

# Соединения деталей

- **Разъёмными** называют соединения, которые можно разобрать на отдельные детали без механического разрушения (болтовое, винтовое, трубное, шпилечное, шпоночное и т.д.)
- **Неразъёмными** называют соединения, которые нельзя разобрать на отдельные детали без механического разрушения (сварка, пайка, склеивание)

# 1. Разъёмные соединения

- **Резьбовыми** называют соединения, позволяющие соединить между собой детали с помощью резьбы (болтовое, шпилечное, трубное, винтовое и т.д.)
- **Нерезьбовыми** считают соединения, полученные без применения резьбы (шпоночные, шлицевые, зубчатые т.д.)

# 1.1. Резьбовые соединения

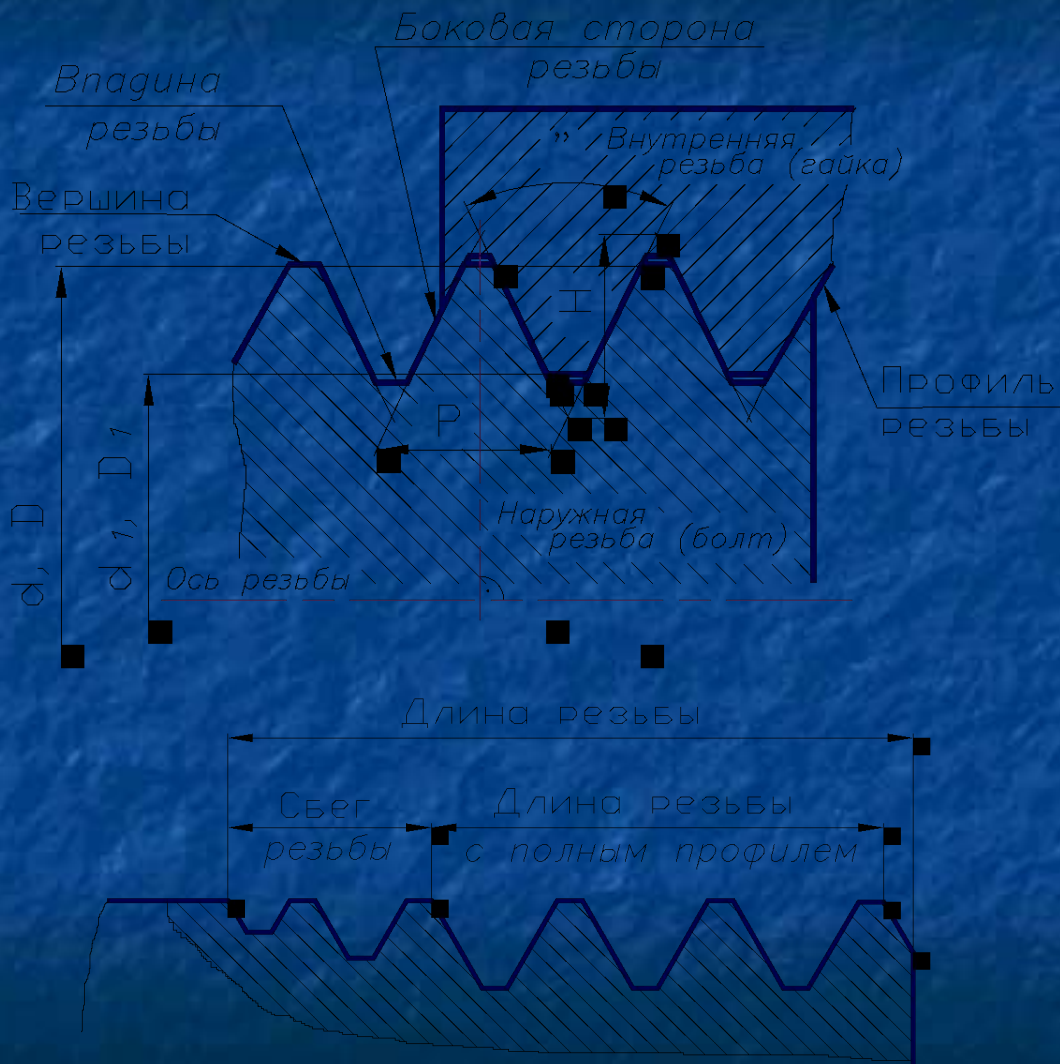
Резьба – это винтовая поверхность, образованная движением плоского контура по цилиндрической (конической) винтовой линии.

**Резьбы классифицируются:**

- по форме поверхности, на которой они нарезаны (цилиндрические, конические);
- по расположению резьбы на поверхности (наружная, внутренняя);
- по форме профиля (треугольные, прямоугольные, трапецеидальные, круглые);
- по назначению (крепежные, крепежно-уплотнительные, ходовые, специальные);
- левые или правые;
- однозаходные и многозаходные.

Все резьбы делятся на стандартные и нестандартные.

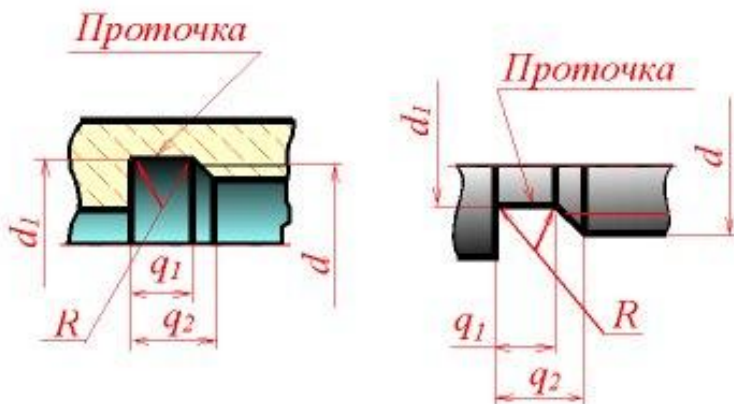
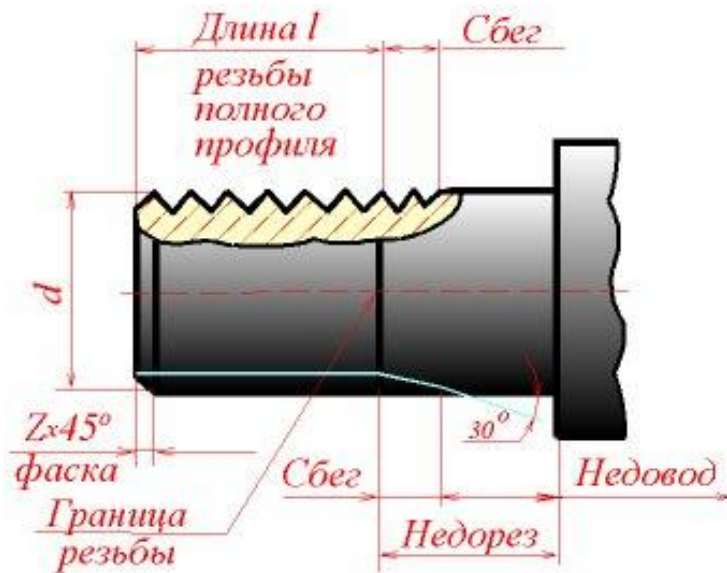
# Параметры резьбы



# Изображение резьбы

- Независимо от профиля и размеров все резьбы изображаются одинаково: на стержне – сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими – по внутреннему диаметру.
- На видах, перпендикулярных оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу на три четверти окружности сплошной тонкой линией;
- в отверстии - по внутреннему диаметру основной линией, по наружному диаметру тонкой линией.
- Границу резьбы на видах и разрезах изображают сплошной основной линией.
- В обозначение резьбы включают условный знак профиля резьбы, наружный диаметр и шаг резьбы (M20x1, G 1/2 ).
- На разрезах резьбового соединения в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня.

# Сбег и проточки при нарезании резьбы



Участок конечных витков резьбы, имеющих неполный профиль, называется *сбегом* резьбы. Сбег резьбы образуется при отводе режущего инструмента или от его заборной части.

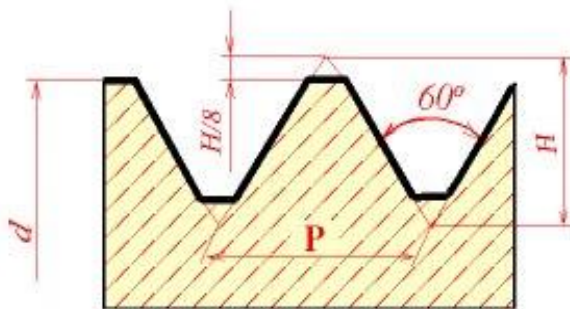
Сбег резьбы на чертежах, как правило, не изображается. За длину резьбы принимается длина резьбы полного профиля, в которую включается фаска, выполненная на конце стержня или в начале отверстия.

# Тип резьбы

Тип резьбы	Условное обозначение типа резьбы	Параметры резьбы, указываемые на чертеже	Примеры обозначения резьб на чертеже
Метрическая с крупным шагом (60°)	M	Наружный диаметр, поле допуска, буквы LH для левой резьбы	Наружной: M8-6g Внутренней: M8-7H Левой резьбы: M8LH-6g, M8LH-6H
Метрическая с мелким шагом (60°)		Наружный диаметр, шаг, поле допуска, буквы LH для левой резьбы	Наружной: M8×1-6g Внутренней: M8×1-6H Левой резьбы: M8×1LH-6g, M8×1LH-6H
Триглицендальная многозаходная (30°)	Tr	Наружный диаметр, ход и, в скобках, буквы P и числовое значение шага, буквы LH для левой резьбы, поле допуска	Наружной: Tr 20×8(P4)-8l Внутренней: Tr20×8(P4)-8H Левой резьбы: Tr20×8(P4)LH-8l, Tr20×8(P4)LH-8H
Упорная (33°)	S	Наружный диаметр, шаг, буквы LH для левой резьбы, поле допуска	S80×10-7h S80×10LH-7H
Трубная цинторическая (55°)	G	Обозначение размера резьбы, класс точности, буквы LH для левой резьбы	G1-A G1-B G1LH-A G1LH-B
Трубная коническая (55°)	R-наружная резьба Rc- внутренняя резьба	Обозначение размера резьбы, буквы LH для левой резьбы	Наружной: R1 <sup>1/2</sup> Внутренней: Rc1 <sup>1/2</sup> Левой резьбы: R1 <sup>1/2</sup> LH, Rc1 <sup>1/2</sup> LH

