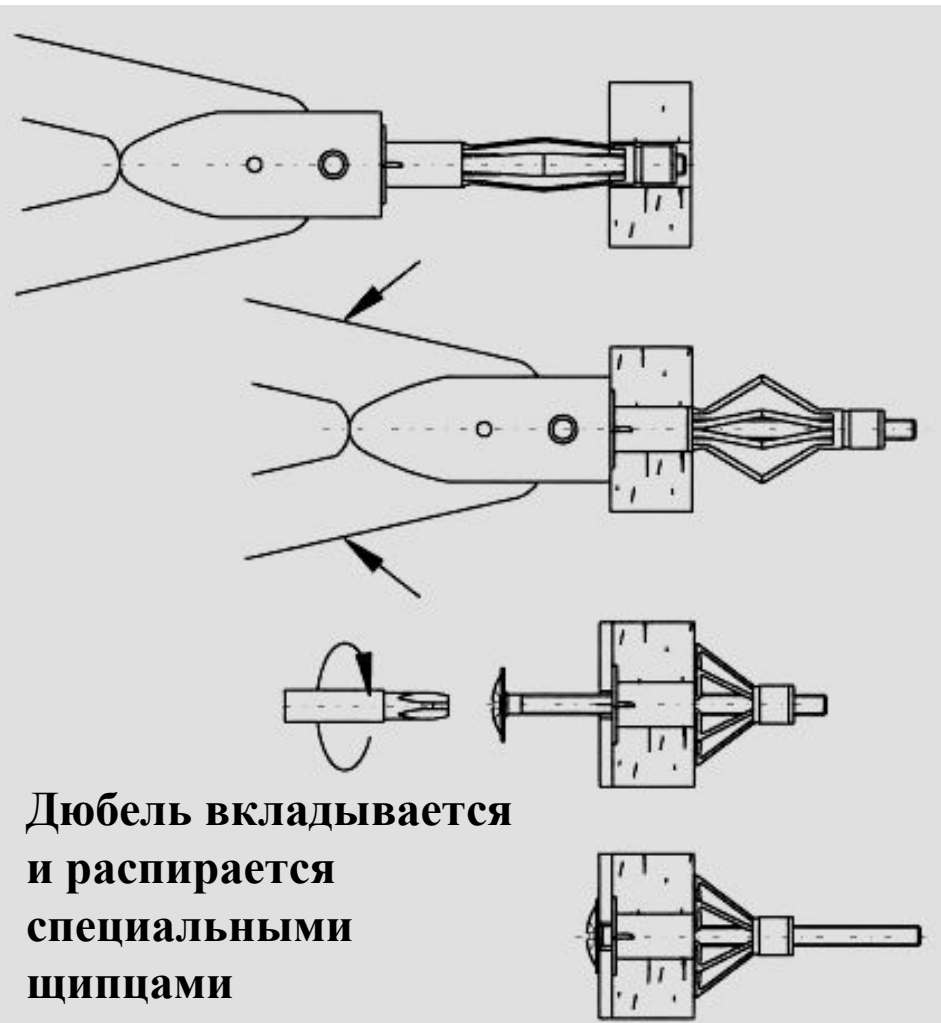
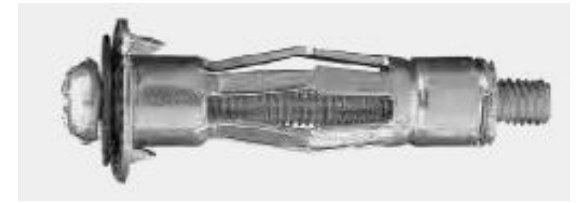
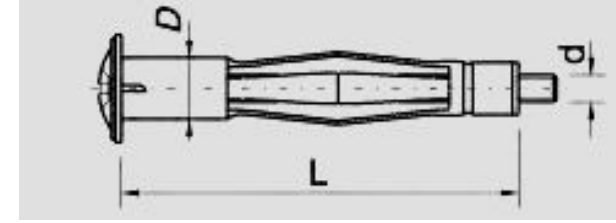
Дюбель для лёгкой посадки в пустотелых материалах



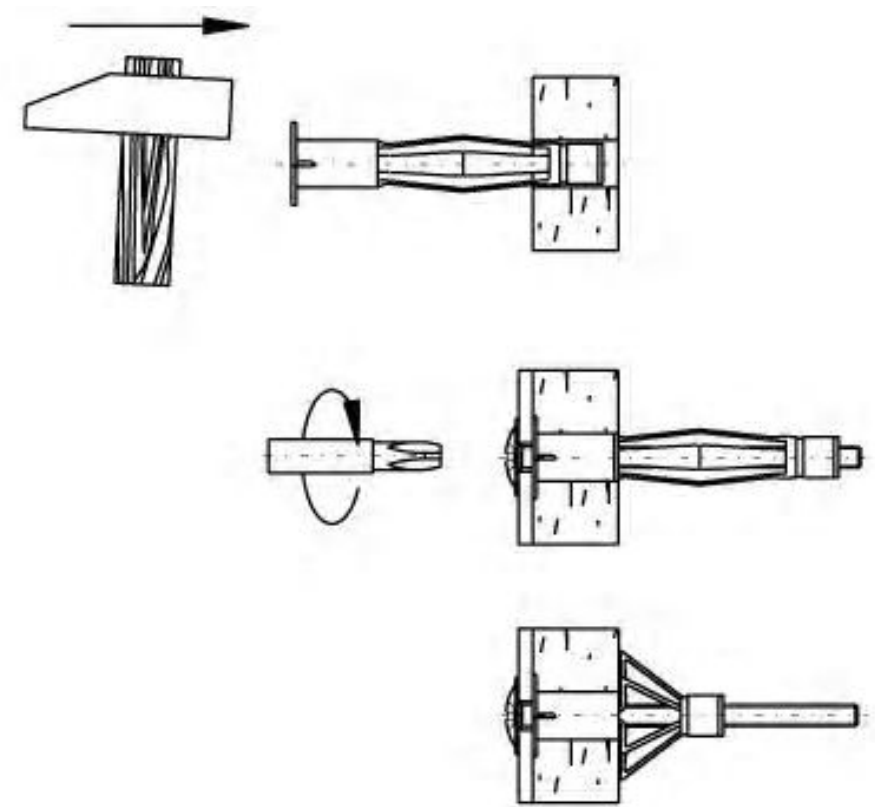
# Дюбель для пустотелых материалов

Крепление деталей к основаниям отличающимся низкой несущей способностью.

