

Казанский государственный энергетический университет

Кафедра инженерной графики



Проф. В.А. Рукавишников

СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Лекция 4-2

2024

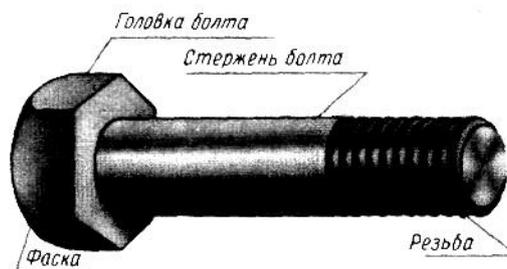
1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КРЕПЁЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1.1. Болты

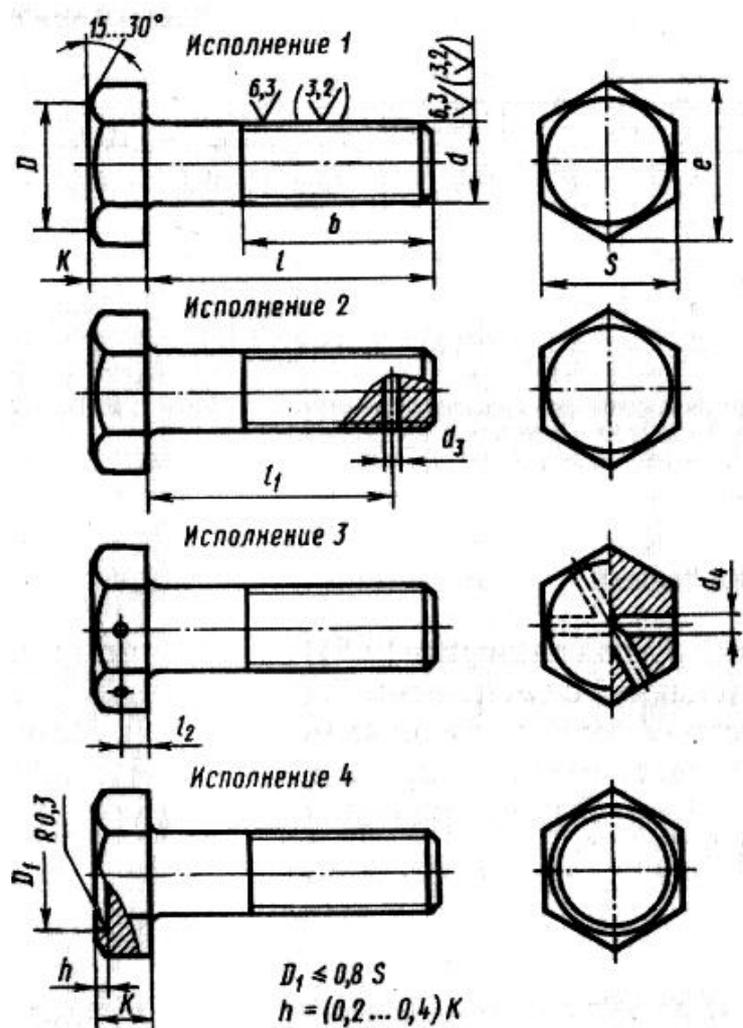
Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и винтовой резьбой на другом.

Головка болта может иметь разную форму: шестигранную, квадратную, прямоугольную, полукруглую, коническую с квадратным подголовком или усом (для предотвращения проворачивания болта при навинчивании гайки).

Наибольшее применение получили болты с шестигранной головкой. При скреплении деталей на резьбу болта навёртывается гайка.



Обычно болты применяют для скрепления (соединения) деталей не очень большой толщины, фланцев, при необходимости частого соединения и разъединения деталей.



Пример условного обозначения болта нормальной точности с шестигранной головкой:

Болт исполнения 1 (не указывают), с крупным шагом (не указывают), длиной 60 мм, класс прочности 5.8, без покрытия: Болт M12 — 6g x 60.58 ГОСТ 7798—70.

На учебных чертежах принимают, что болты изготовлены из углеродистой стали класса прочности 5.8 и что они не подвергаются покрытию.

1.2. Винты

Винты по назначению подразделяются на **крепежные** (соединительные) и **установочные**.

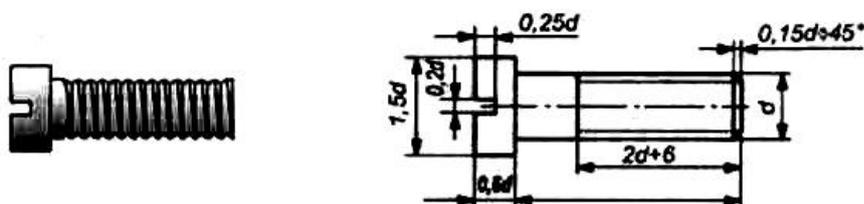
Головки крепежных винтов делаются с прорезью (шлицем) под отвёртку или «под ключ» и могут быть цилиндрическими, потайными, полукруглыми и т. д.

Крепёжные винты применяют для прикрепления вспомогательных изделий к основной детали. Винты с потайной головкой часто применяются вместо болтов в тех случаях, когда выступающие головки болтов мешают работе механизма.

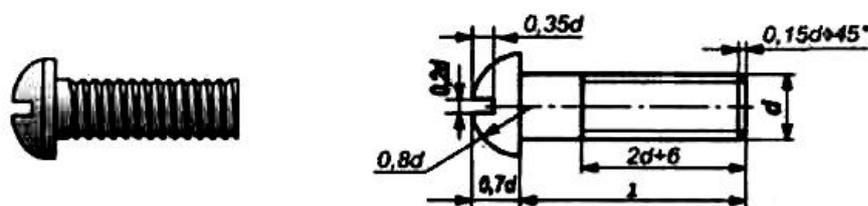
Установочные винты отличаются от крепёжных тем, что их стержень полностью нарезан и имеет нажимной конец, который входит в соответствующее углубление в детали.

Установочные винты применяют для фиксации одной детали относительно другой. Чаще всего с помощью винтов фиксируются детали, насаженные на оси или валы, например установочные кольца, дистанционные втулки, рычаги, рукоятки и т. д.