# Профиль резьбы

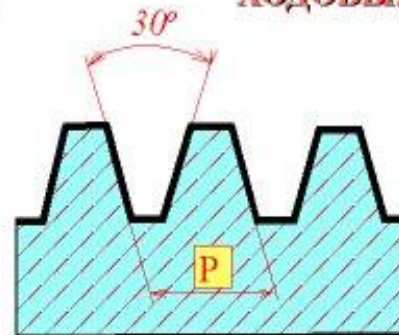
Метрическая резьба



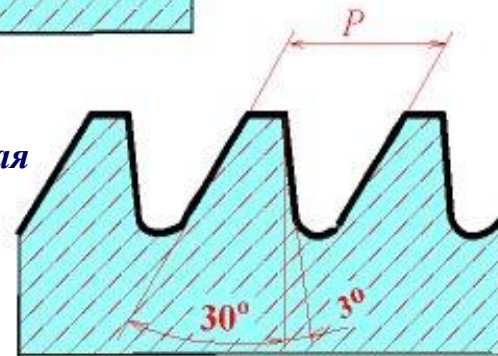
КРЕПЕЖНЫЕ РЕЗЬБЫ

ХОДОВЫЕ РЕЗЬБЫ

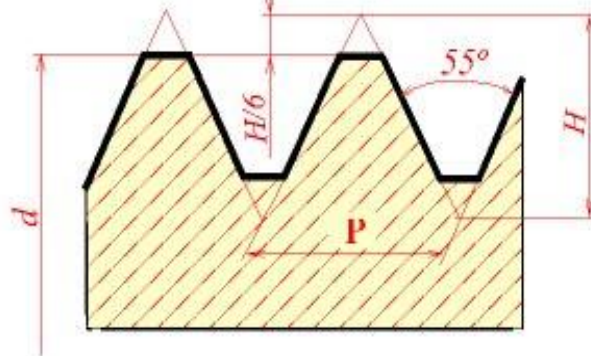
Трапецевидальная резьба



Упорная резьба

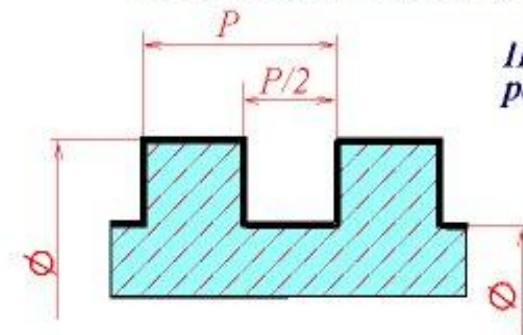


Дюймовая резьба

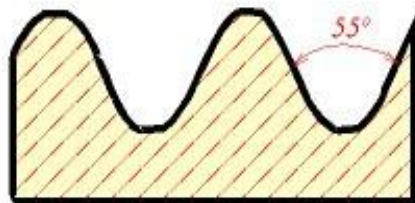


НЕСТАНДАРТНАЯ РЕЗЬБА

Прямоугольная резьба



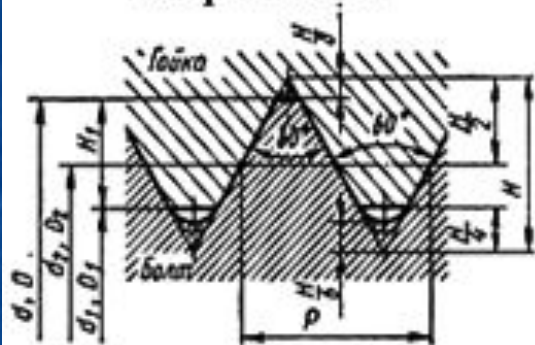
Трубная резьба



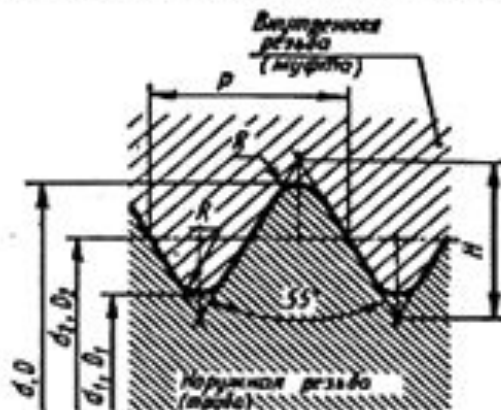


# Профили резьбы

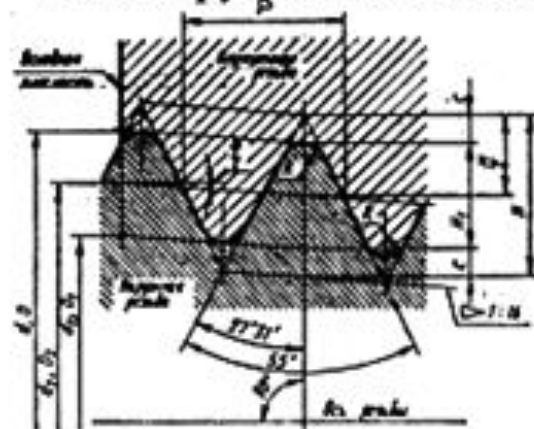
Резьба крепежная метрическая



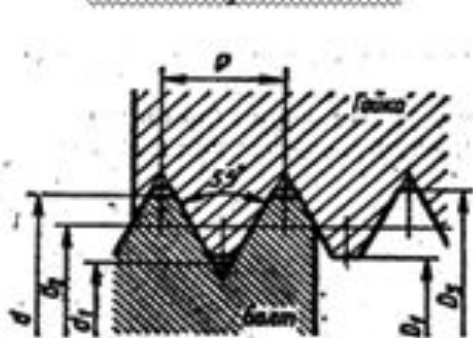
Резьба трубная цилиндрическая



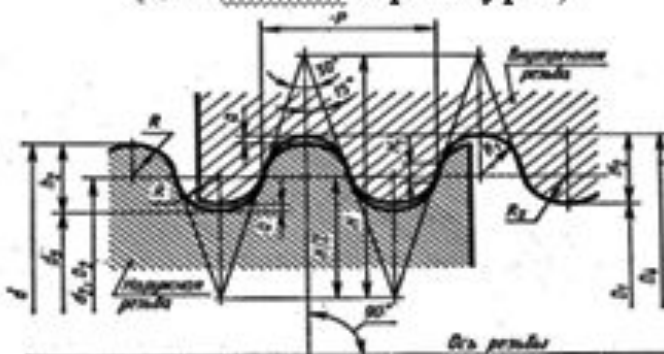
Резьба трубная коническая



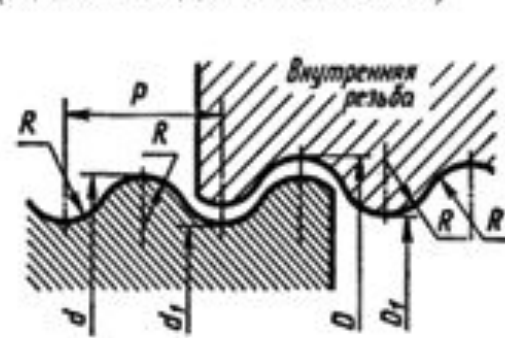
Резьба крепежная дюймовая цилиндрическая



Резьба круглая (для сантех. арматуры)

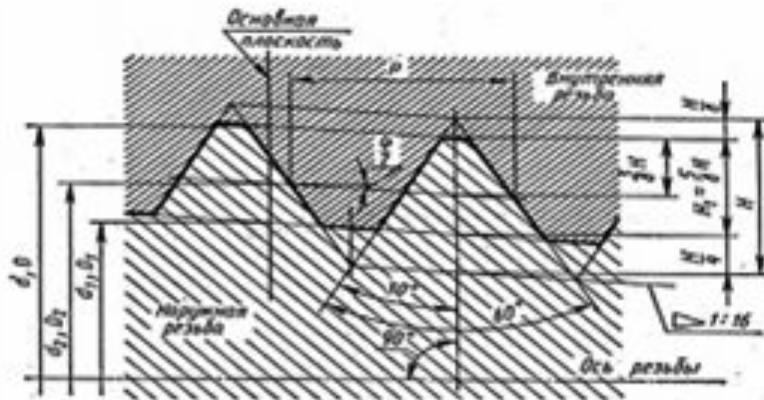


Резьба крепежная круглая (Эдисона для цоколей)

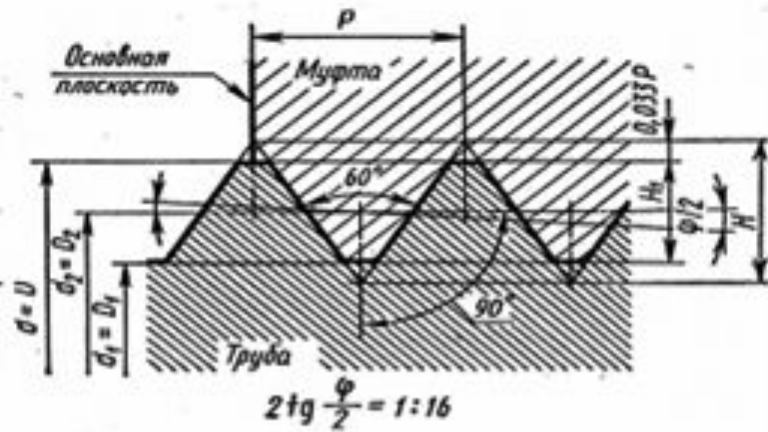


# Профили резьбы

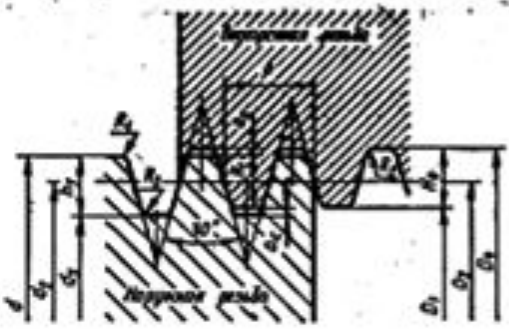
Резьба крепежная метрическая коническая (угол 60°)



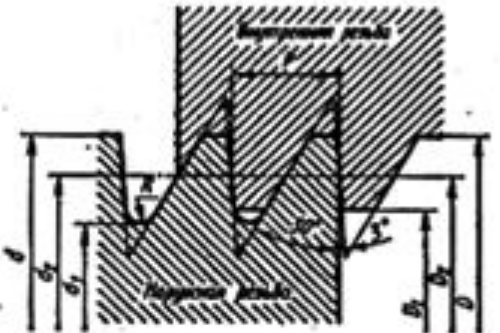
Резьба крепежная дюймовая коническая (угол 60°)