Оцинкованная сталь

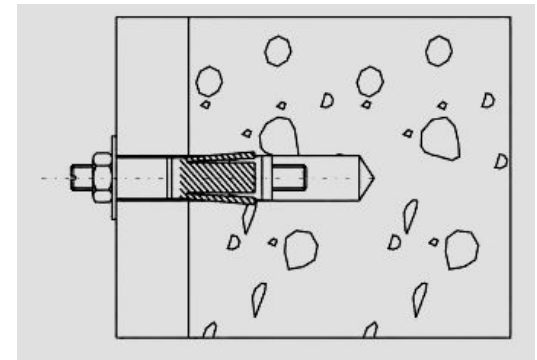
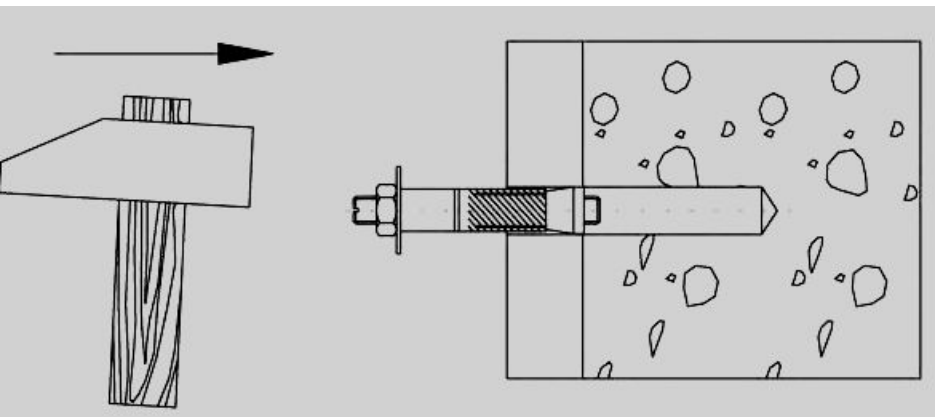
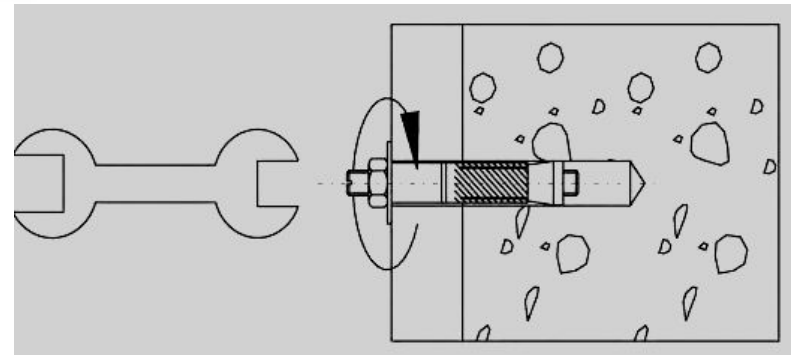
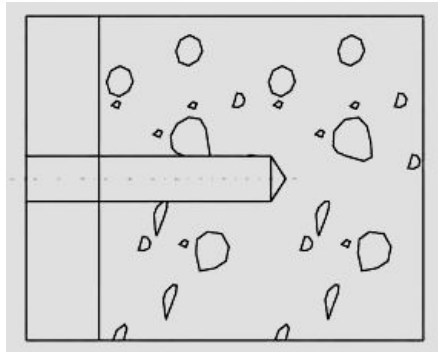
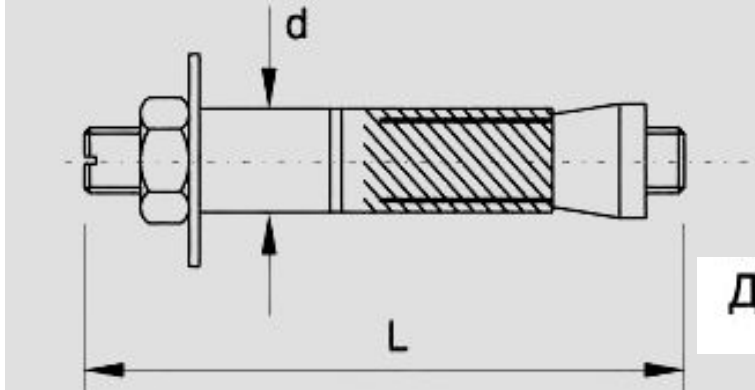


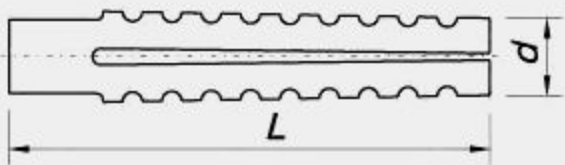
**Дюбель вкладывается и распирается специальными щипцами**



# Соединитель сегментный односторонний

Для выполнения конструкционного крепежа в бетоне.

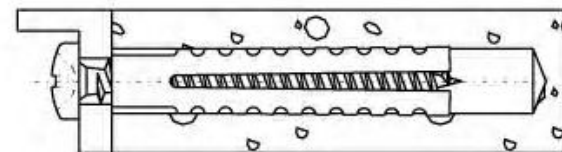
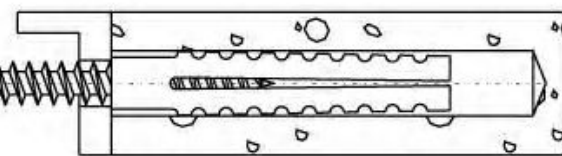
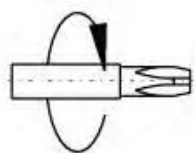
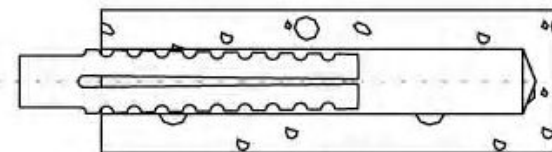
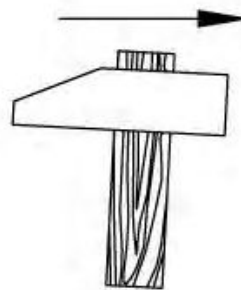
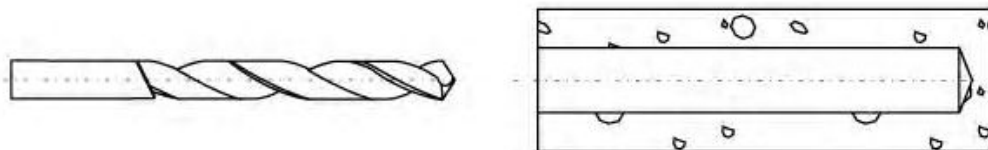




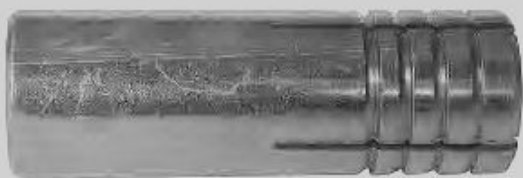
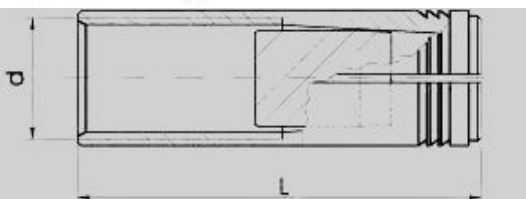
Дюбель стальной  
универсальный