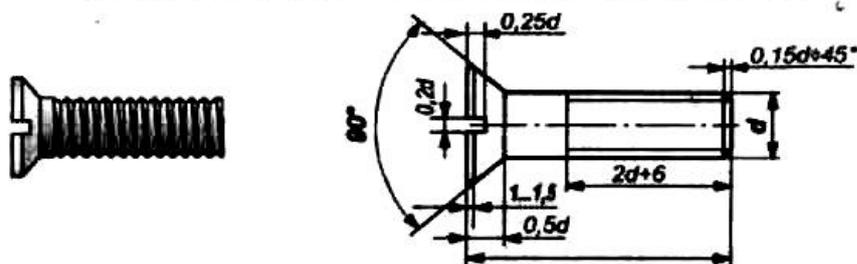
а) Винты с цилиндрической головкой (ГОСТ 1491–80)



б) Винты с полукруглой головкой (ГОСТ 17473–80)

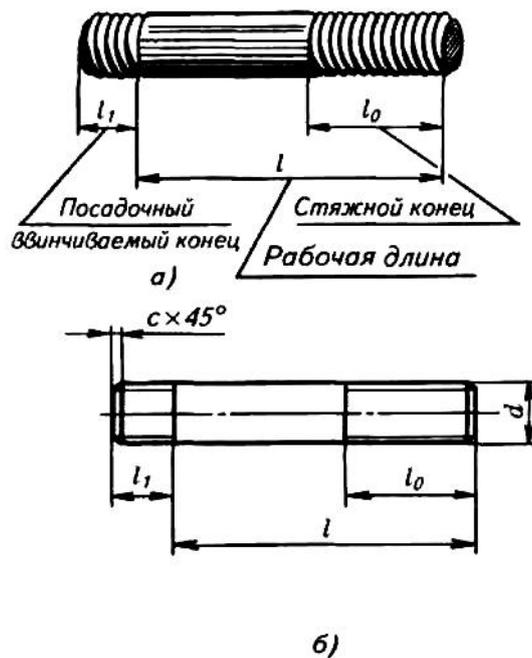


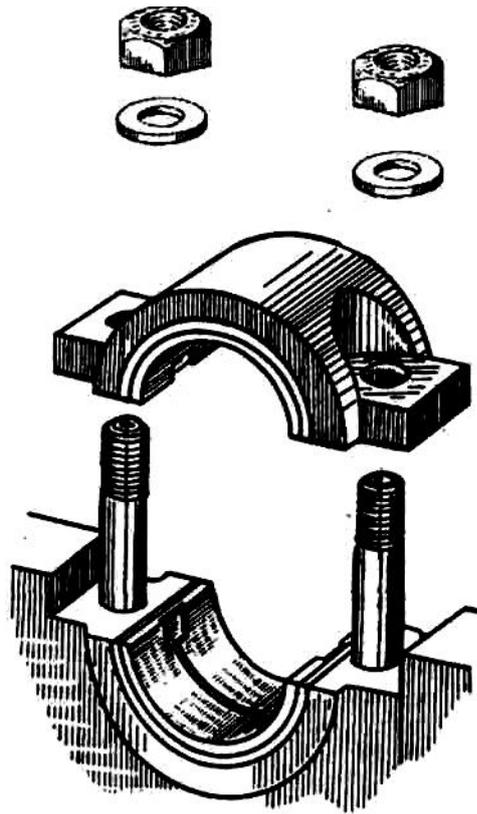
в) Винты с потайной головкой (ГОСТ 17473–80)



1.3. Шпильки

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Один конец шпильки ввёртывается до отказа в одну из соединяемых деталей, после чего на другой конец устанавливают скрепляемую деталь и навинчивают гайку.





Часть шпильки длиной l (рабочая длина шпильки), на которую устанавливается деталь и навинчивается гайка, называется гаечным концом. В зависимости от толщины подсоединяемой детали определяется необходимая длина стяжного конца.

Резьбовой конец шпильки l_1 , ввинчиваемый в деталь, называется посадочным концом. Длина посадочного конца шпильки подбирается в зависимости от пластичности материала детали, в которую ввёртывается шпилька.

Зависимость длины посадочного конца шпильки от материала изделия, в которое она ввертывается

Длина ввинчиваемого резьбового конца	ГОСТ		Область применения
	Шпилька класса точности В	Шпилька класса точности А	
$l_1 = d$	22032–76	22033–76	для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях и деталях из титановых сплавов
$l_1 = 1,25d$	22034–76	22035–76	для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна
$l_1 = 1,6d$	22036–76	22037–76	
$l_1 = 2d$	22038–76	22039–76	для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов
$l_1 = 2,5d$	22040–76	22041–76	

Длина гладкой (ненарезанной) части шпильки гаечного конца должна быть не менее $0,5 d$.

Для резьбового конца l_0 вычисляется по формулам:

$2 d + 6$ мм — для l_0 до 150 мм;

$2 d + 12$ мм — для l_0 более 150 мм до 500 мм;

$2 d + 25$ мм — для l_0 более 500 мм.

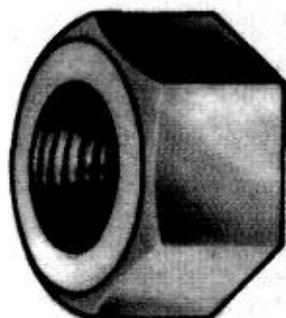
Пример условного обозначения шпильки диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом $P = 2$ мм и рабочей длиной $l = 120$ мм:

Шпилька М16 — 6g x 120.58 ГОСТ 22032—76.

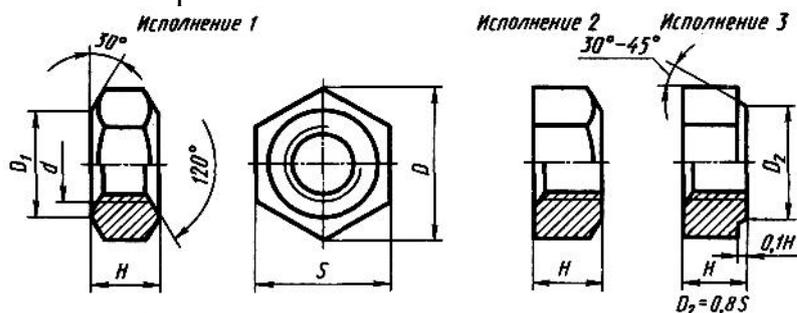
Все остальное расшифровывается, как в обозначении болта.

1.4. Гайки

Гайка крепёжная деталь с резьбовым отверстием в центре. Применяется для навинчивания на болт или шпильку до упора в одну из соединяемых деталей. В зависимости от назначения и условий работы гайки выполняют шестигранными, круглыми, барашковыми, фасонными и т.д.



Шестигранные гайки выпускают в трёх исполнениях — с одной и двумя коническими фасками.