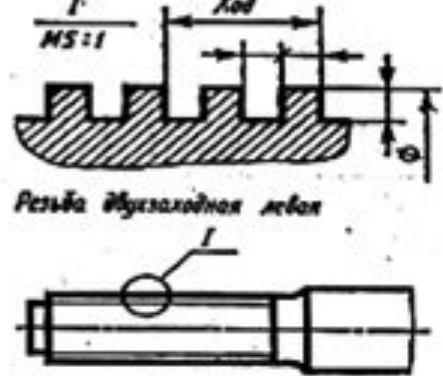
Резьба ходовая трапецидальная



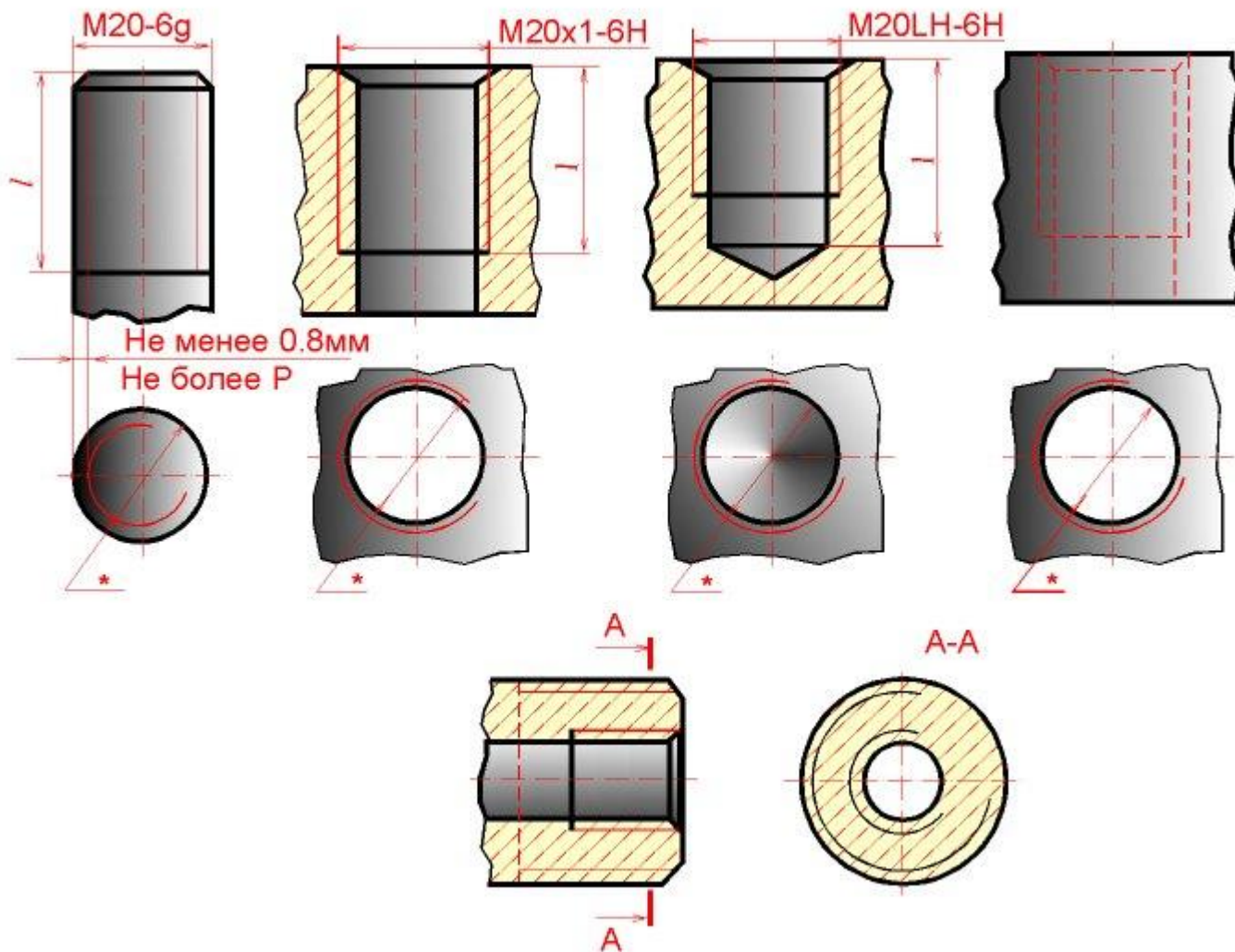
Резьба ходовая упорная



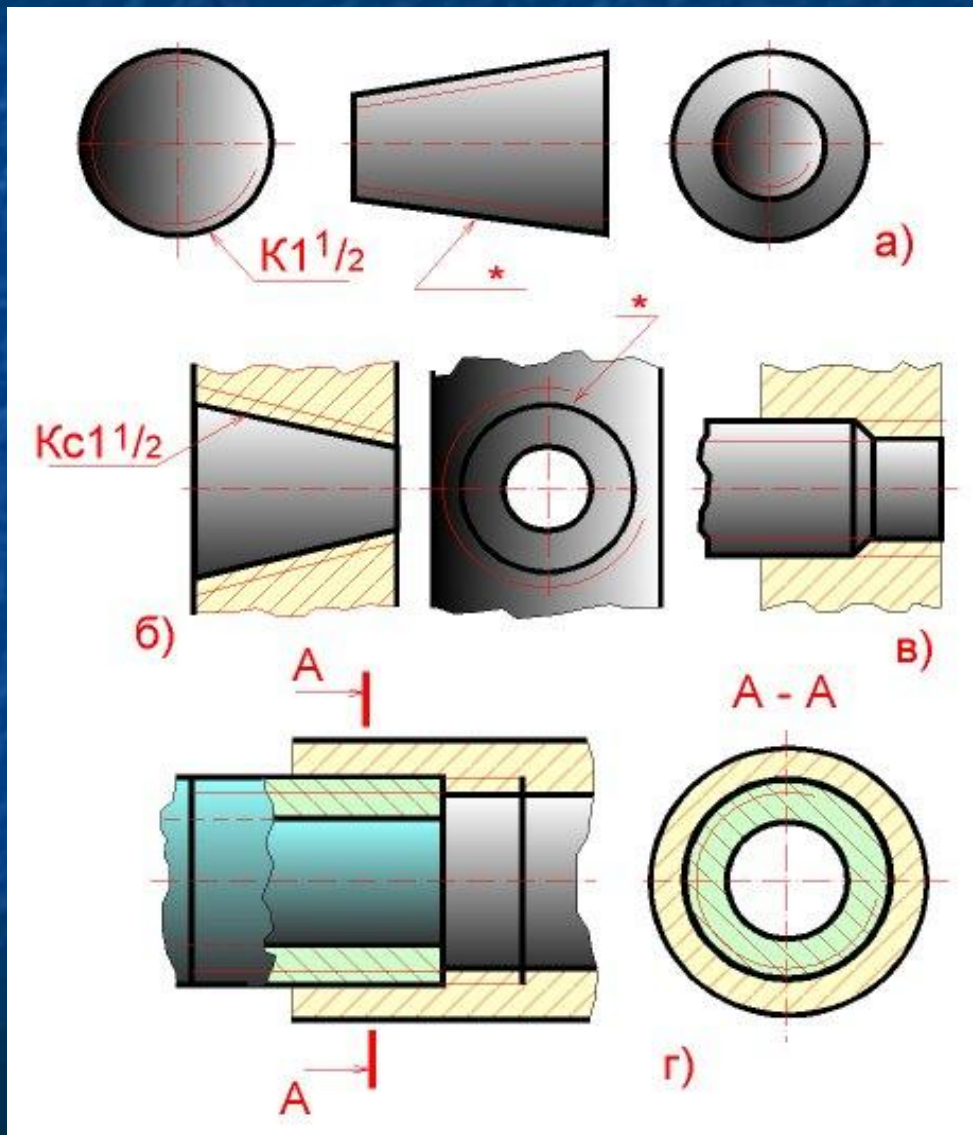
Резьба ходовая прямоугольная



# Изображение резьбы на цилиндрической поверхности



# Изображение конической резьбы и резьбового соединения

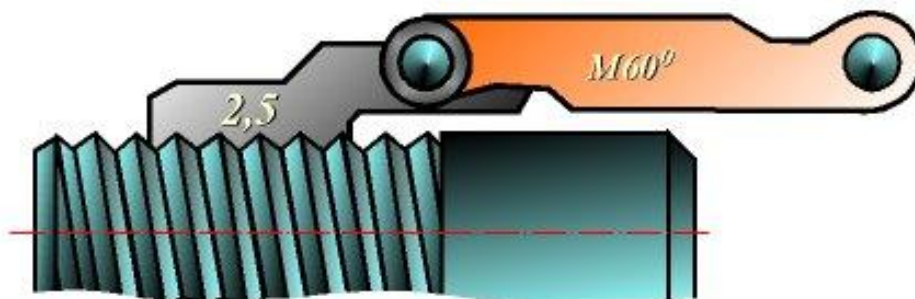


# Инструменты для определения параметров резьбы



Радиусомером, состоящим из набора пластинок, на которых выбиты величины радиусов (мм), измеряют радиусы закруглений (галтелей).

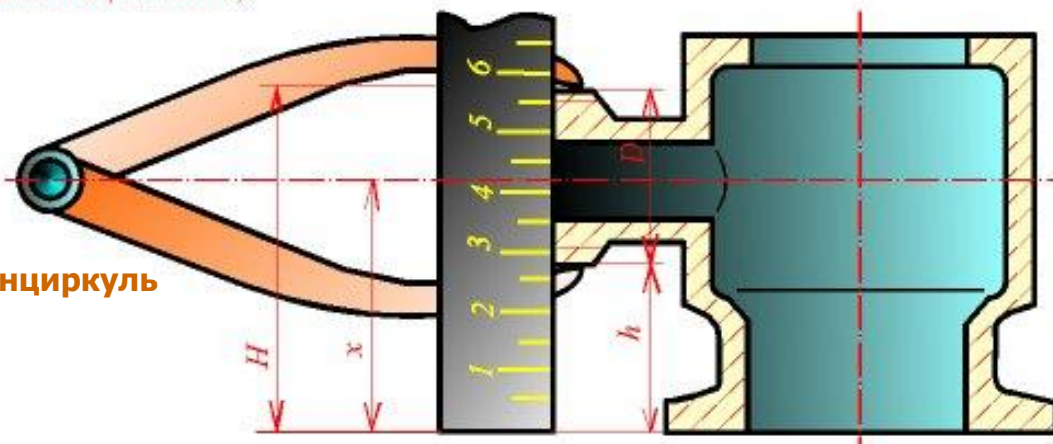
Обмер резьбы деталей



Резьбомер применяют для определения профиля и шага резьбы. На колодке метрического резьбомера выбито клеймо "M60φ", а на каждой пластине шаг (мм).

На колодке дюймового резьбомера стоит клеймо "D55φ", а на каждой пластине - число витков на длине одного дюйма.

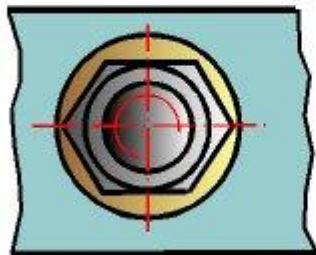
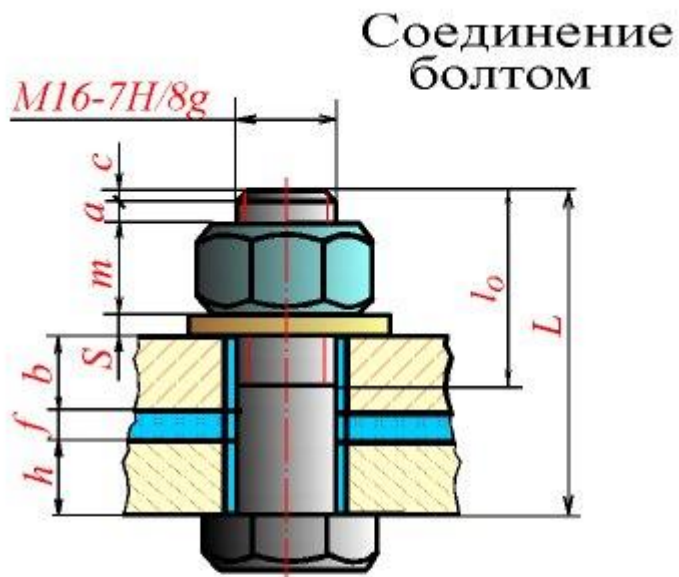
кронциркуль