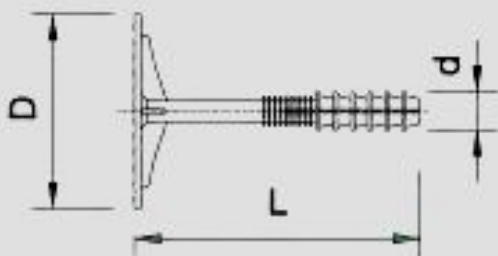
Для крепления деталей в бетонах



Втулка разжимная  
стальная



# Соединители термоизоляции



ŁIA-3

T-01

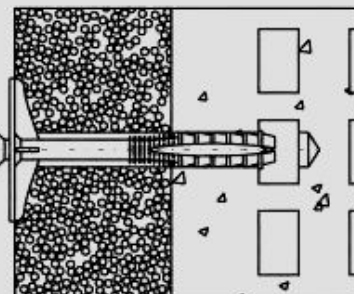
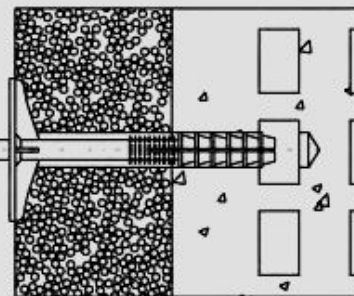
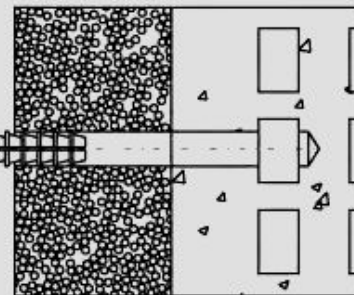
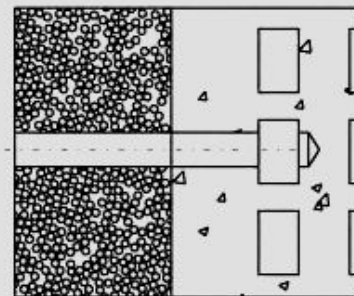
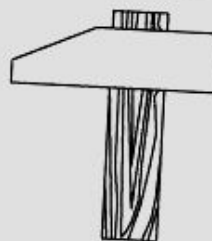
ТАРЕЛКИ:



+

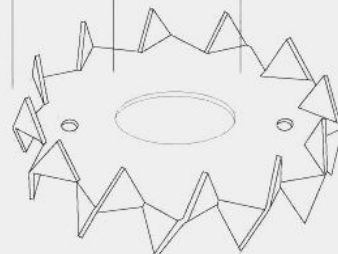
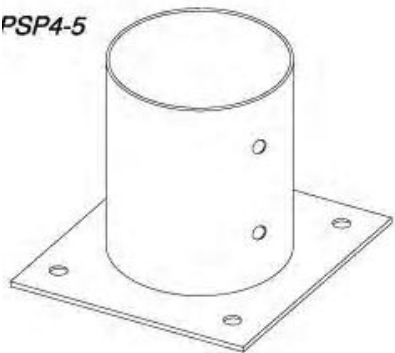


=



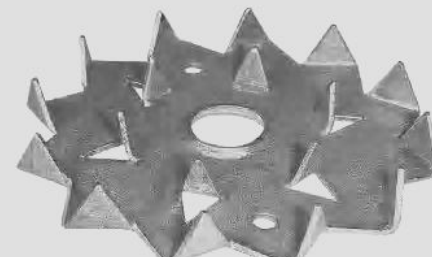
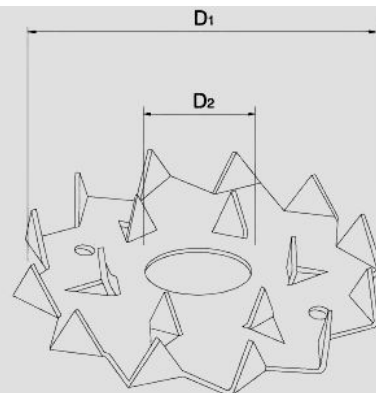
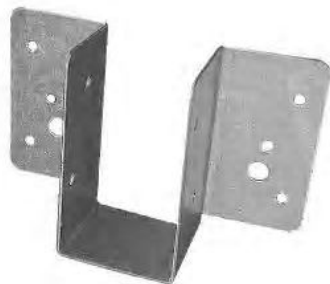
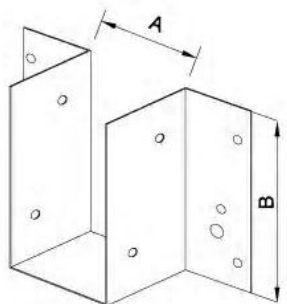
# Строительные соединения

PSP4-5



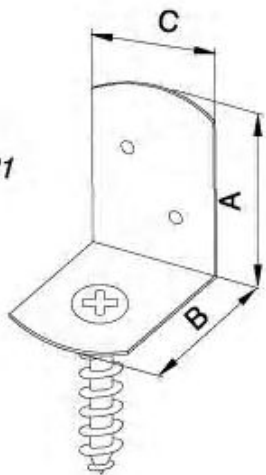
«Бульдог» опора зубчатая двусторонняя

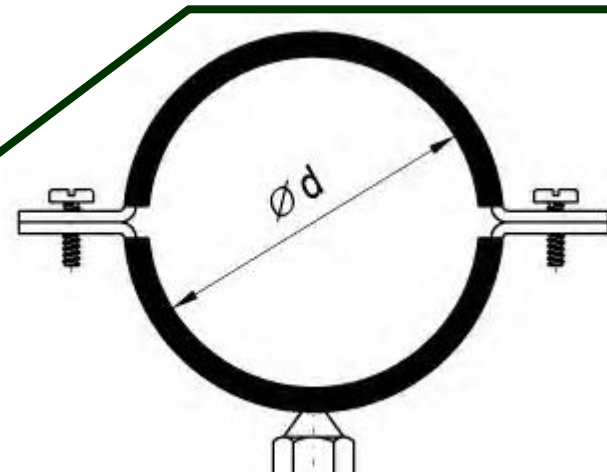
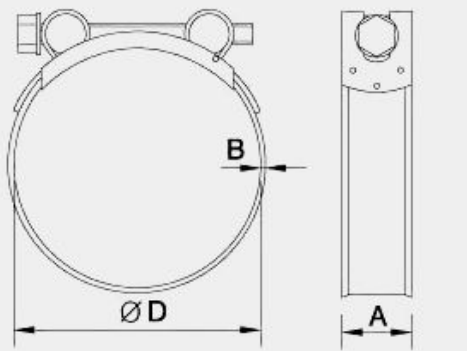
WL1



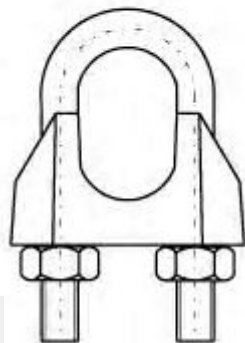
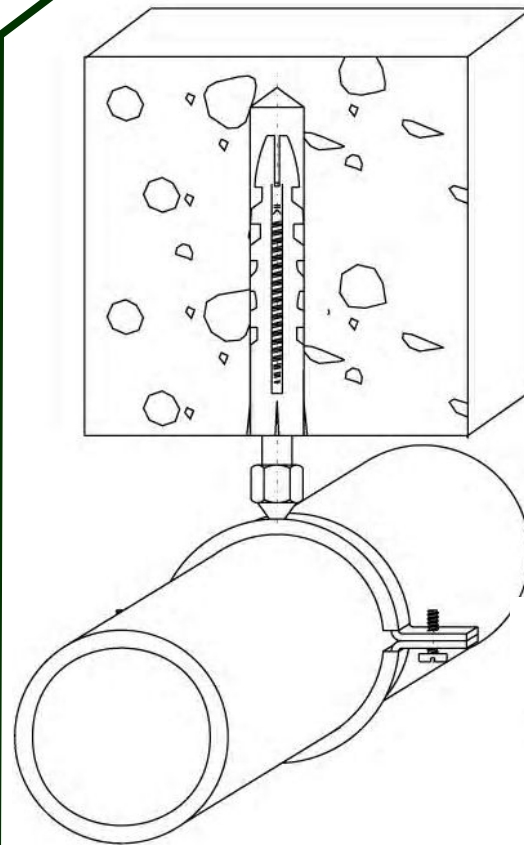
«Бульдог» опора зубчатая односторонняя