Пример условного обозначения шестигранной гайки с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом $P = 1,75$ мм, полем допуска — $6H$, классом прочности — 12 и маркой стали — 40X:

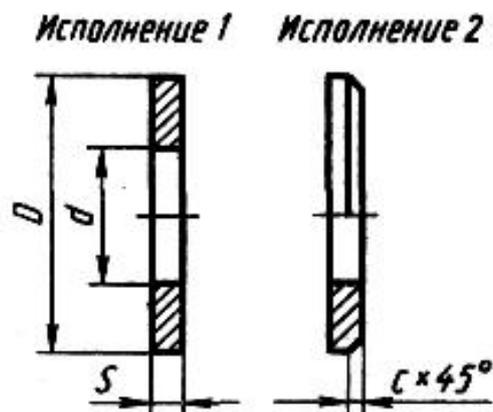
Гайка М12 — **6H.12.40X** ГОСТ 5915—70.

1.5. Шайбы

Шайба представляет собой точёное или штампованное кольцо, которое подкладывается под гайку, головку винта или болта в резьбовых соединениях.

Различают круглые, пружинные, стопорные, косые и другие шайбы.

Круглые шайбы по ГОСТ 11371-68 имеют два исполнения.



Примеры условных обозначений шайб:

а) Шайба для болта, шпильки диаметром резьбы 18 мм:

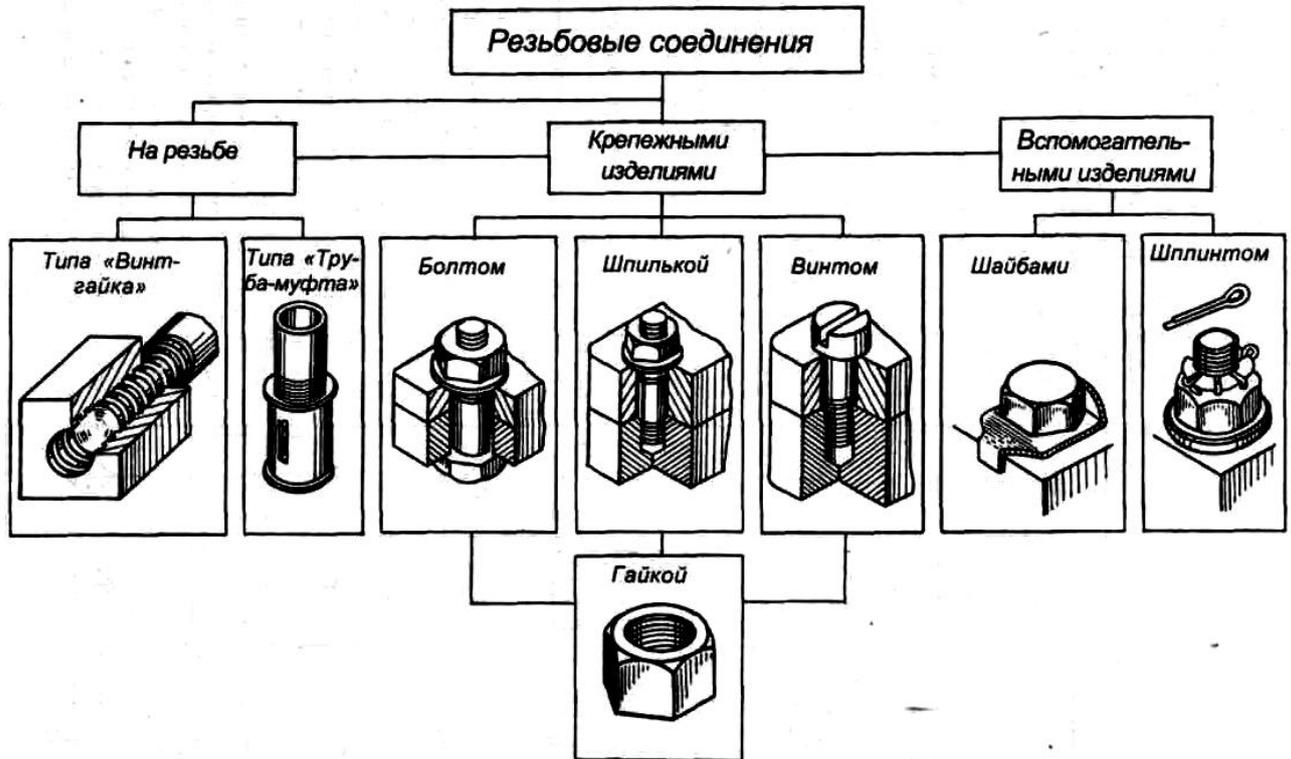
Шайба 18 ГОСТ 11371—78;

б) пружинная шайба из стали марки 65Г для болта, винта, шпильки с диаметром резьбы 18 мм:

Шайба 18 Л 65Г ГОСТ 6402—70.

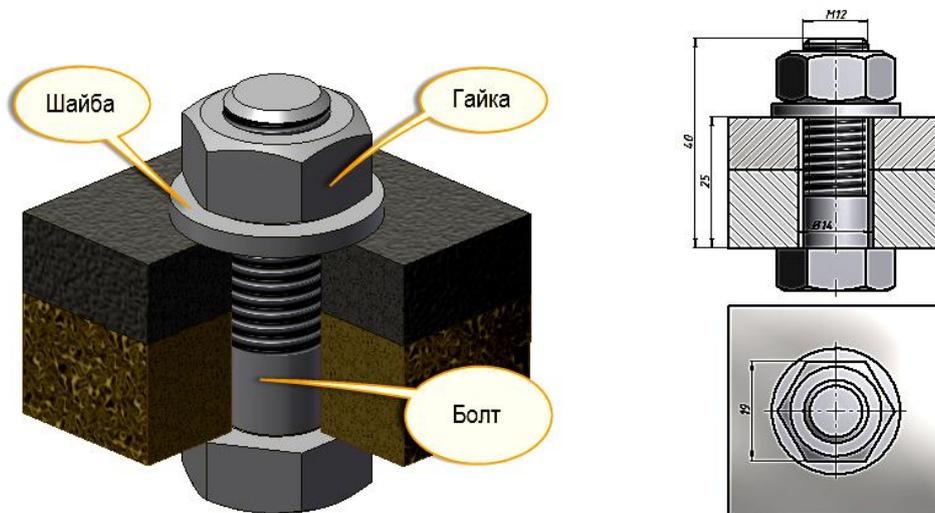
Примечание Буква, стоящая за цифрами, обозначающими диаметр резьбы, указывает тип пружинной шайбы: **Л** — лёгкие шайбы, **Н** — нормальные шайбы, **Т** — тяжёлые шайбы.