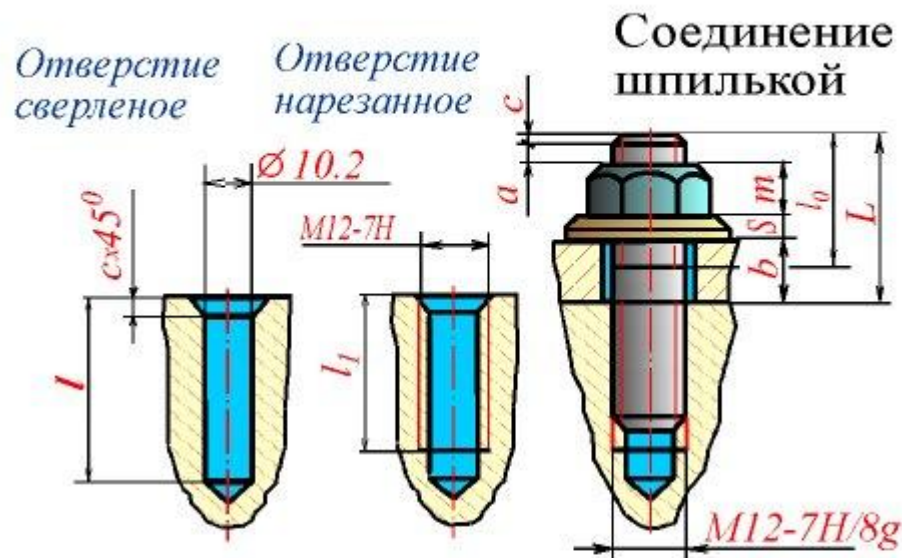
$$x = h + D/2 = H - D/2$$

# Виды резьбового соединения

## Болтовое и шпильчное соединения



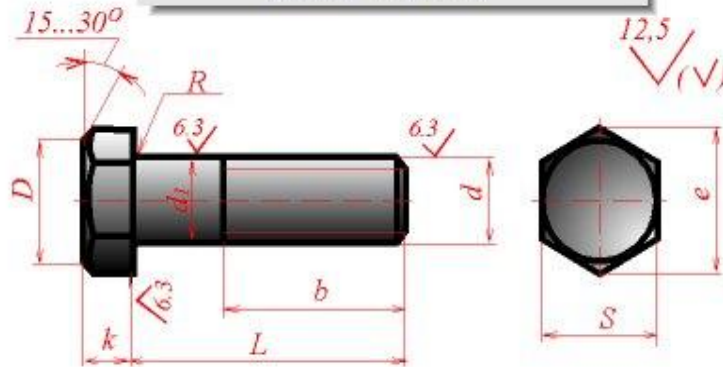
Длина болта  $L=h+f+b+S+m+a+c$



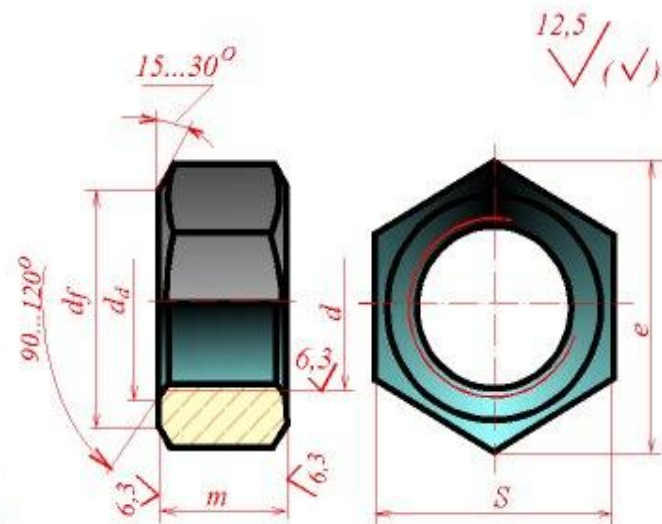
Длина шпильки  $L=b+S+m+a+c$

# Болт, гайка, шпилька

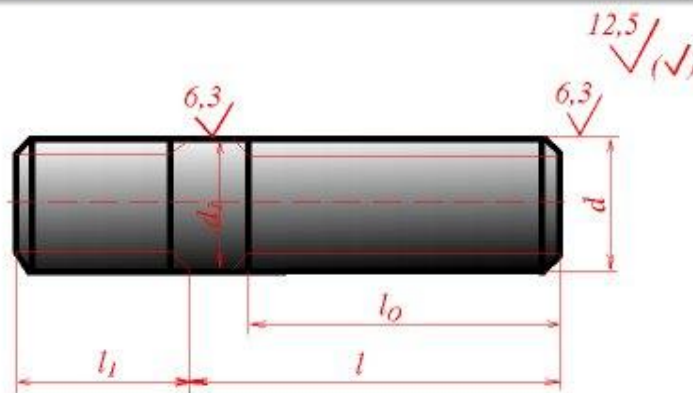
Болт с шестигранной головкой  
нормальной точности по  
ГОСТ 7798-70



Гайки шестигранные  
(нормальной точности) по  
ГОСТ 5915-70

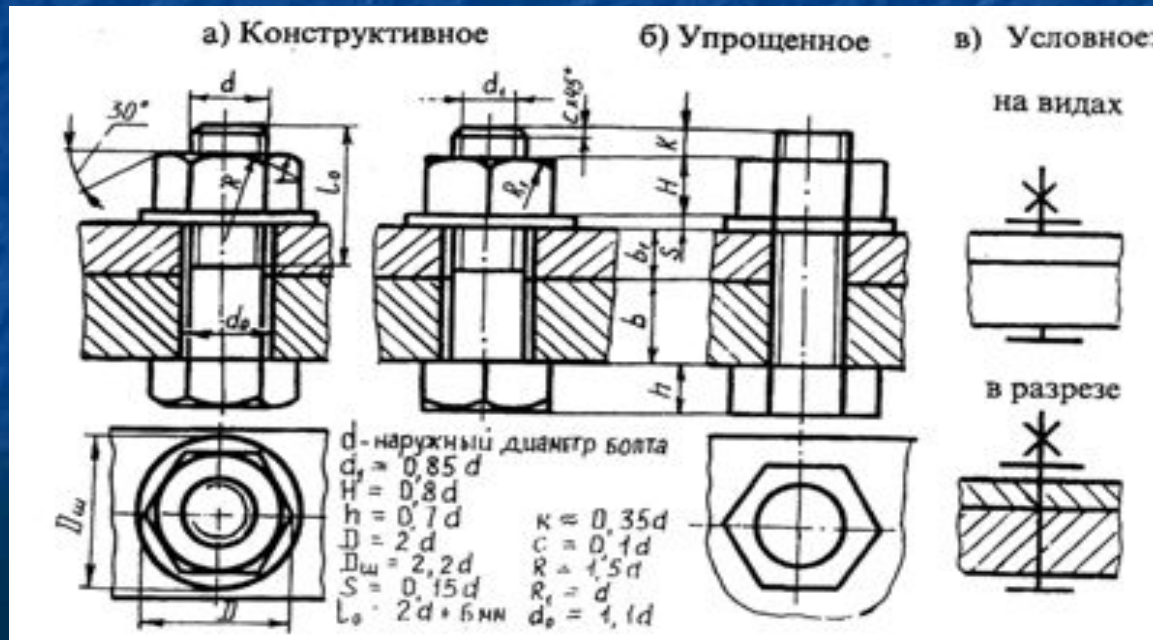


Шпильки для деталей с резьбовыми отверстиями  
(нормальной точности), ГОСТ 22032-76, 22034-76,  
22038-76



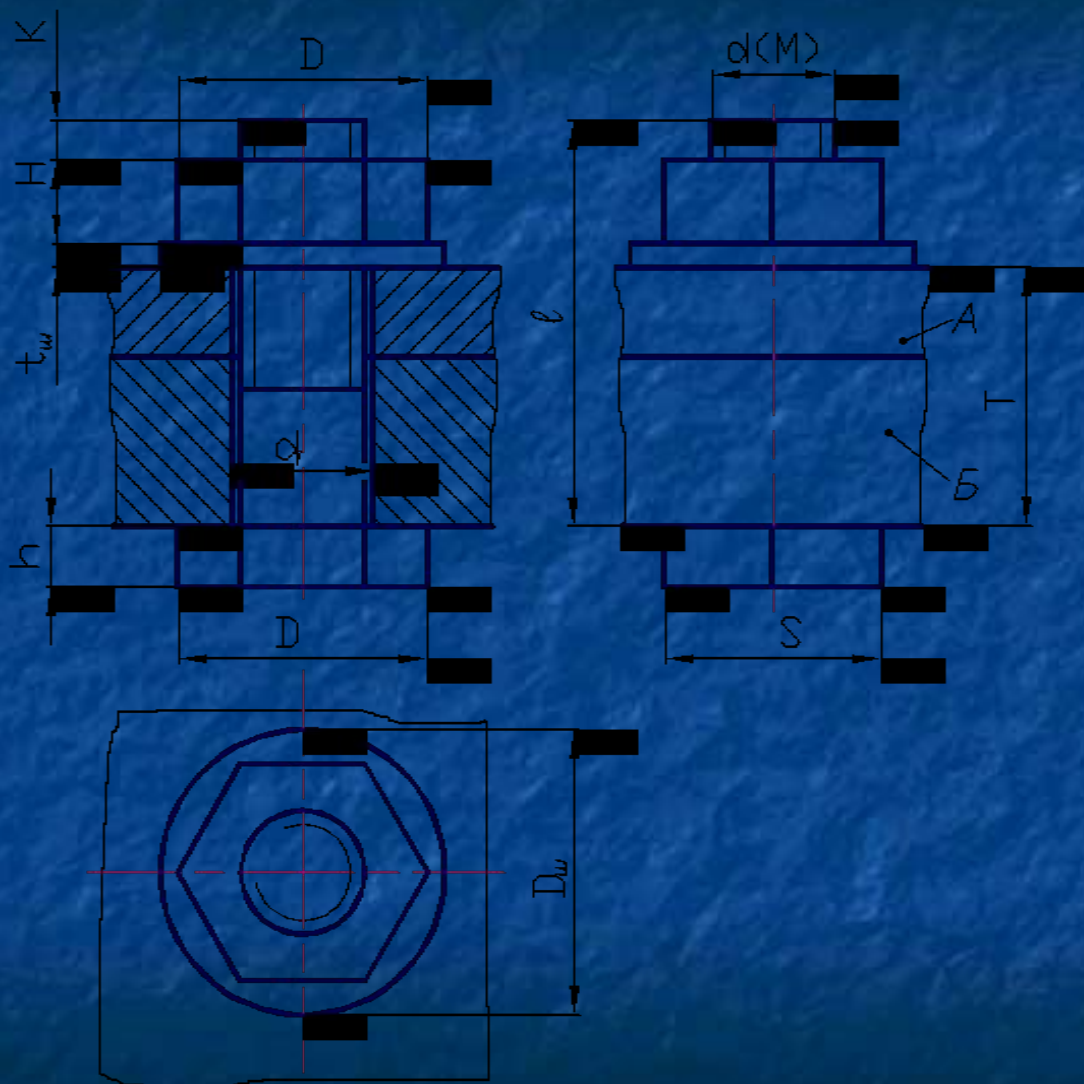
# Изображения болтового соединения

- состоит из болта, гайки, шайбы и *предназначается для неподвижного разъемного соединения* деталей. При коническом и прорезных гайках используется еще шплинт.
- *можно вычерчивать по действительным размерам* болта, гайки, шайбы, взятым из стандартов, или по условным соотношениям в зависимости от номинального размера диаметра резьбы  $d$ , *а также упрощенно и условно*, когда толщина стержня на чертеже меньше 2 мм.





# Упрощенное изображение болтового соединения



$d$  - диаметр резьбы

$$d_{\text{отв}} = 1,1d$$

$$D = 2d$$

$$D_{\text{ш}} = 2,2d$$

$$t_{\text{ш}} = 0,15d$$

$$H = 0,8d$$

$$h = 0,7d$$

$$K = 0,25 \div 0,5d$$

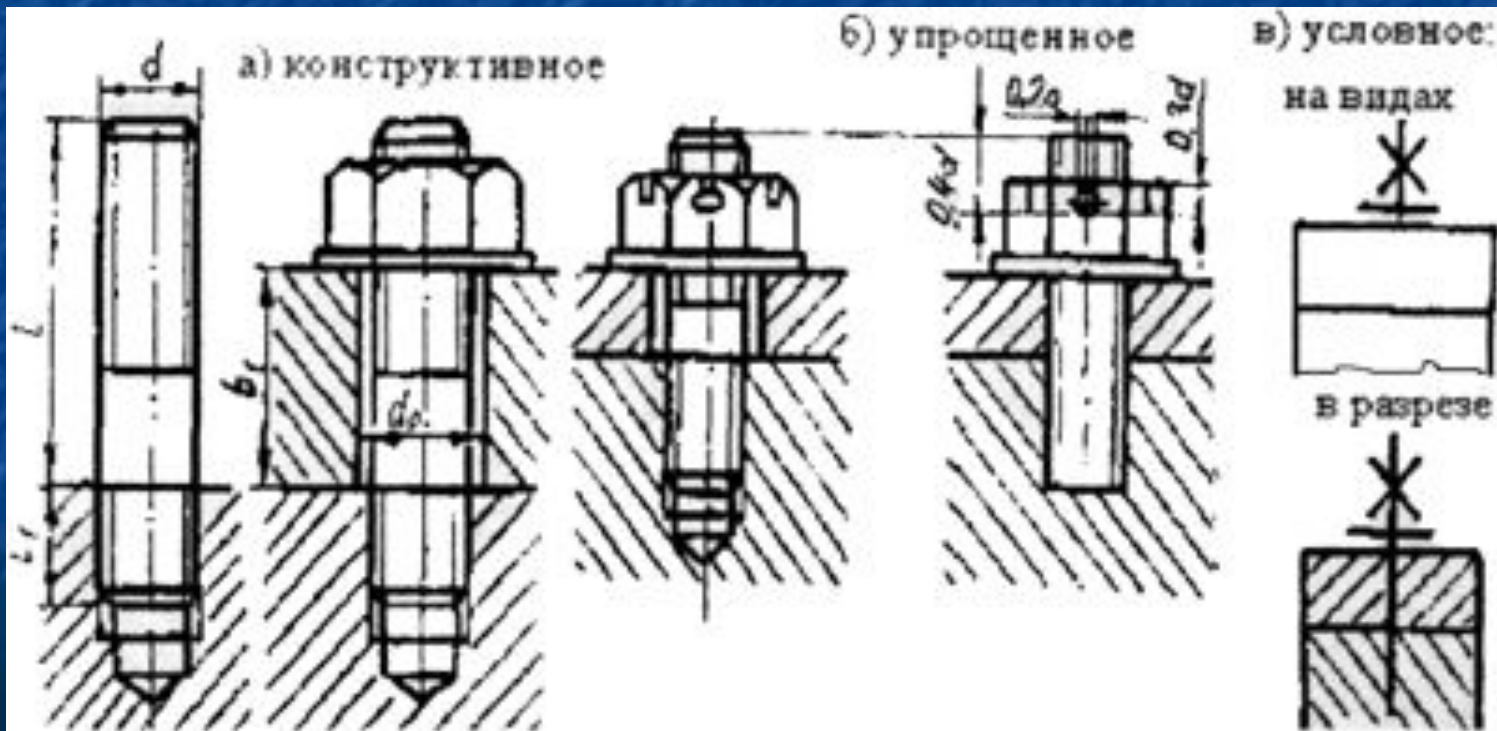
$$S = 0,9 \div 0,95D$$

Длина болта:

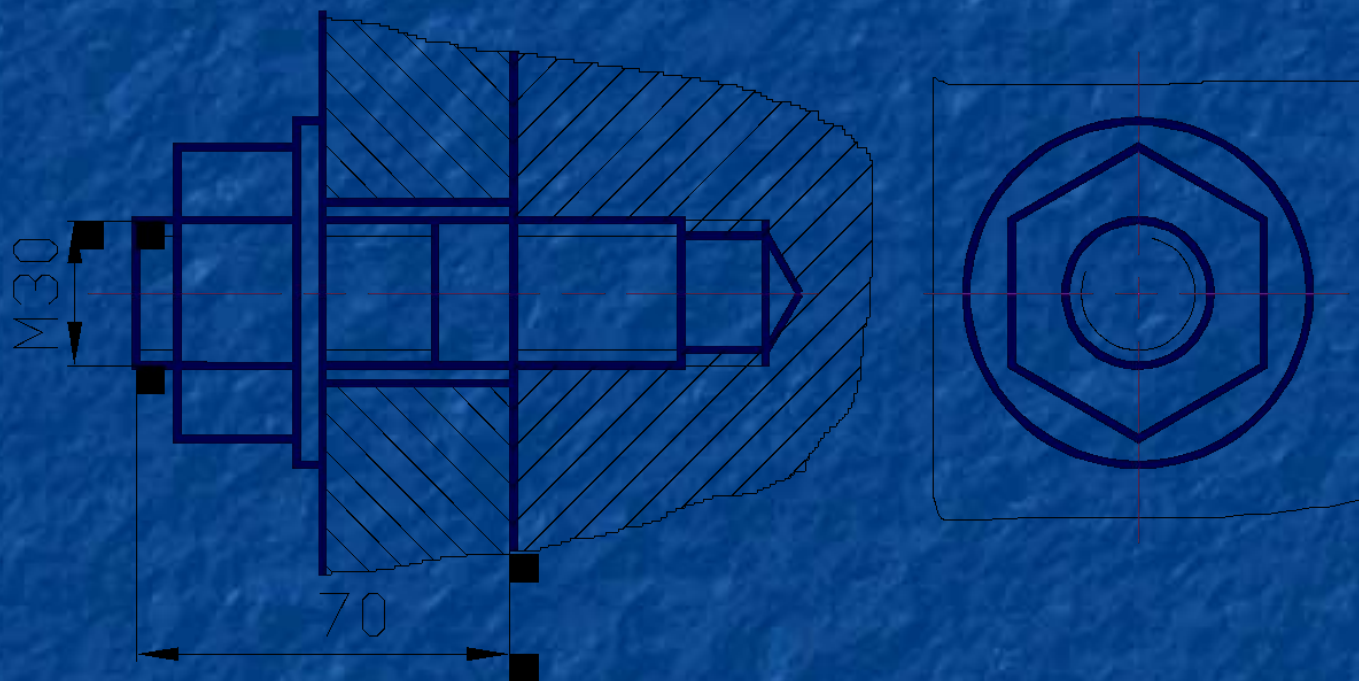
$$l = A + B + t_{\text{ш}} + H + K$$

# Изображения соединения шпилькой

- состоит из шпильки, гайки и шайбы; при корончатых гайках - и шплинт.
- глубина сверления гнезда принимается равной  $l_1 + 6P$ , а **длина нарезной части гнезда –  $l_1 + 2P$** , где  $P$  – шаг резьбы;  $l_1$  – длина ввинчиваемого конца шпильки, зависит от материала детали: для стали и бронзы –  $d$ , для чугуна –  $(1,25; 1,6)d$ , для алюминия –  $(2-2,5)d$ .



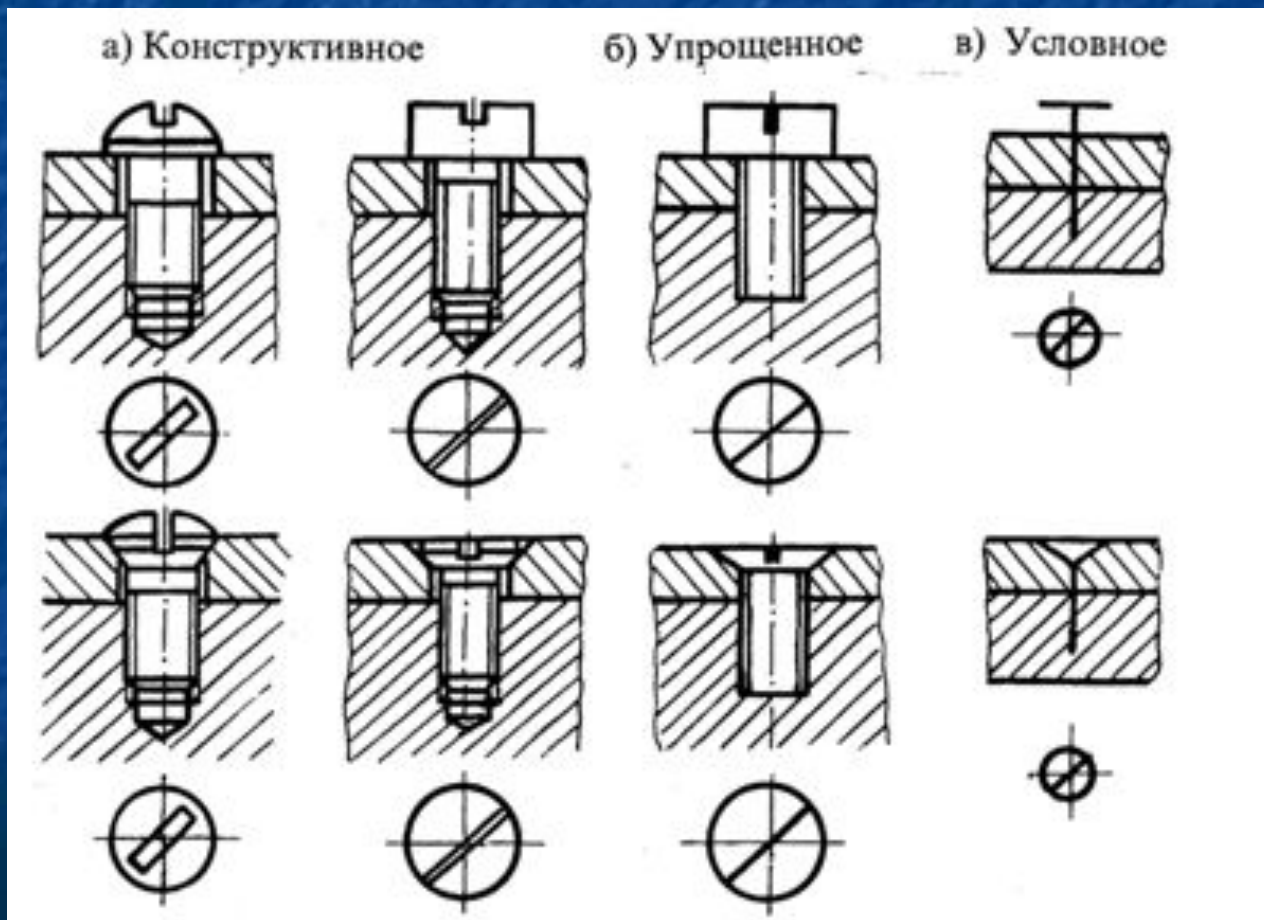
# Упрощенное изображение шпилечного соединения



Длиной шпильки считается её длина  
без ввинчиваемого конца

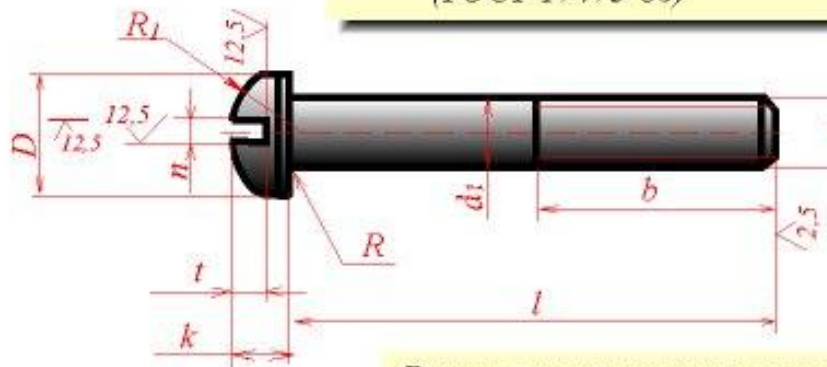
# Соединение винтом

- В соединении деталь с гладким отверстием притягивается путем ввертывания винта в отверстие с резьбой другой детали.
- Нарезанное отверстие выполняется так же, как гнездо для шпильки.

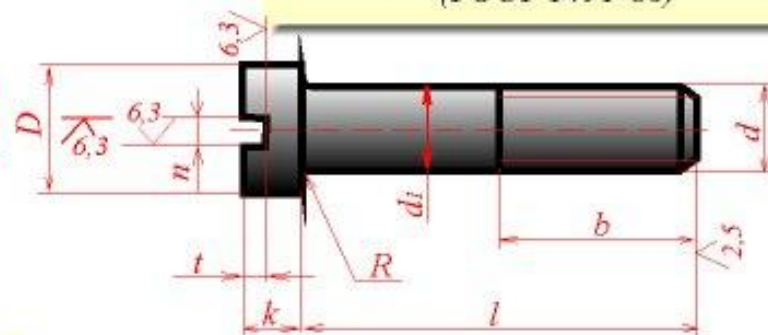


# ВИНТЫ

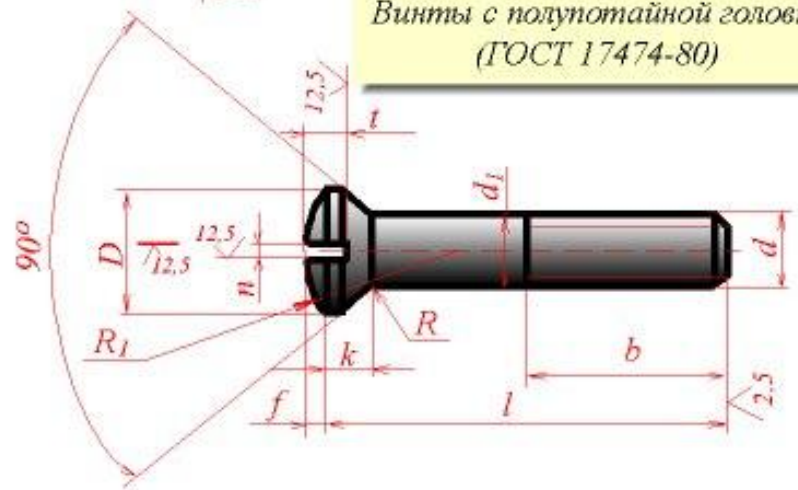
Винты с полукруглой головкой  
(ГОСТ 17473-80)



Винты с цилиндрической головкой  
(ГОСТ 1491-80)



Винты с полупотайной головкой  
(ГОСТ 17474-80)