OP1





Стальная обойма  
для трубопроводов с  
виброизоляционным  
вкладышем

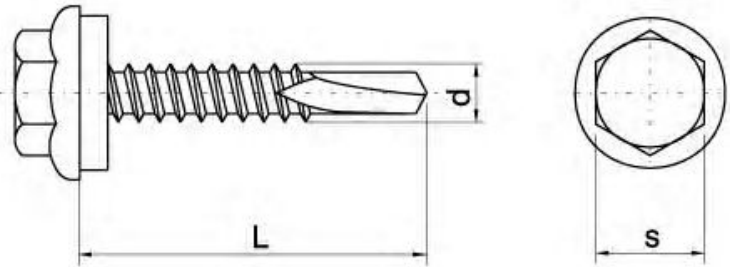


Хомут ROBUST кислотостойкий

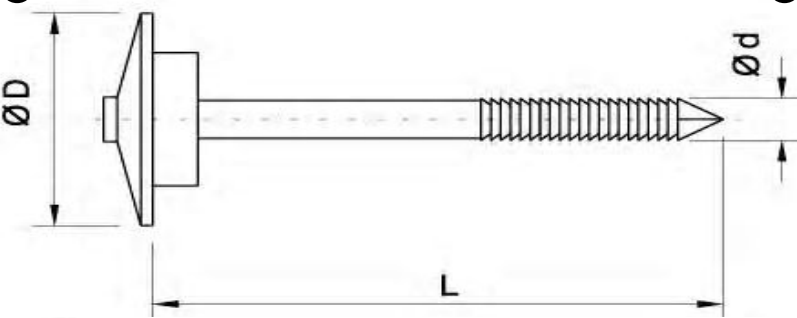


Канатные зажимы.

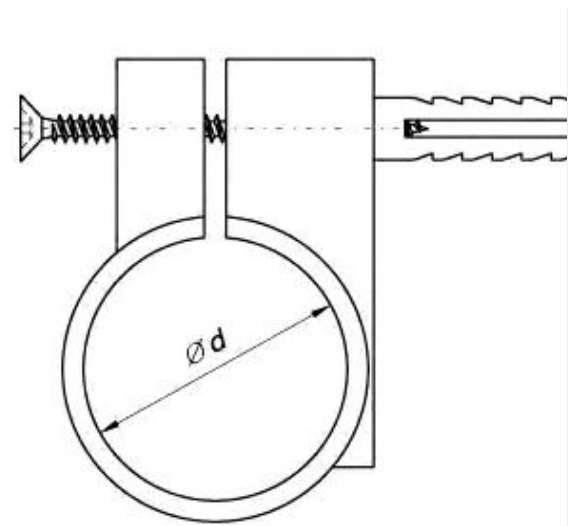




**Винт с самонарезным концом,  
сталь закалённая, оцинкованная  
Шайба EPOM.**

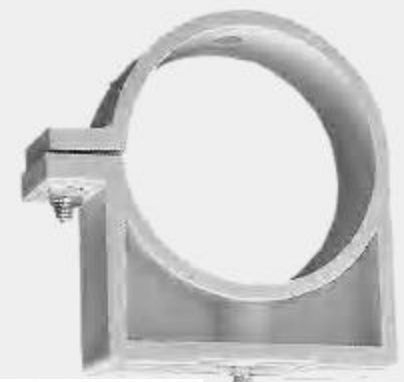
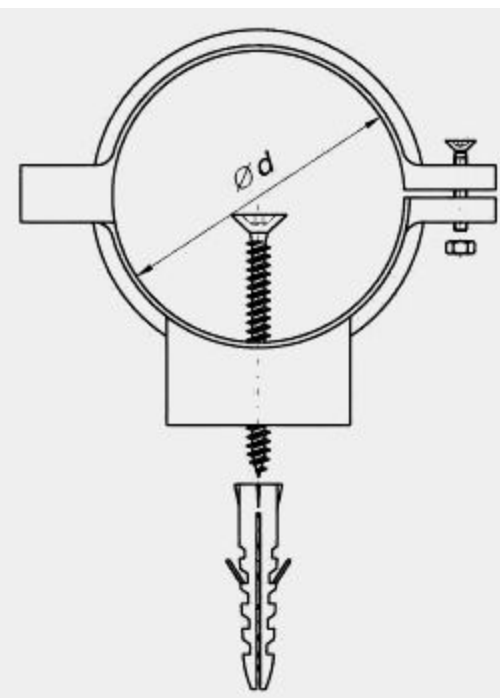


**Гвозди кровельные**

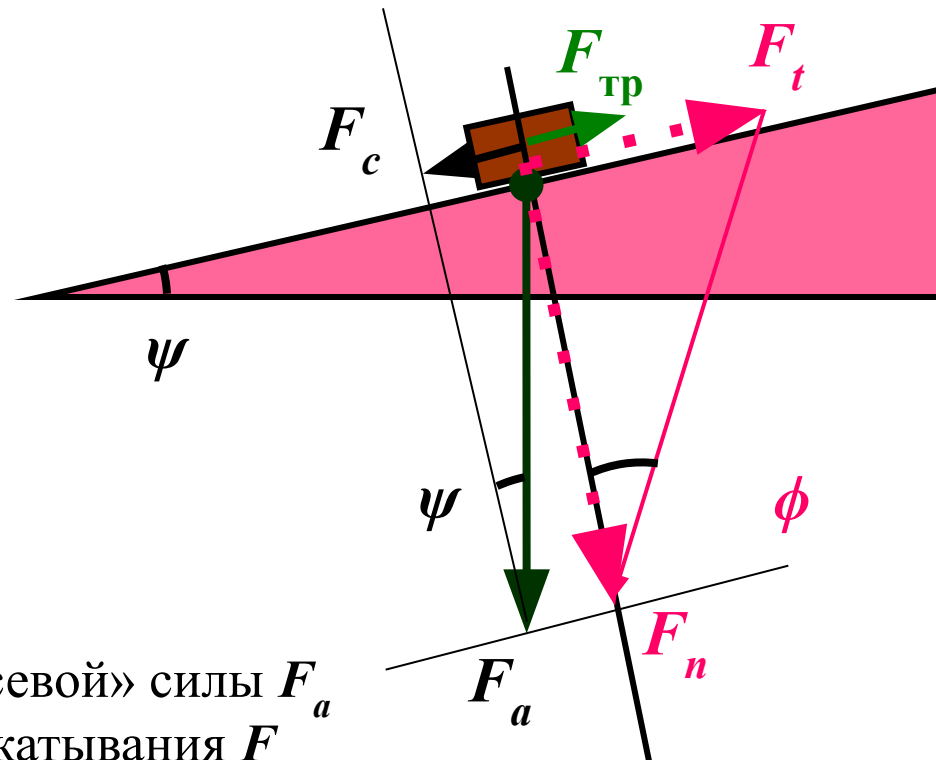
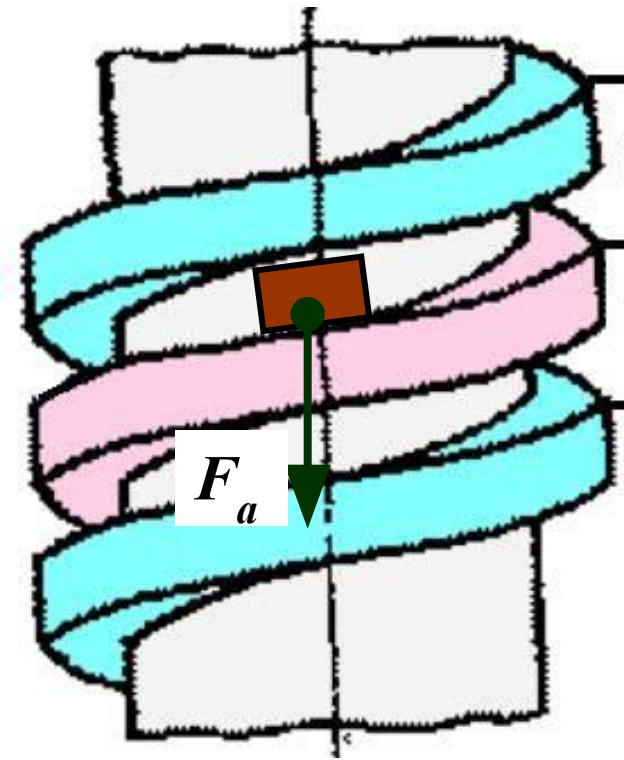