2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ



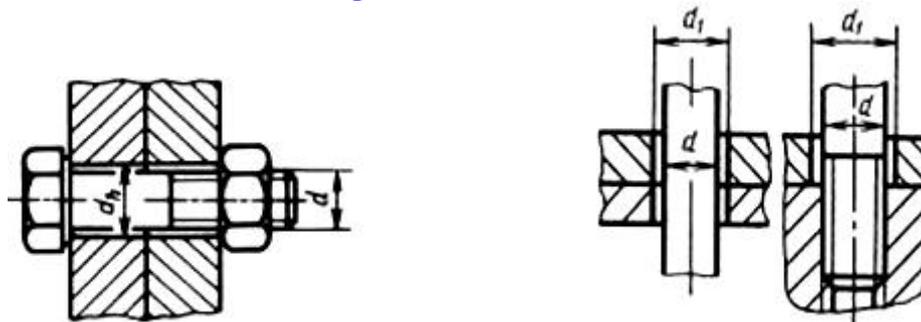
2.1. Соединение болтом

Соединение болтом состоит из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей.



В скрепляемых деталях просверливают отверстие диаметром $1,05... 1,1 d$, где d — диаметр резьбы болта.

Примечание В соответствии с ГОСТ 11284-75 «Отверстия сквозные под крепёж деталей. Размеры» устанавливаются размеры сквозных отверстий под болты, винты, шпильки и заклёпки с диаметром стержней от 1,0 до 160 мм, применяемых для соединения деталей с зазорами.



Диаметр стержня крепёжных деталей d	Диаметр сквозного отверстия d_1			Диаметр стержня крепёжных деталей d	Диаметр сквозного отверстия d_2		
	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд		1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
1,0	1,1	1,2	1,3	8,0	8,4	9,0	10,0
1,2	1,3	1,4	1,5	10,0	10,5	11,0	12,0
1,4	1,5	1,6	1,8	12,0	13,0	14,0 (13,5)	15,0 (14,5)
1,6	1,7	1,8	2,0	14,0	15,0	16,0 (15,5)	17,0 (16,5)
1,8	2,0	2,1	2,2	16,0	17,0	18,0 (17,5)	19,0 (18,5)
2,0	2,2	2,4	2,6	18,0	19,0	20,0	21,0
2,5	2,7	2,9	3,1	20,0	21,0	22,0	24,0
3,0	3,2	3,4	3,6	22,0	23,0	24,0	26,0
3,5	3,7	3,9	4,2	24,0	25,0	26,0	28,0
4,0	4,3	4,5	4,8	27,0	28,0	30,0	32,0
4,5	4,8	5,0	5,3	30,0	31,0	33,0	35,0
5,0	5,3	5,5	5,8	33,0	34,0	36,0	38,0
6,0	6,4	6,6	7,0	36,0	37,0	39,0	42,0
7,0	7,4	7,6	8,0	39,0	40,0	42,0	45,0
42,0	43,0	45,0	48,0	90	93	96	101
45,0	46,0	48,0	52,0	95	98	101	107
48,0	50,0	52,0	56,0	100	104	107	112
52,0	54,0	56,0	62,0	105	109	112	117
56	58	62	66	110	114	117	122
60	62	66	70	115	119	122	127
64	66	70	74	120	124	127	132
68	70	74	78	125	129	132	137
72	74	78	82	130	134	137	144
76	78	82	86	140	144	147	155
80	82	86	91	150	155	158	165
85	87	91	96	160	165	168	175

Рис. Таблица диаметров сквозных отверстий под крепёжные детали

В отверстие вставляют болт, конец которого должен выходить наружу за пределы соединяемых деталей примерно на $1,3 d$. На болт надевают шайбу и затем навинчивают гайку. Расчётная длина необходима для выбора стандартной длины болта из нормального ряда длин, который можно найти в ГОСТе или непосредственно в системе КОМПАС 3D.