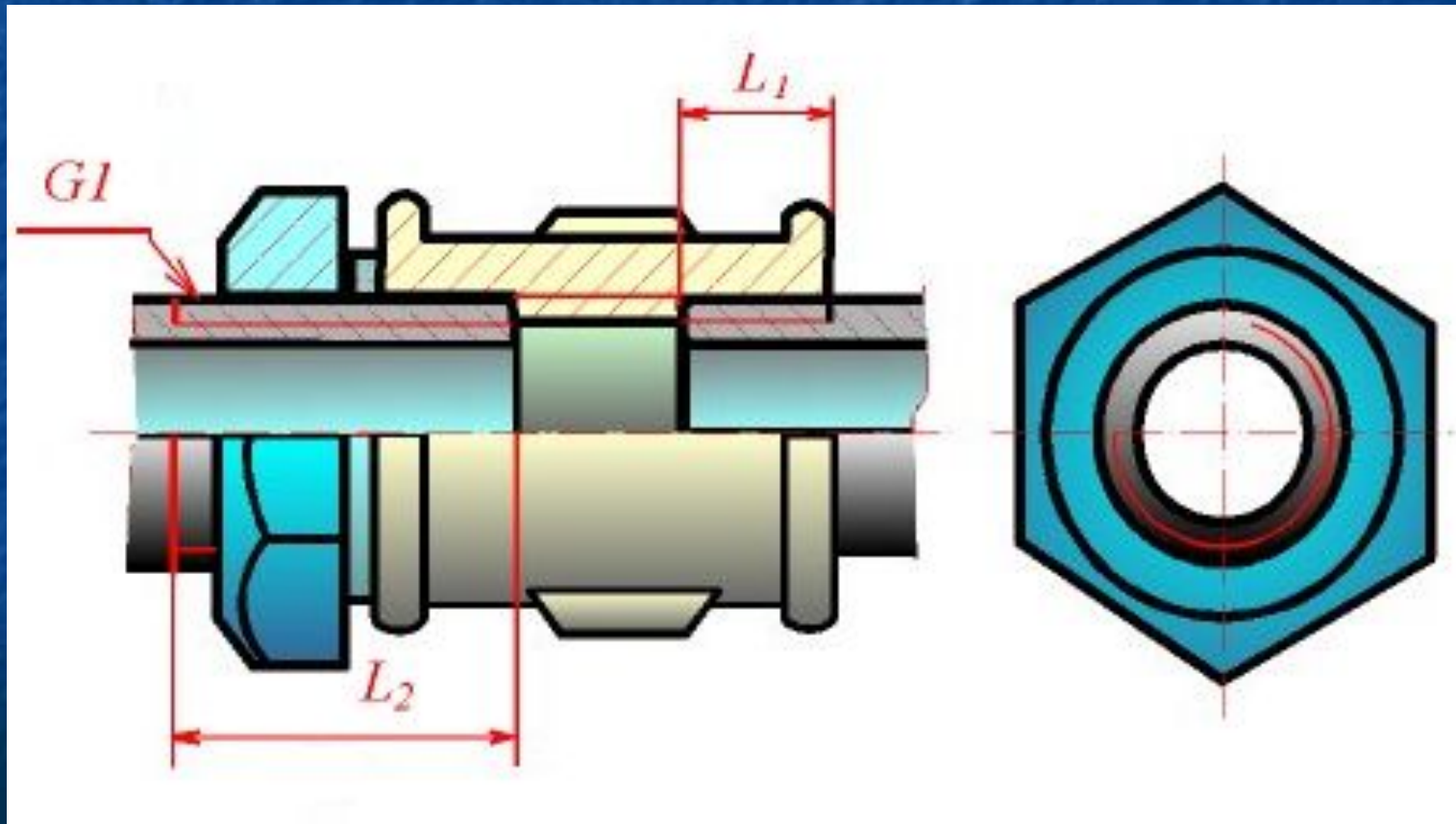


Винты с потайной головкой  
(ГОСТ 17475-80)



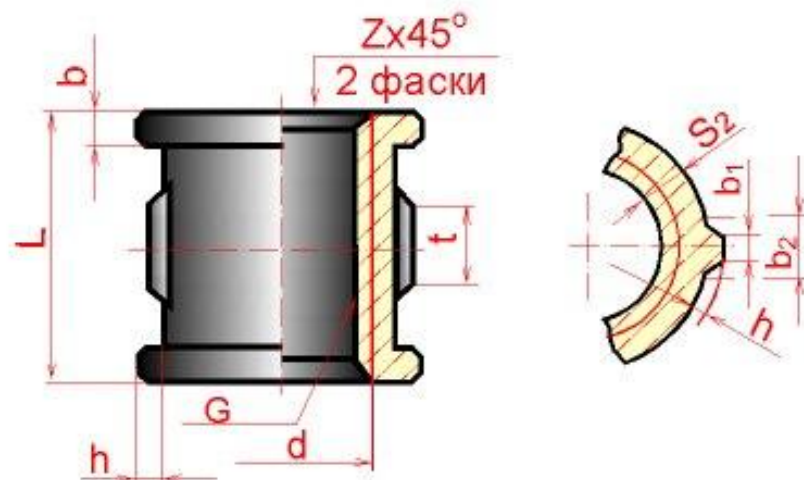
# Трубное соединение

- выполняются как конструктивный чертеж, без упрощений, по стандартным размерам деталей. На продольных разрезах в отверстиях фитингов показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта трубой.
- В условных обозначениях соединительных частей указывают наименование детали, условный проход  $D_u$ , номер стандарта. Например, «Муфта 50 ГОСТ 8954-75»; «Труба Ц- P20x2,8 ГОСТ 3262-75».

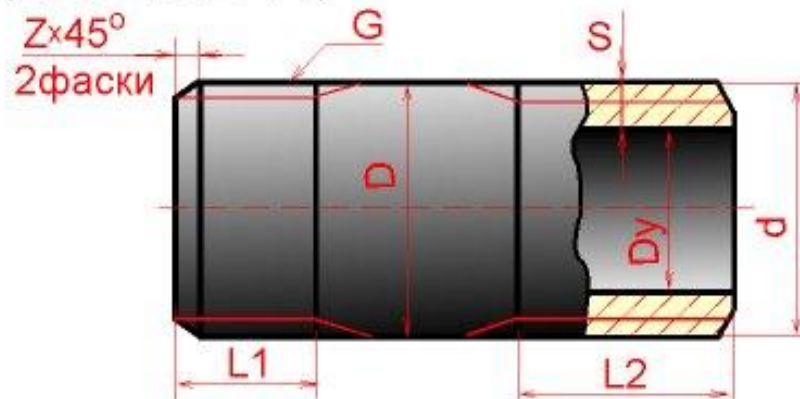


# Элементы трубного соединения

Муфта прямая длинная (ГОСТ 8955-75)



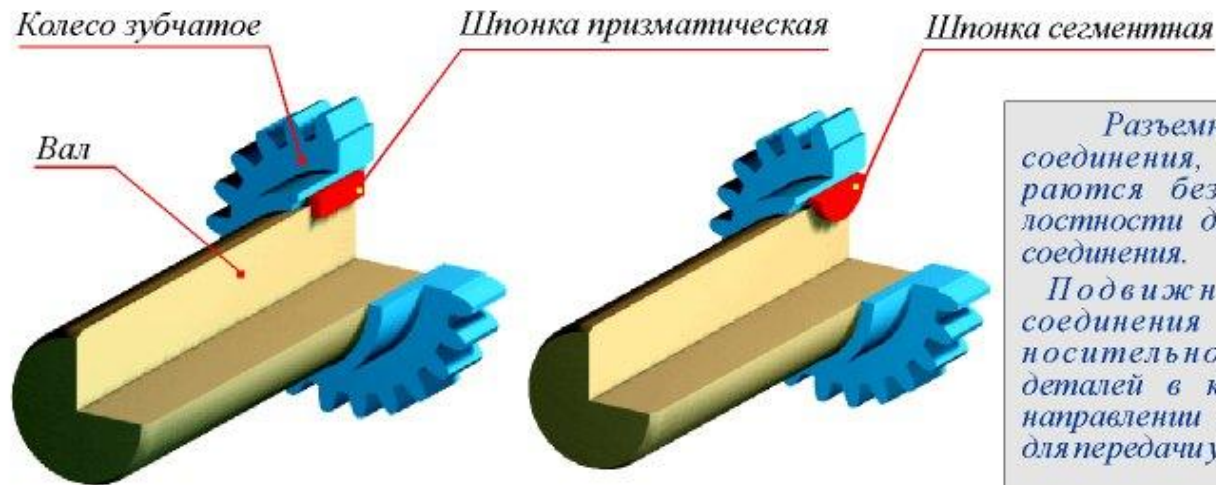
Трубы стальные водо и газонепроницаемые (ГОСТ 3262 - 75)



# 1.2. Нерезьбовые соединения

## Шпоночное соединение

- Шпонка - деталь, соединяющая вал со шкивами, рычагами и т.п. для передачи вращательного движения. Шпонку закладывают в паз вала, а часть шпонки заходит в паз ступицы шкива. Шпонки бывают: призматические, сегментные, клиновые и др.
- Размеры шпонок и пазов стандартизованы в зависимости от диаметра вала.



*Разъемными называются соединения, которые разбираются без нарушения целостности деталей и средств соединения.*

*Подвижные разъемные соединения допускают относительное перемещение деталей в каком либо одном направлении и предназначены для передачи усилия и движения.*

Шпоночные соединения относятся к разъемным подвижным соединениям.

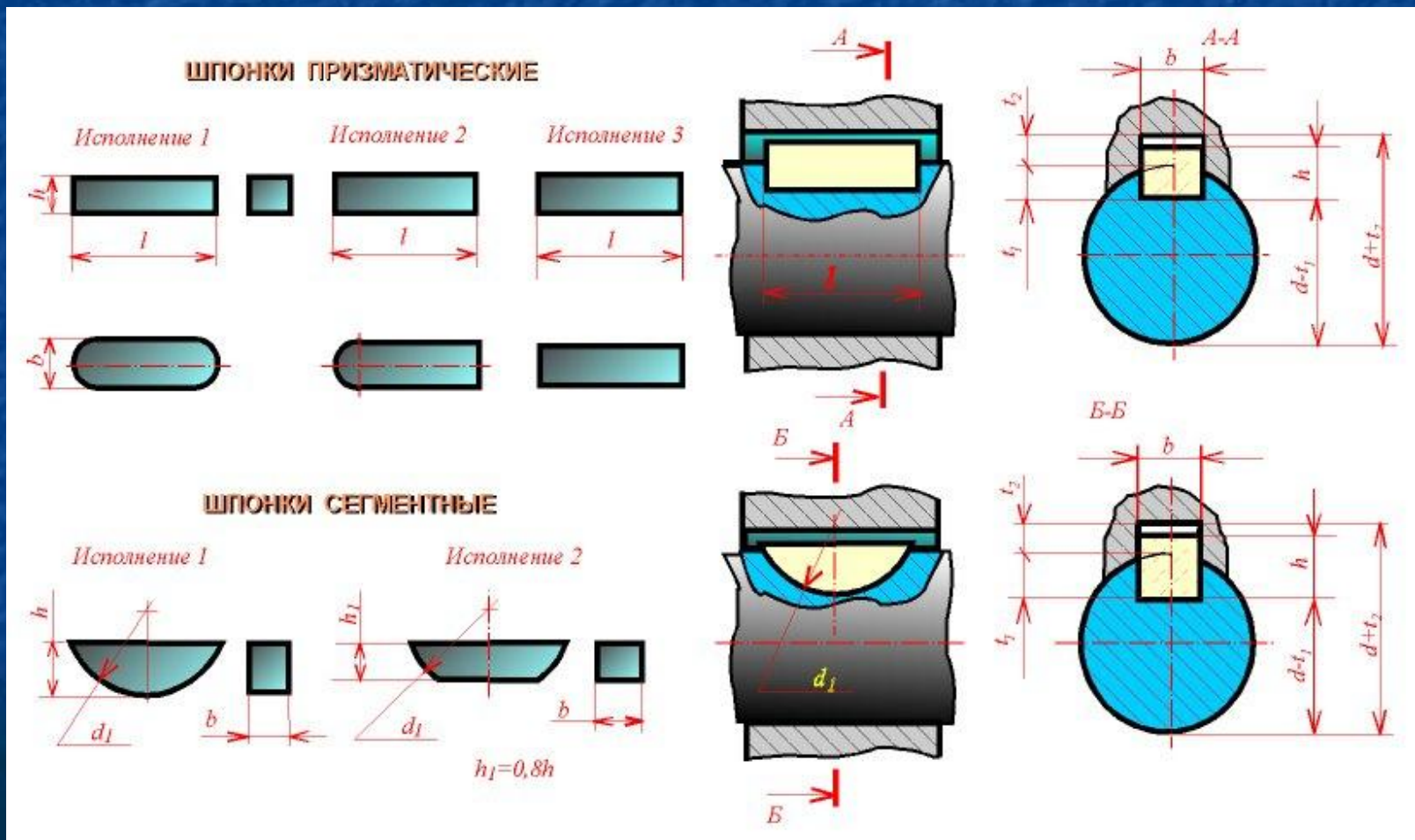
*Для выполнения шпоночного соединения на валу фрезеруют паз под шпонку. Соответствующий паз делают в отверстии детали, насаживаемой на вал.*

*Шпонка одновременно входит в оба паза и соединяет вал с деталью, например, с зубчатым колесом, обеспечивая передачу крутящего момента.*



# Изображение на чертеже шпоночного соединения

На изображениях, параллельных оси вала, шпонки показываются нерассеченными и без фасок, валы - с местным разрезом (для выявления конструкции шпонки), ступицы - с полным разрезом.