**Скобы пластмассовые  
для трубопроводов**

Полипропилен.



# СИЛОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ, УСЛОВИЯ САМОТОРМОЖЕНИЯ И К. П. Д. ВИНТОВОЙ ПАРЫ



Элемент гайки под действием «осевой» силы  $F_a$  не будет скатываться, если сила скатывания  $F_c$  уравновесится силой трения  $F_{тр}$ . Она не может быть больше  $F_t = f \times F_a \times \cos \psi = F_n \times \operatorname{tg} \phi$

$f$  = коэффициент трения  
 $\phi = \operatorname{arctg} f$  - угол трения

Используя понятие угла трения, можно удобно перестроить треугольники сил, введя свинчивающую (завинчивающую) силу и силу трения им противодействующую. При движении гайки сила трения равна силе трения скольжения

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

При подъёме ползуна (гайки) по наклонной плоскости движущей силой  $F_t$  на высоту, равную ходу резьбы  $P_h$  работа движущих сил

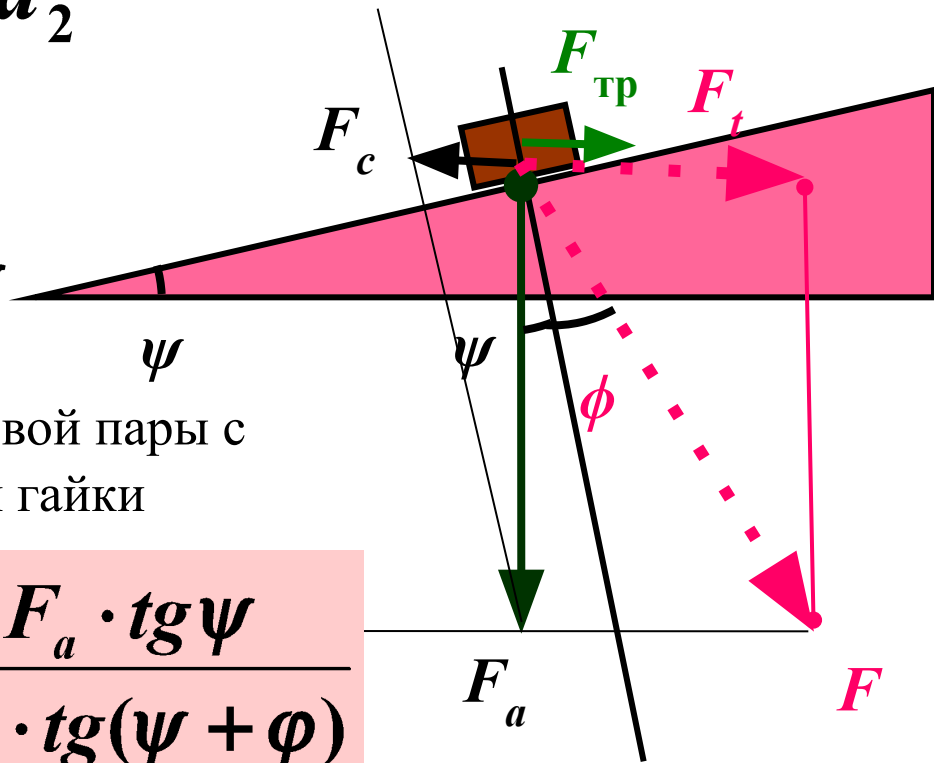
$$W_{\text{д.с}} = F_t \cdot \pi d_2$$

Полезная работа (преобразуется в упругое напряжение винта) при этом составит:

$$W_{\text{пр}} = F_a \cdot P_h = F_a \cdot \pi d_2 \cdot \operatorname{tg} \psi$$

Коэффициент полезного действия  $\eta$  винтовой пары с прямоугольной резьбой при навинчивании гайки

$$\eta = \frac{W_{\text{пр}}}{W_{\text{д.с}}} = \frac{F_a \cdot \pi d_2 \cdot \operatorname{tg} \psi}{F_t \cdot \pi d_2} = \frac{F_a \cdot \operatorname{tg} \psi}{F_a \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi)}$$



По сравнению с прямоугольной резьбой в треугольной и трапецеидальной резьбах трение больше. Для нормальной метрической резьбы  $\alpha = 60^\circ$  и  $f' = 1,15 f$ ; для трапецеидальной резьбы  $\alpha = 30$  и  $f' = 1,04 f$ .

$$\varphi' \approx \frac{\varphi}{\cos(\alpha/2)}; \quad \eta = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\psi + \varphi')}$$

Коэффициент полезного действия  $\eta$  винтовой пары с метрической резьбой

Момент силы, который нужно приложить к гайке при затяжке (раскручивании) зависит от осевого напряжения в болте. На один виток момент равен:

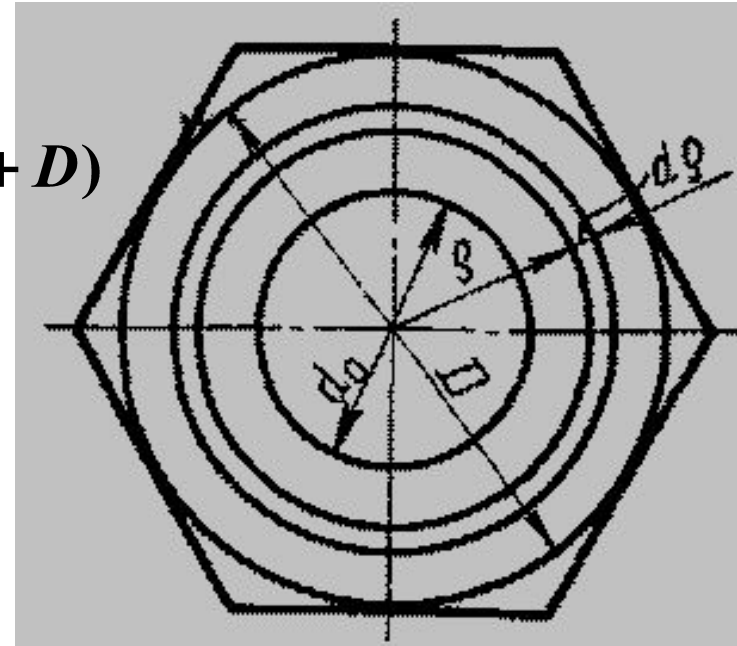
$$T = 0.5 \cdot d_2 \cdot F_a \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi)$$