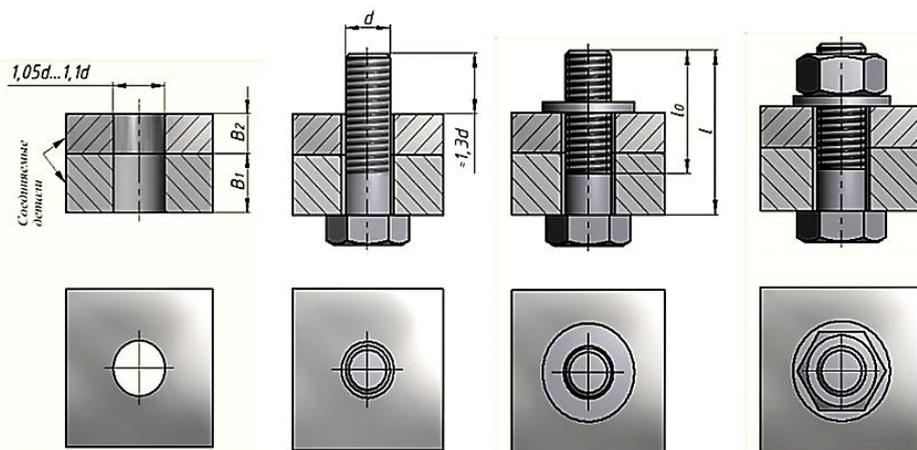


Рис. Порядок сборки соединения болтом

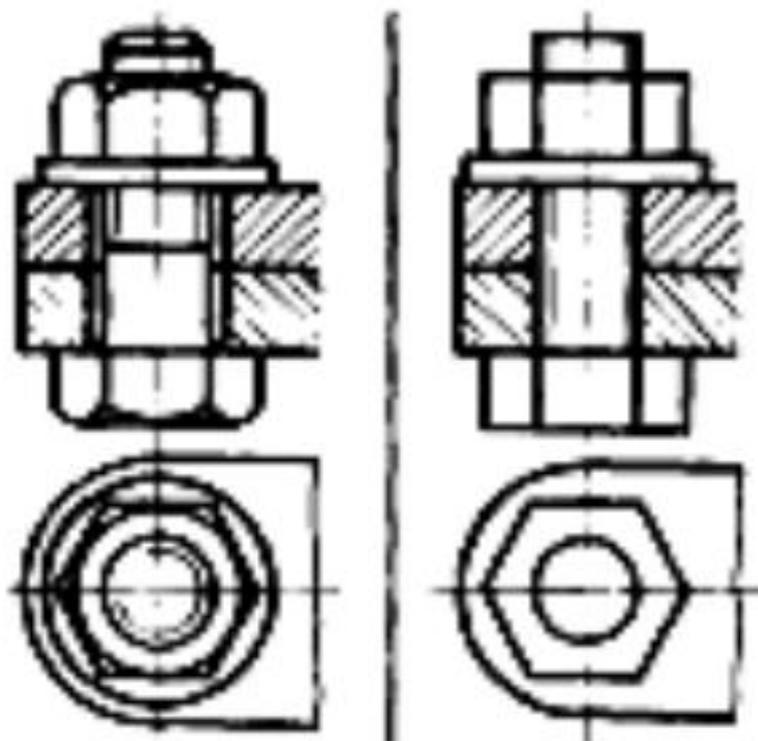
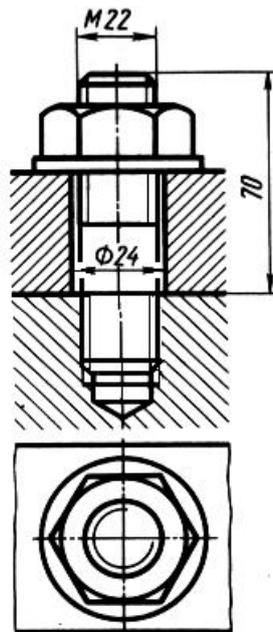
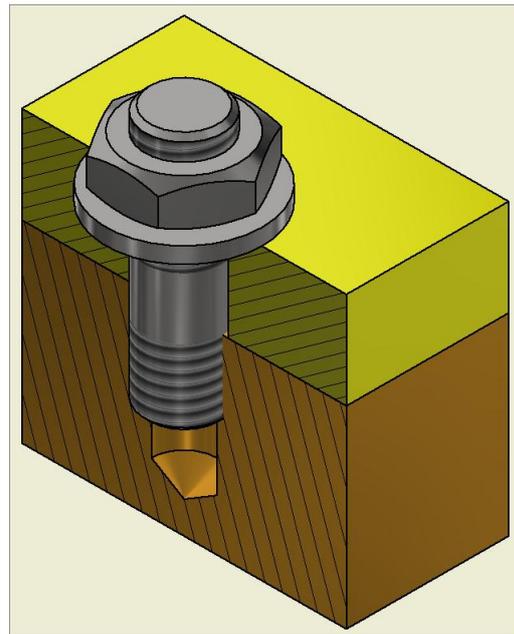
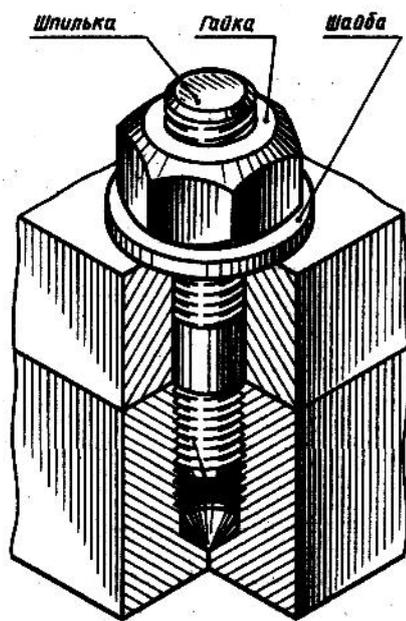


Рис. Полное и упрощённое изображение соединения болтом

5.2. Соединение шпилькой

Соединение шпилькой состоит из шпильки, гайки и шайбы.



В одной из соединяемых деталей просверливают глухое отверстие. В этом глухом отверстии нарезают резьбу. Шпильку

резьбовым посадочным концом l_1 завинчивают в отверстие. Затем в подсоединяемой детали просверливают отверстие диаметром $1,05 \dots 1,1d$ и надевают ее на шпильку. После этого на шпильку надевают шайбу и навинчивают гайку.

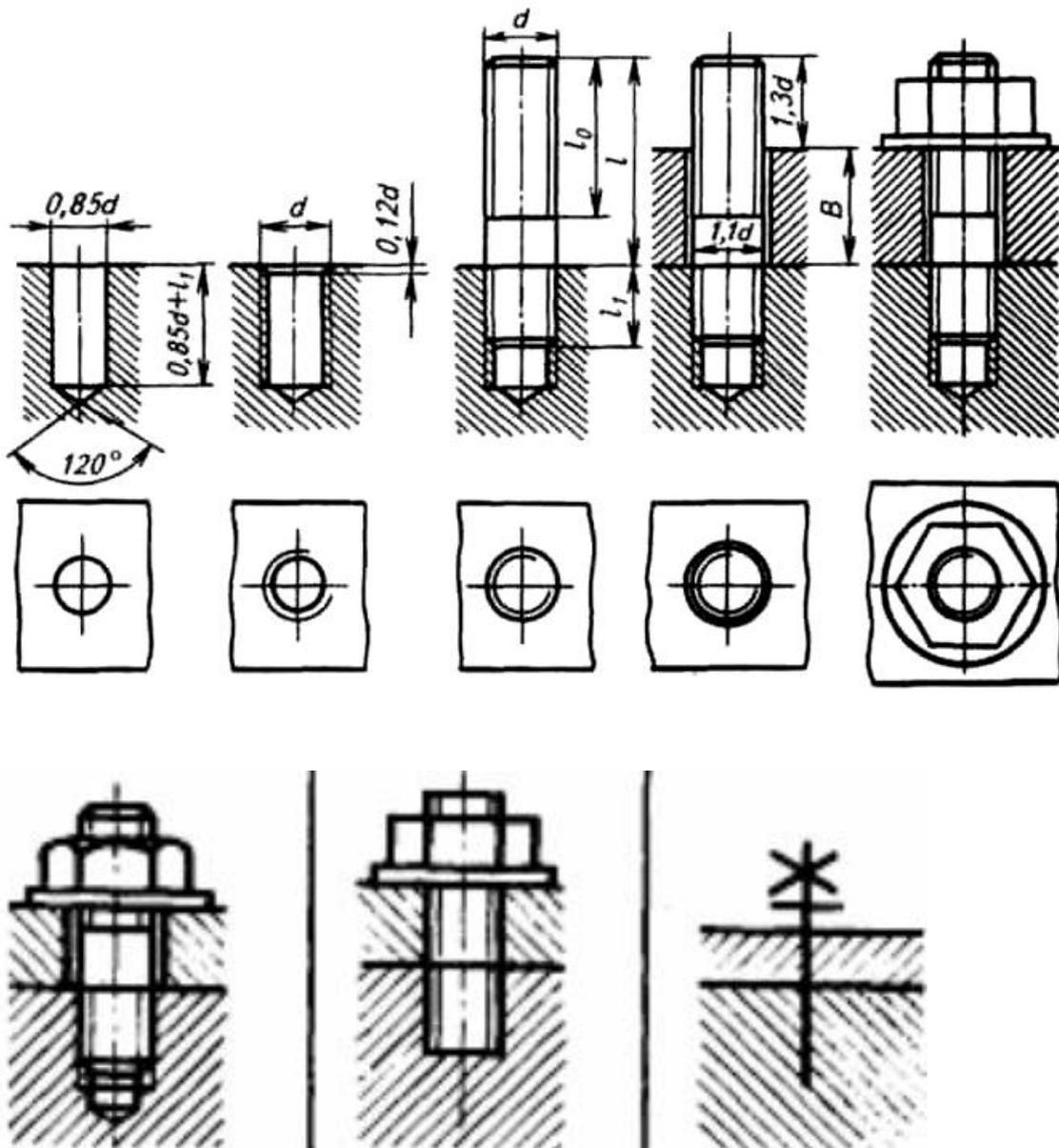
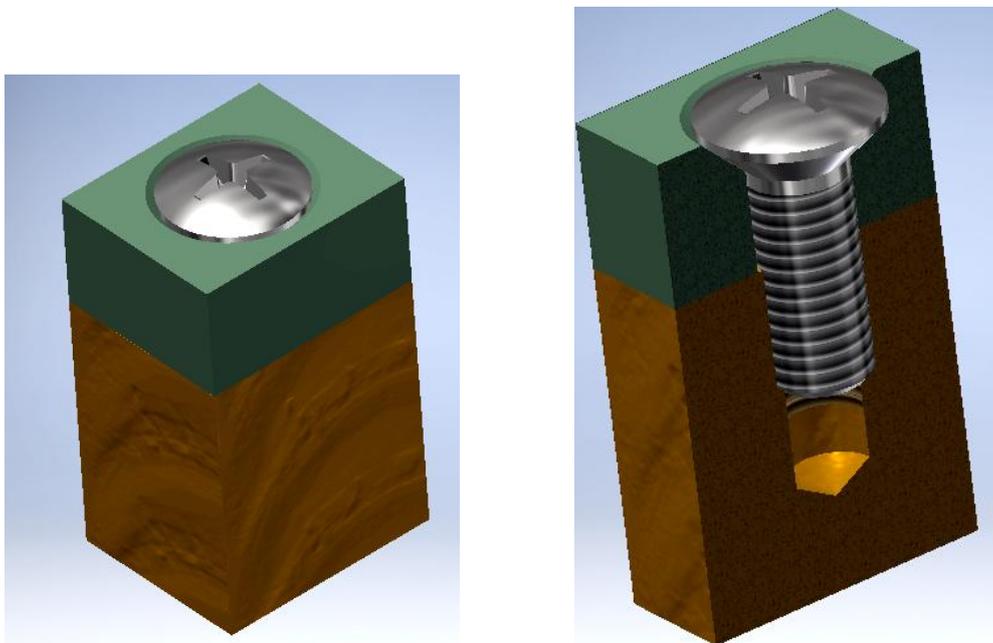