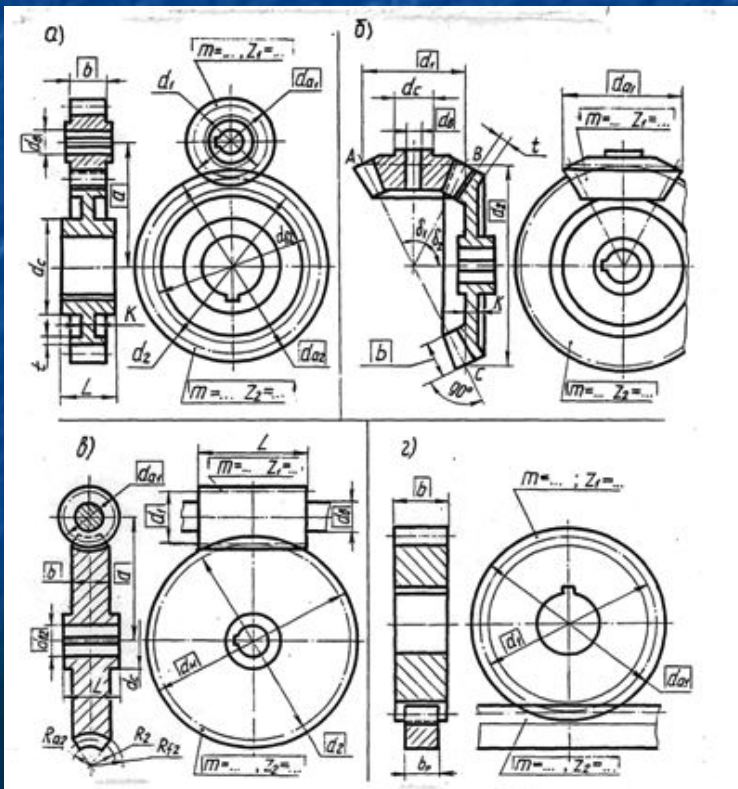
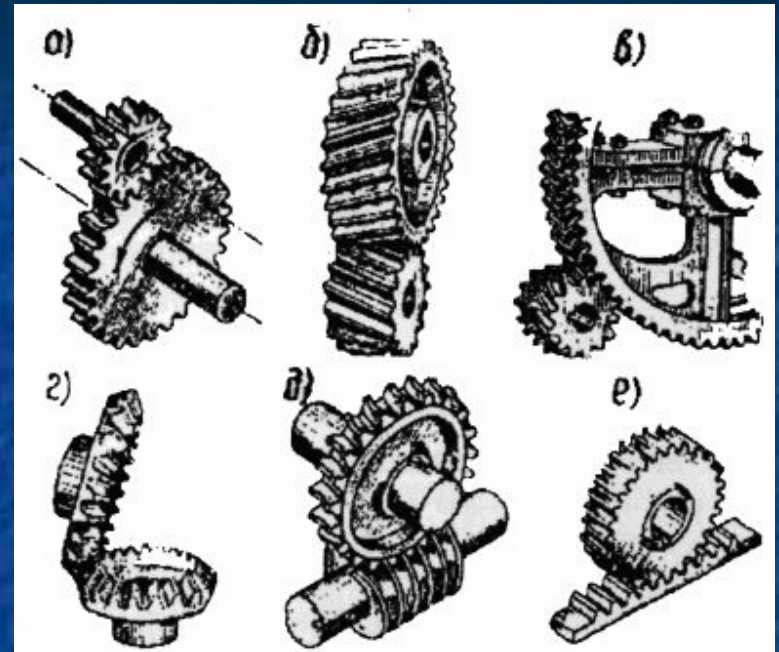


# Шлицевые соединения

- образованы выступами-зубьями на валу, входящими в пазы в ступице шкива, колеса. Шлицы бывают прямобочные, эвольвентные, треугольные, выполняемые по стандартам;
- шлицы и их соединения изображают упрощенно. На валу - основными линиями по наружному диаметру и тонкими - по внутреннему; в ступице на разрезе - основными линиями по обоим диаметрам. На боковых видах показывают профили одного зуба и две впадины с окружностью тонкой линией. Для эвольвентных и треугольных шлицев показывают образующие делительного цилиндра штрихпунктирной линией.

# Зубчатые передачи

- Предназначены для передачи движения от ведущего вала к ведомому. Передачи бывают цилиндрические (а, б, в); конические (г); червячные (д); реечные (е). Зубчатые колеса могут быть прямозубые (а, г, е), косозубые (б), шевронные (в) и с криволинейными зубьями (д).



- Зубья колес изображаются условно. Окружность вершин зубьев изображается сплошной основной линией, окружность впадин зубьев - сплошной тонкой линией, начальная (делительная) окружность - штрихпунктирной линией.
- В передачах начальные окружности колес «d» касаются.
- $d = m \cdot z$ , где  $m$  – модуль зуба (стандартизован),  $z$  – число зубьев.

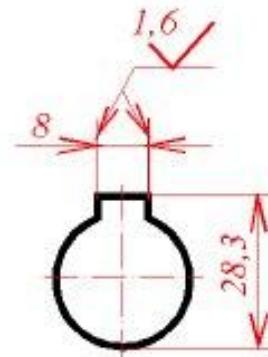
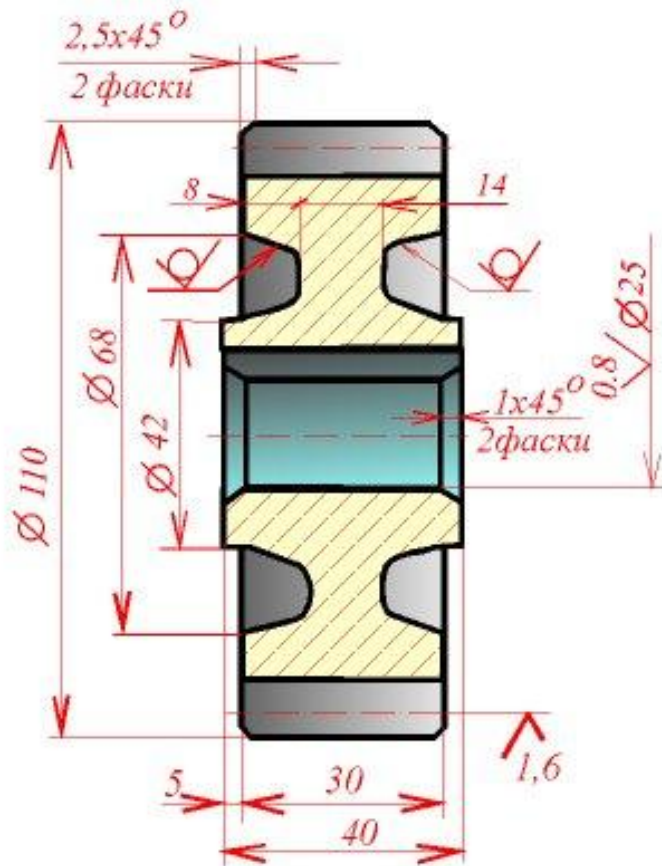
# Зубчатое колесо



$P_f$  - делительный окружной шаг  
 $S_f$  - делительная окружная толщина зуба  
 $e_f$  - делительная окружная ширина впадины

Параметры геометрические	Шестерня	Колесо
Диаметр делительной окружности	$d_1 = mZ_1$	$d_2 = mZ_2$
Высота головки зуба	$h_a = m$	$h_a = m$
Высота ножки зуба	$h_f = 1,25m$	$h_f = 1,25m$
Высота зуба	$h = 2,25m$	$h = 2,25m$
Диаметр окружности вершин	$d_{a1} = m(Z_1 + 2)$	$d_{a2} = m(Z_2 + 2)$
Диаметр окружности впадин	$d_{f1} = m(Z_1 - 2,5)$	$d_{f2} = m(Z_2 - 2,5)$
Межосевое расстояние	$a_w = a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$	
<b>Параметры конструктивные</b>		
Ширина зубчатого венца	$b_1 = b_2 = (6 \dots 8)m$	
Внутренний диаметр обода	$D_{o1} = d_{a1} - 8,5m$	$D_{o2} = d_{a2} - 8,5m$
Толщина диска	$K_1 = 0,3b_1$	$K_2 = 0,3b_2$
Длина ступицы	$l_{c1} = 1,5D_{e1}$	$l_{c2} = 1,5D_{e2}$
Диаметр ступицы	$D_{c1} = (1,6 \dots 1,8)D_{e1}$	$D_{c2} = (1,6 \dots 1,8)D_{e2}$
Диаметр окружности, определяющей положение отверстия в диске	$D_1 = 0,5(D_{o1} + D_{c1})$	$D_2 = 0,5(D_{o2} + D_{c2})$
Диаметр отв. в диске	$0,25(D_{o1} - D_{c1})$	$0,25(D_{o2} - D_{c2})$
Размер фасок	$a = 0,5m \pm 45^\circ$	
Уклон поверхности обода и ступицы	1:20	

# Изображение на чертеже зубчатого колеса

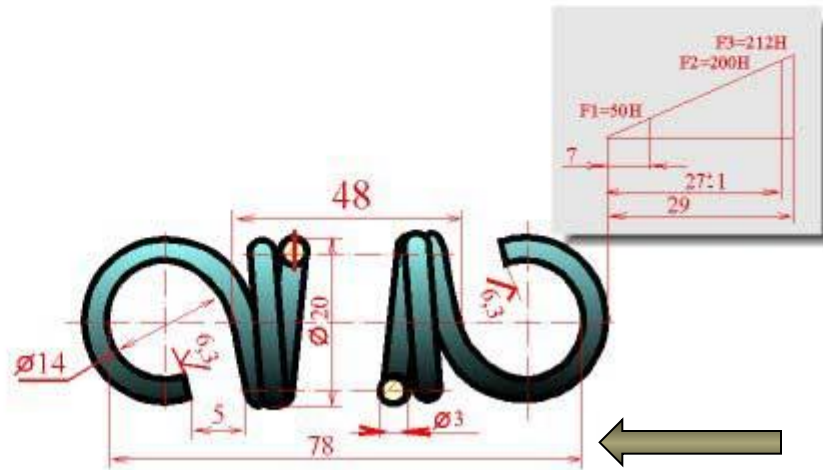
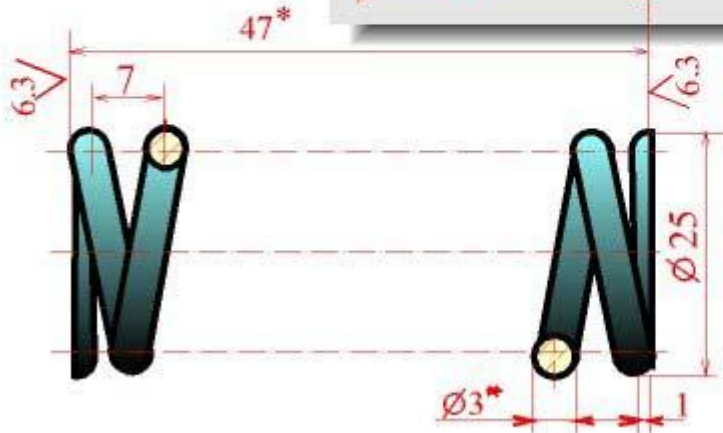
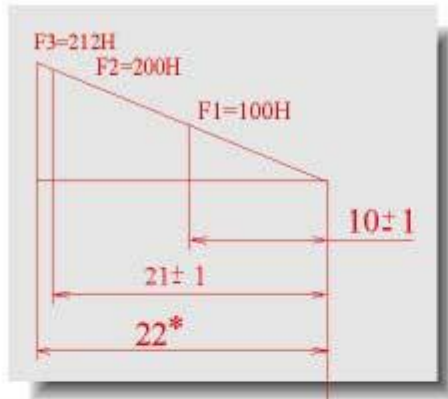
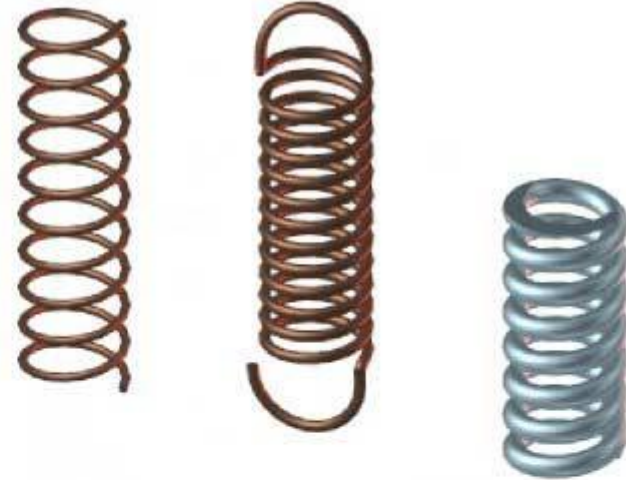