Момент силы от трения гайки об опорную поверхность можно приближённо рассчитать по соотношению.

$$T_f = f \cdot F_a \cdot \frac{d_c}{2} \quad \text{где:} \quad d_c = 0.5 \cdot (d_o + D)$$

Суммарный момент сил, необходимый для затягивания гайки, имеющей  $n$  витков

$$T_\Sigma = T_f + n \cdot T$$



# Расчет болтов, винтов и шпилек при действии статических нагрузок

Выход из строя болтов и винтов обычно происходит:

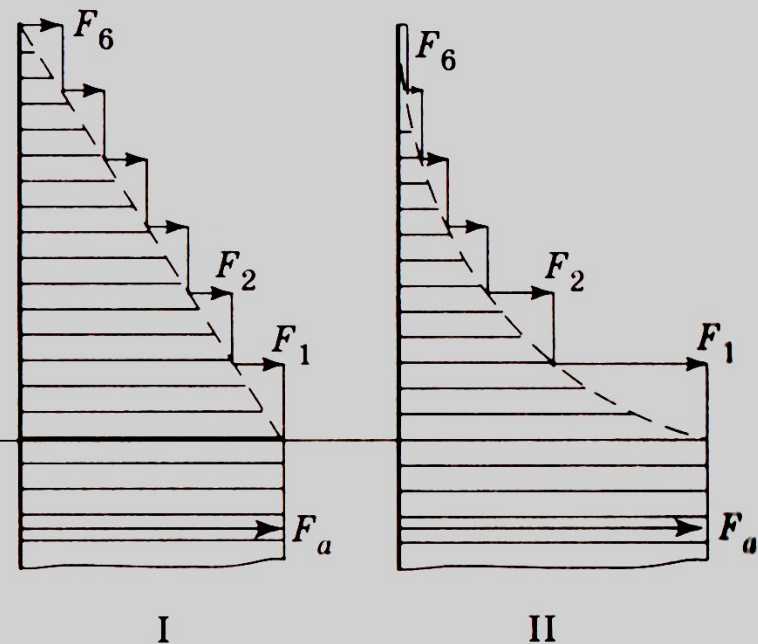
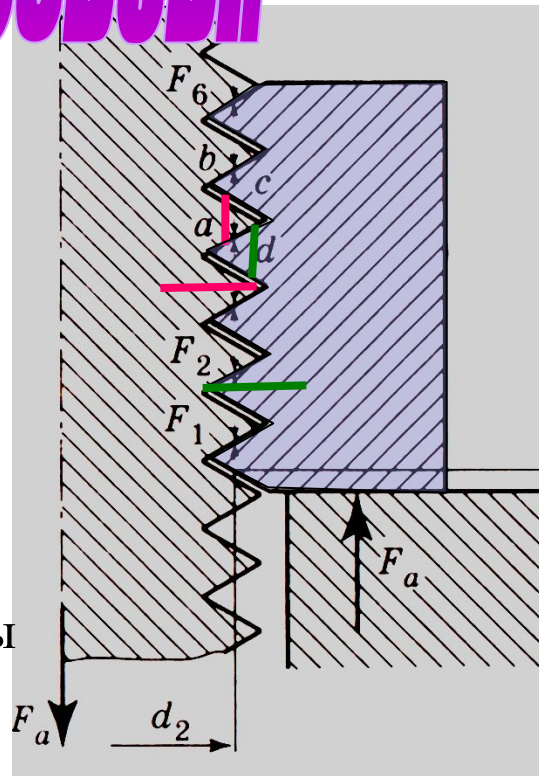
*в результате разрушения или повреждения резьбы*