Рис. Полное, упрощённое и условное изображение соединение шпилькой

2.3. Соединение винтом

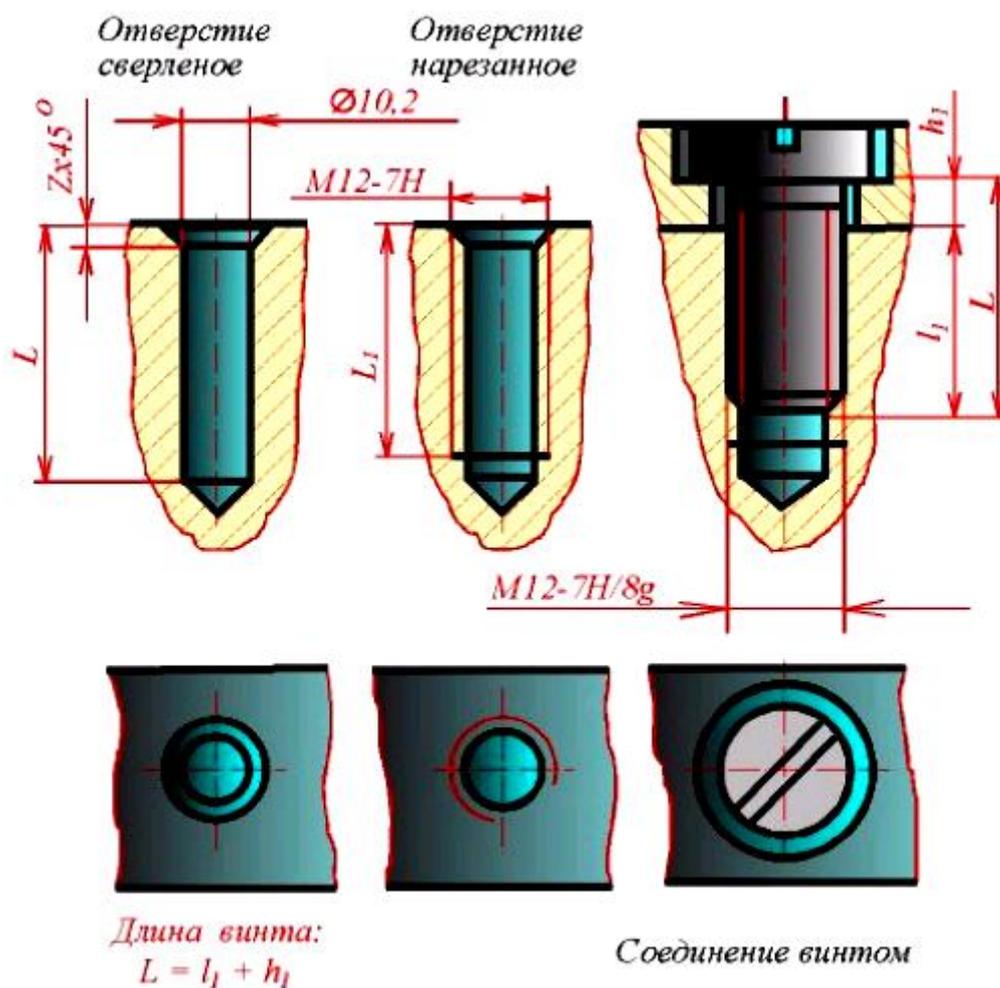


При помощи крепёжных винтов можно скреплять две и более детали. Для этого в последней из них делается резьбовое отверстие, а в остальных - гладкие соосные отверстия диаметром, большим диаметра винта. Винт свободно проходит через гладкие отверстия скрепляемых деталей и ввинчивается в резьбовое отверстие последней из них (рис. 45.1). Глубина l_1 ввинчивания винта зависит от материала детали и принимается равной d для стали, бронзы и латуни, $1,25 d$ - для ковкого и серого чугуна и $2 d$ - для лёгких сплавов (d - наружный диаметр резьбы винта).

В первой из скрепляемых деталей делается коническая зенковка (углубление под головку) для винтов с полупотайной и потайной головками или цилиндрическая - для винтов с цилиндрической головкой.