Модуль	$m$	5
Число зубьев	$z$	20
Диаметр делительный	$d$	100

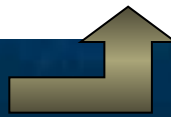
Неуказанные литейные радиусы 3...5 мм,  
уклоны 5...7°.

АТ-212.04.01.00.02			
Колесо зубчатое			1:1
Сталь 45 ГОСТ 1050-88			ЧГТУ Каф. графики

# Пружина



На сжатие



На растяжение

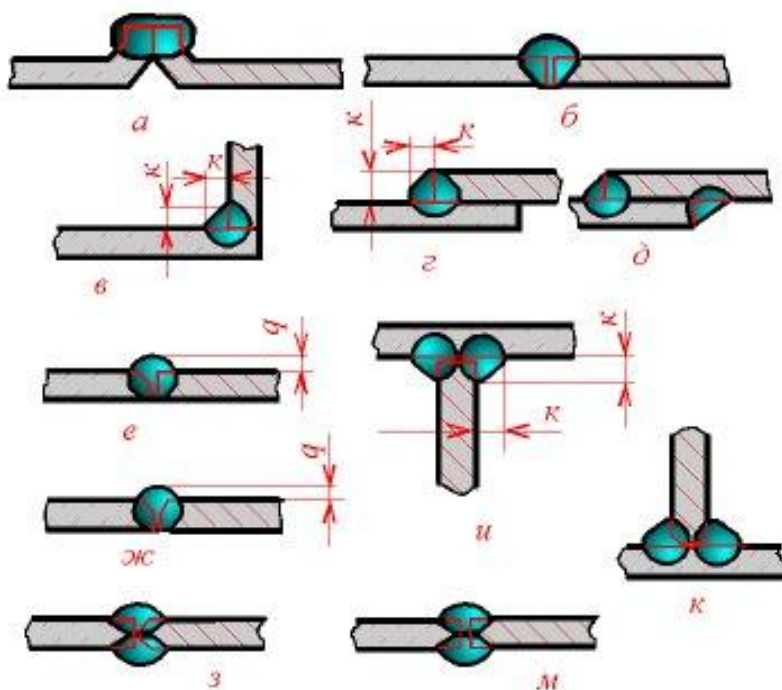


## 2. Неразъёмные соединения

- Сварные, паяные, клеевые, заклёпочные; к этой же группе условно относят соединения сшиванием, заформовкой и с натягом (прессованные).
- Независимо от способа сварки, видимые швы сварных изображают сплошными основными линиями, невидимые - штриховыми. От изображения шва проводится линия-выноска с односторонней стрелкой с горизонтальной полкой, над которой записывается условное обозначение видимого шва и под полкой - невидимого шва.
- Швы паянных и клеевых соединений изображают основной линией двойной толщины. Для обозначения паянного шва применяют условный знак С, для клеевого – К.
- Соединения сшиванием изображают на чертежах сплошной тонкой линией и обозначают условным знаком N.
- На полке линии-выноски указанных швов записывают номер пункта технических требований, где указывают все необходимые для выполнения соединения. Например: «Припой ПСр70 ГОСТ...», «Клей ФЕНИКС ТУ...».

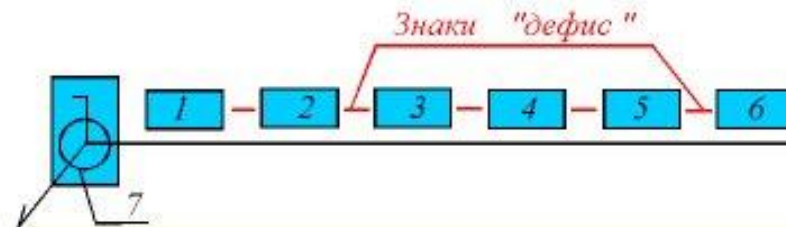
# Сварное соединение

## Виды сварных соединений



- 1 Стыковое (С) - а,б,е,ж,з,м
- 2 Угловое (У)- в
- 3 Тавровое (Т)-и,к
- 4 Наклесточное (Н)-г,д

## Структура обозначения сварного шва



1 Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

2 Буквенно-цифровое обозначение шва.

3 Условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

4 Знак  $\triangle$  и размер катета.

5. Для прерывистого шва- размер длины провариваемого участка знак / (для цепного шва) или Z (для шахматного шва) и размер шага.

6. Вспомогательные знаки:

$\square$  - шов по незамкнутой линии;

$\text{ш}$  - наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;

$\text{O}$  - усиление шва снять

7. Вспомогательные знаки:

$\text{O}$  - шов по замкнутой линии

- шов выполнить при монтаже изделия.



# Обозначения сварного шва

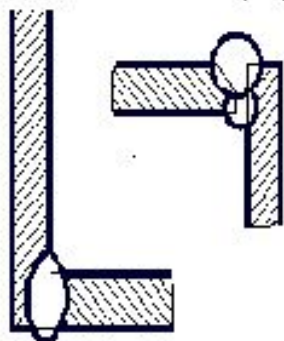
## Стыковое соединение (С)



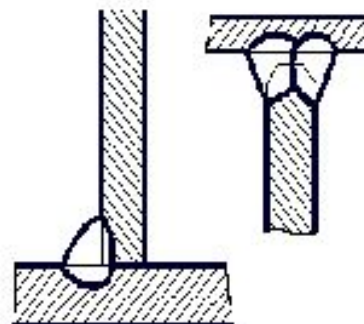
## Нахлесточное соединение (Н)



## Угловое соединение (У)



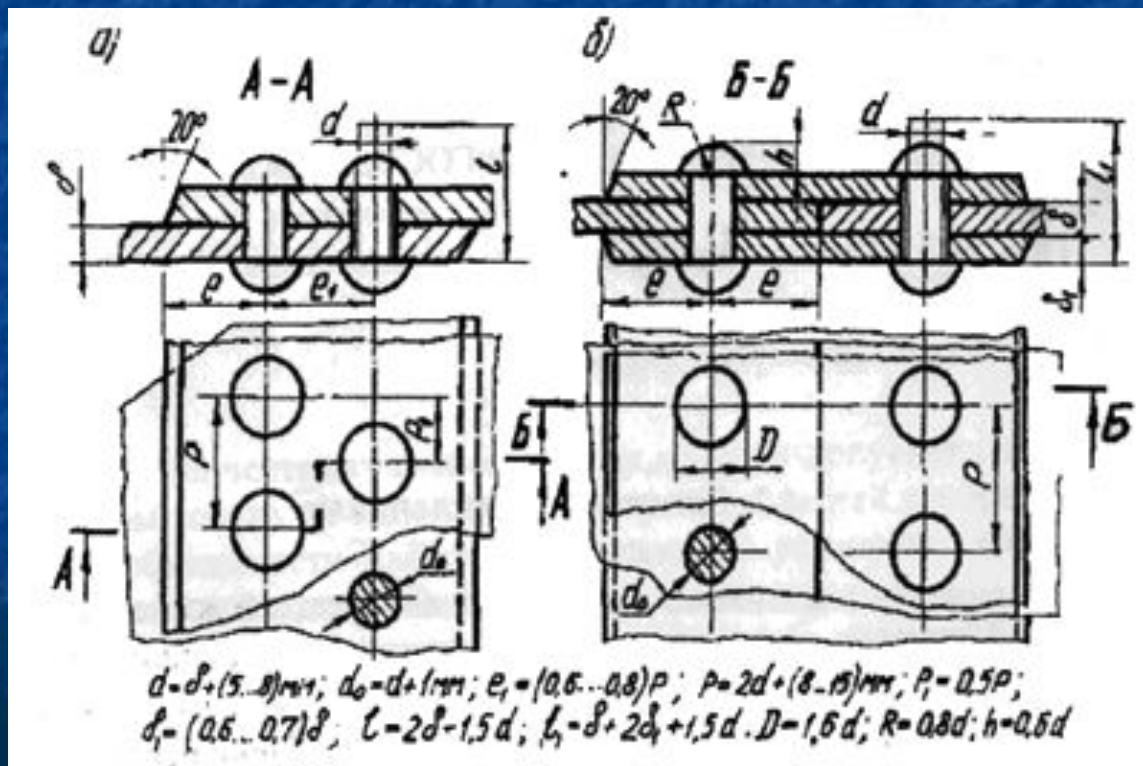
## Тавровое соединение (Т)



Знак	Обозначает	Расположение знака относительно папки или выноски, проведенной от изображения шва	
		с левой стороны	с обратной стороны
	Знак, после которого наносят размер катета шва в мм		
	Шов по замкнутой линии		
	Шов по незамкнутой линии, объясненной на чертеже		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением		
	Шов прерывистый или точечный с шпигатным расположением		
	Шов выпалнить при монтаже изделия		
	Усиление шва счаты		
	Напильны и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		

# Соединения заклепками

- Применяют для деталей из не свариваемых и не допускающих нагрева материала.
- Заклепки – стержни с головками полукруглыми, коническими, сферическими и др.
- Заклёпочные швы выполняют внахлестку или стыковыми с накладками, одно- и многорядными.
- Чертежи клепаных соединений выполняют в основном в двух видах с полным разрезом на месте вида спереди.
- Все размеры шва указывают на чертеже.



# Рекомендуемые средства освоения дисциплины

## Бумажные

1. Бусыгина Е.Б., Соломонов К.Н., Чиченёва О.Н. Основы технического черчения. – М.: МИСиС, 2004.
2. Чекмарёв А.А. Инженерная графика. – М.: Высшая школа, 1998.
3. Чекмарёв А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высшая школа, 2001.
4. Сборник «Национальные стандарты». ЕСКД. ГОСТы 2.301-68 ÷ 2.321-84. – М.: ИПК Издательство Стандартов, 2004.

## Электронные

1. Графические пакеты Компас 3D, AutoCAD, Симплекс.
2. Мультимедийный курс лекций, созданный с использованием презентационного редактора «Power Point» и средств Internet.

При подготовке данной презентации использованы материалы из презентации курса лекций по инженерной графике (**авторы: зав. каф. инженерной графики и дизайна МИСиС Мокрецова Людмила Олеговна – [mok@misis.ru](mailto:mok@misis.ru), доц. Головкина Валерия Борисовна – [valeri@misis.ru](mailto:valeri@misis.ru)**), а также рисунки с сайта [informika.ru](http://informika.ru)

Спасибо за внимание!

Будьте здоровы!