*вследствие разрыва стержня по резьбе или  
переходному сечению у головки,*

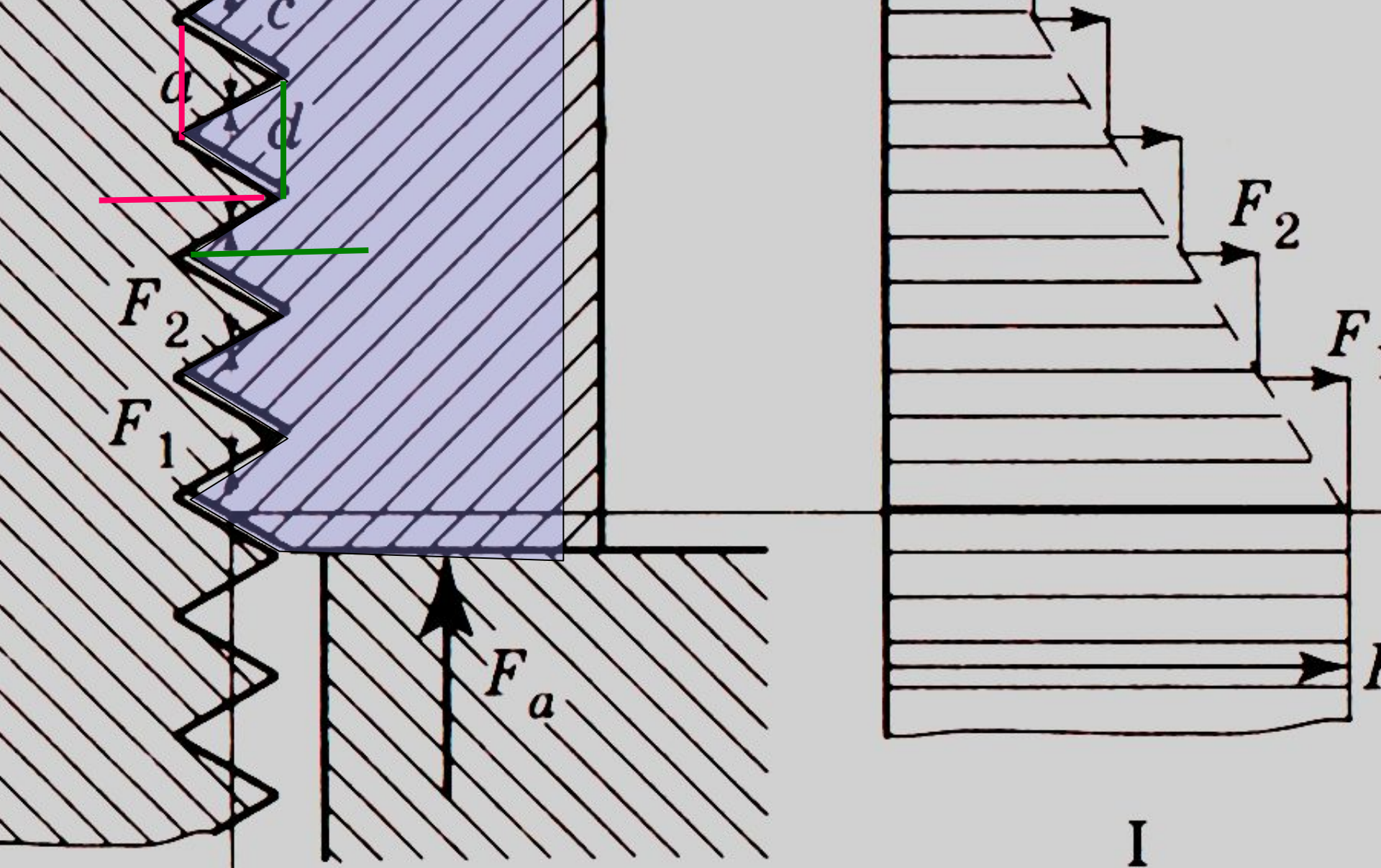
*из-за разрушения головки.*

# Прочность резьбы.

В соединении винт— гайка осевая нагрузка  $F_a$  передается через резьбу гайке. Если стержень винта и тело гайки имеют абсолютную жесткость то каждый виток резьбы воспринимает одинаковую часть,

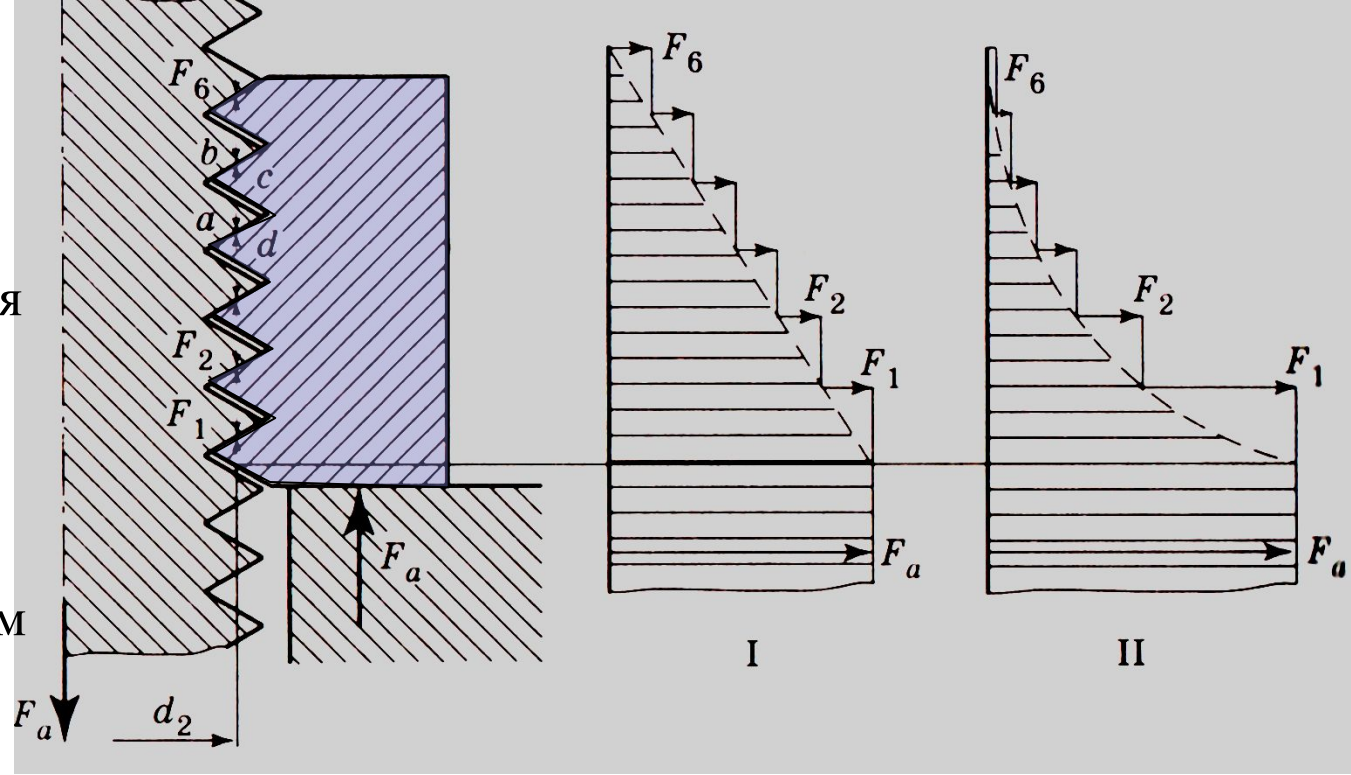


нагрузки  $F_1 = F_2 = \dots = F_a / n$  и осевая нагрузка в сечениях винта и гайки будет изменяться равномерно по длине свинчивания и соответствовать эпюре 1. При этом по линии  $ab$  в витке болта и по линии  $cd$  в нитке гайки возникают напряжения среза и изгиба, а по линиям  $bc$  и  $ad$  — напряжения смятия.



по линии  $ab$  в витке болта и по линии  $cd$  в нитке гайки  
 возникают напряжения среза и изгиба, а по линиям  $bc$  и  
 $ad$  — напряжения смятия.

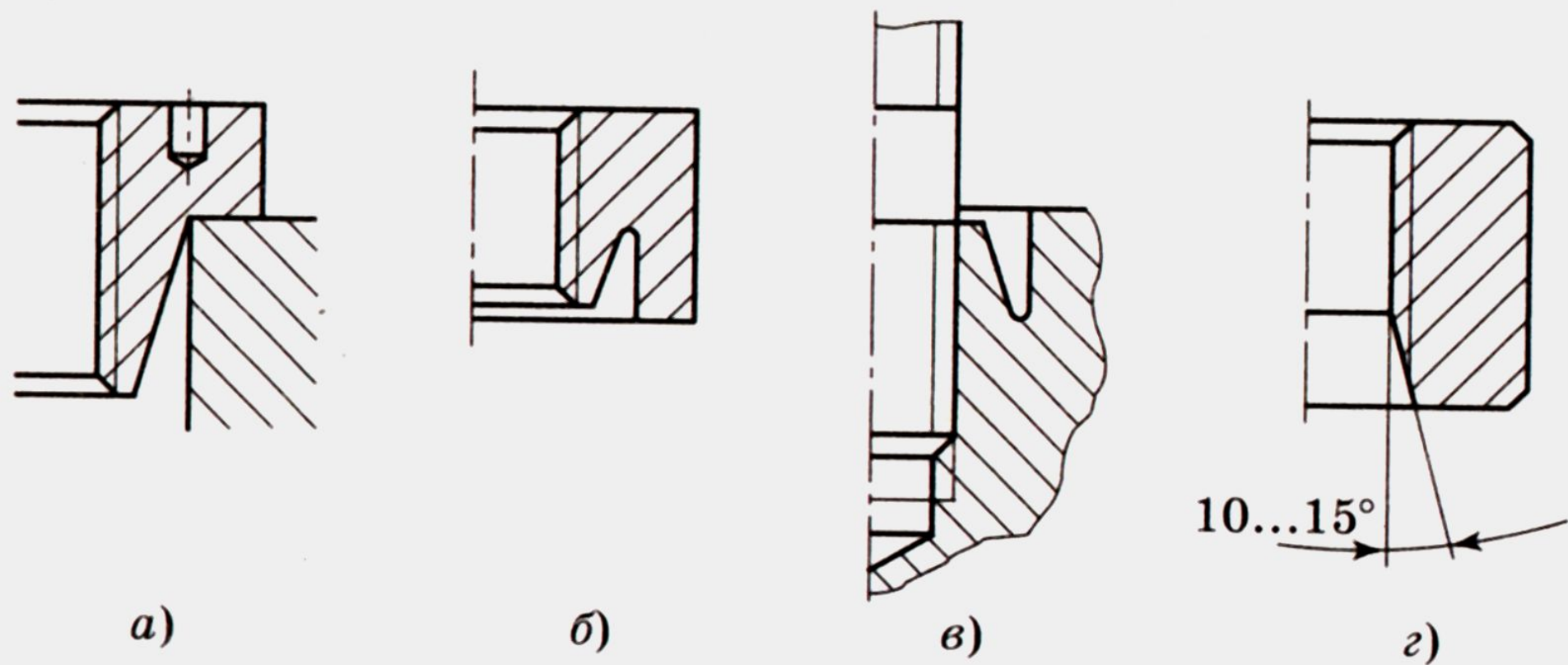
Однако, под действием приложенной к винту нагрузки участок стержня винта в зоне свинчивания удлиняется на определенную величину, а соответствующий ему участок тела гайки укорачивается. При этом нитки резьбы, расположенные на