Для подсчёта длины винта необходимо составить сборочную размерную цепь. Полученный в результате подсчёта размер

округляется до ближайшего размера длины винта по таблице соответствующего стандарта. По этой же таблице определяется длина нарезанной части винта. Составляя размерную цепь, необходимо обратить внимание на то, что у винтов с потайной и полупотайной головками потайная часть ее включается в длину винта.



При вычерчивании соединения деталей с помощью винтов конструктивные размеры винтов берутся из соответствующего стандарта. Шлицы головок винтов на сборочных чертежах, на видах сверху (или слева), изображаются под углом 45 градусов к рамке чертежа (рис. 45.1) в соответствии с ГОСТ 2.315 - 68.

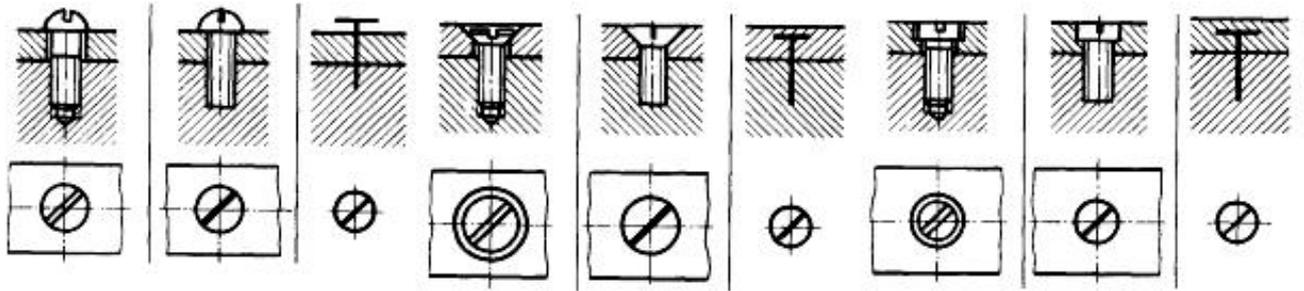


Рис. Соединения винтом полное, упрощённое и условное

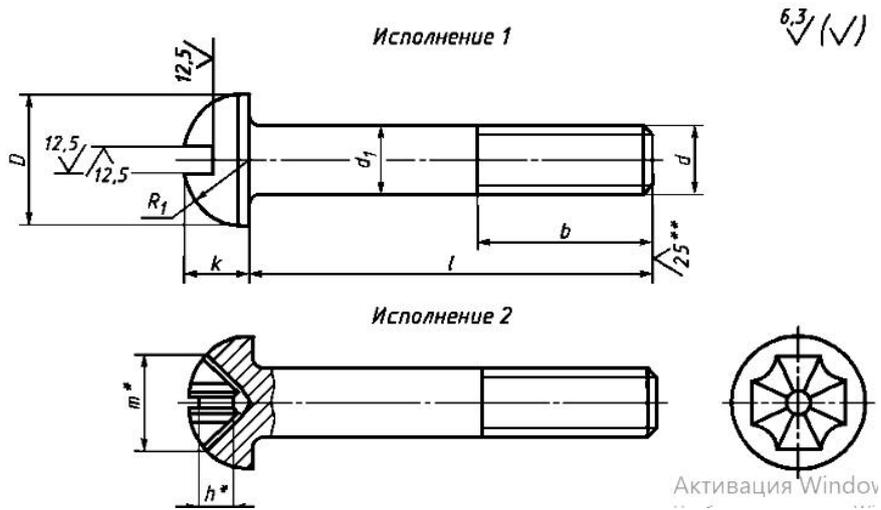


Рис. Винт с полукруглой головкой

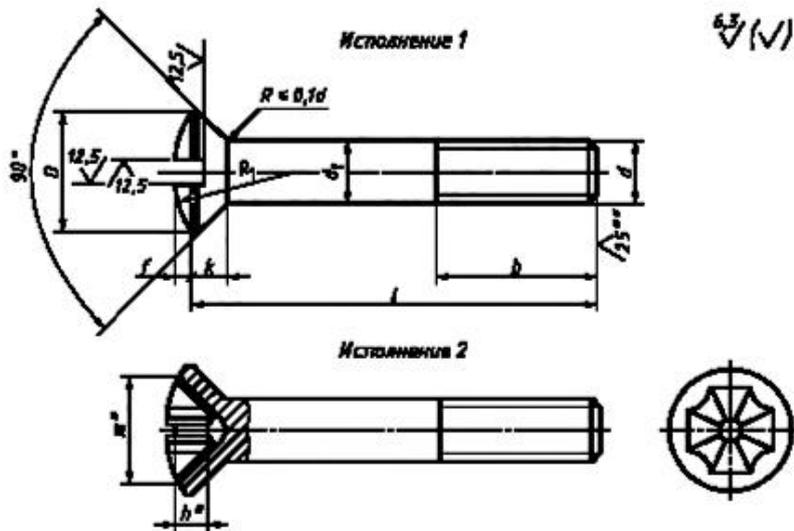


Рис. Винт с полупотайной головкой

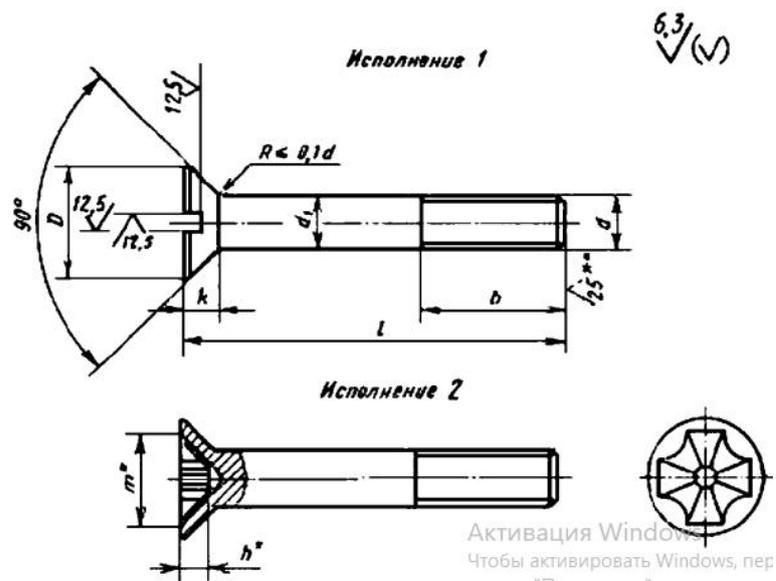