рассматриваемых участках, подвергаются деформации. Участки винта и гайки, расположенные ближе к опорной поверхности гайки, нагружены большей силой, поэтому растягиваются и сжимаются на большую величину, а значит, больше деформируются и нитки резьбы, принадлежащие этим участкам, т. е. эти нитки передают большую нагрузку. Неравномерность распределения нагрузки по длине свинчивания для стандартной гайки с шестью витками в предположении абсолютно точной резьбы показана на эюре II. Первый от опорной поверхности виток воспринимает не менее 33% общей нагрузки, а последний — менее 8% .



В соединении винт—гайка одним из эффективных путей выравнивания нагрузки по ниткам резьбы является изменение конструкции гайки с целью замены деформации сжатия деформацией растяжения, для этого применяются висячие гайки (а), гайки с поднутрением (б) и специальные конструкции зон расположения гнезд для шпилек в корпусных деталях (в), срезом части нижних витков на гайке (г), для увеличения их податливости и снижения нагрузки.



Выравниванию нагрузки способствует также изготовление резьбы гайки с большим шагом, чем шаг резьбы винта. При нагружении шаг резьбы винта и гайки уравнивается – выравнивается и нагрузка на витки.

Для одного витка резьбы можно написать следующие условия прочности:

на срез для  
одного витка

$$\tau_c = \frac{F_1}{(\pi d_2 \cdot k \cdot P)} \leq [\tau_c]$$

P - шаг резьбы, k - коэффициент полноты резьбы.

на смятие одного  
витка резьбы

$$\sigma_{см} = \left[ \frac{4F_1}{\pi(d^2 - d_1^2)} \right] \leq [\sigma_{см}]$$

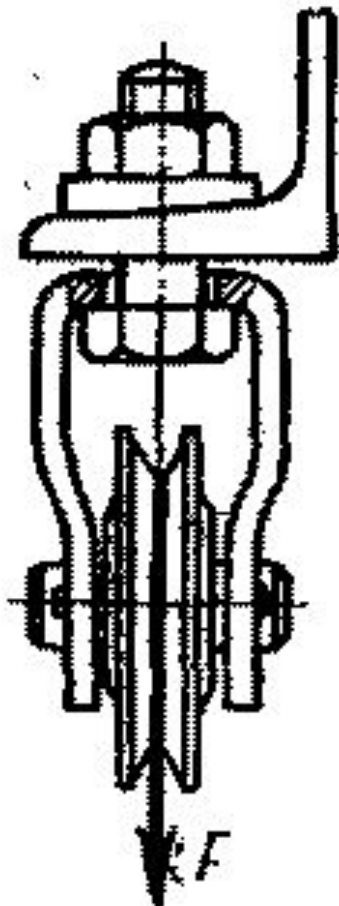
Если высота гайки  $H > 0,8d$  или глубина ввинчивания винта или шпильки в деталь из стали  $H_1 > d$ , а в деталь из легкого металла  $H_1 > 2d$ , то прочность стандартной резьбы больше прочности стержня болта (винта, шпильки) на разрыв.

Поэтому обычно расчёт прочности резьбового соединения производят по основному критерию работоспособности — прочности нарезанной части стержня. Из расчета стержня на прочность определяют номинальный диаметр резьбы болта, длину болта принимают в зависимости от толщины соединяемых деталей. Остальные размеры болта, а также гайки, шайбы и гаечного замка принимают в зависимости от диаметра резьбы по соответствующим ГОСТам.

табл.1

Марк а стали по ГОСТ 380	Допускаемые напряжения, кгс/см <sup>2</sup>													
	При растяжении [ σ р ]			При изгибе [ σ из ]			При кручении [ τ кр ]			При срезе [ τ ср ]			При смятии [ σ см ]	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Ст 2	1150	800	600	1400	1000	800	850	650	500	700	500	400	1750	1200
Ст 3	1250	900	700	1500	1100	850	950	650	500	750	500	400	1900	1350
Ст 4	1400	950	750	1700	1200	950	1050	750	600	850	650	500	2100	1450
Ст 5	1650	1150	900	2000	1400	1100	1250	900	700	1000	650	550	2500	1750
Ст 6	1950	1400	1100	2300	1700	1350	1450	1050	800	1150	850	650	2900	2100

# Прочность болта



1. Болт нагружен осевой растягивающей силой; предварительная и последующая затяжка его отсутствуют.

Условие прочности болта

$$\sigma_p = \frac{F}{(\pi \cdot d_1^2 / 4)} \leq [\sigma_p]$$

Где  $\sigma_p$  – расчетное напряжение растяжения в поперечном сечении нарезанной части болта;  $F$  – сила, растягивающая болт;  $d_1$  – внутренний диаметр резьбы болта;  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение на растяжение болта.

Отсюда вытекает зависимость для проектного расчета болта:

$$d_1 \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F}{[\sigma_p]}}$$



## II. Болт испытывает растяжение и кручение, обусловленные затяжкой.

Напряжение в теле болта ориентировано не вдоль оси, кроме того появляются скручивающиеся напряжения.

$$\sigma_{\vartheta} = \sqrt{\sigma_p^2 + 3\tau_k^2}.$$

Для метрической резьбы  $\sigma_{\vartheta} = 1,3\sigma_p$ .

Болт, работающий одновременно на растяжение и кручение, можно рассчитывать только на растяжение по допускаемому напряжению на растяжение, уменьшенному в 1,3 раза, или по расчетной силе, увеличенной по сравнению с силой, растягивающей болт, в 1,3 раза.

Таким образом, для стандартных стальных болтов с метрической резьбой можно использовать соотношение для проектного расчёта.

$$d_1 = \sqrt{4 \cdot 1,3 \cdot F / (\pi \cdot [\sigma_p])}$$

$$d_1 \geq 1,3 \cdot \sqrt{\frac{F}{[\sigma_p]}}$$