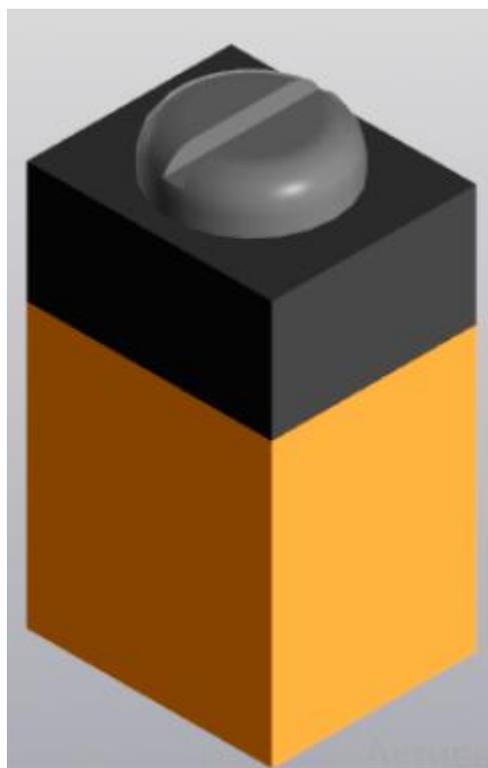
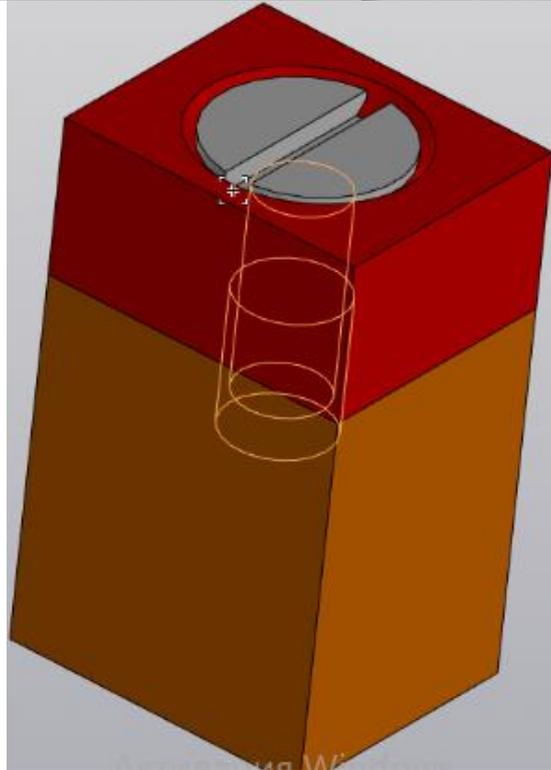
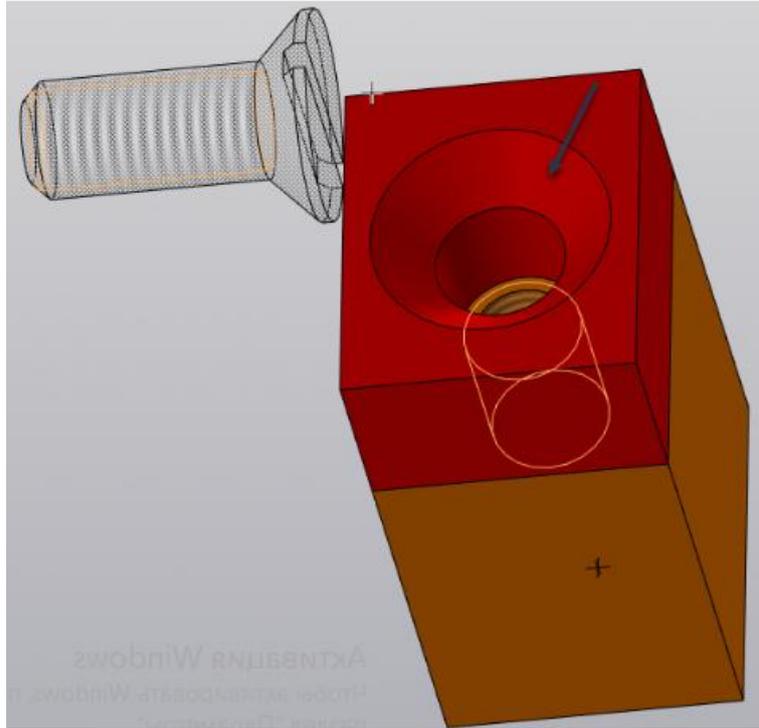


Рис. Винт потайной головкой

Диаметры отверстий в скрепляемых деталях для прохода винтов выбиваются по таблице стандарта в зависимости от диаметров стержней крепёжных деталей.

Размеры зенковок под винты с *полупотайной*, *потайной* и *цилиндрической* головками в таблице стандарта в зависимости от номинального диаметра резьбы.





ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ РЕЗЬБЫ НА СТЕРЖНЕ И В ОТВЕРСТИИ В СИСТЕМЕ КОМПАС 3D

Рассмотрим технологию создания внешней и внутренней резьбы на примере создания моделей болта и гайки.

Размеры стандартных болта и гайки возьмём из ГОСТа.

Болт:

Резьба М12;

Длина болта - $l = 40$ мм;

Длина резьбы - $l_0 = 30$ мм;

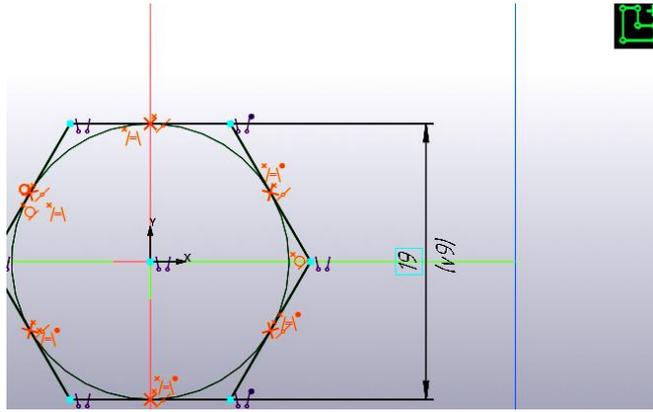
Высота головки болта - $k = 7,5$ мм

Размер под ключ - 19 мм

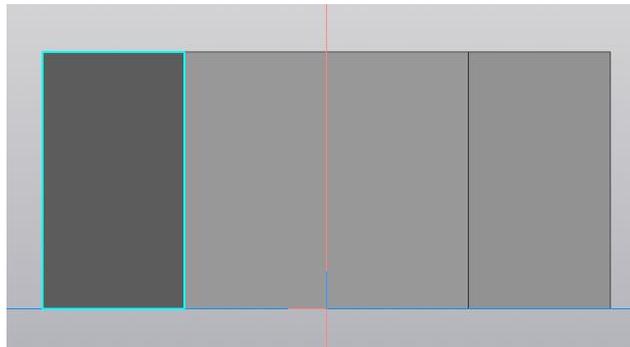
Гайка:

Высота гайки - 10мм

1. Создание гайки

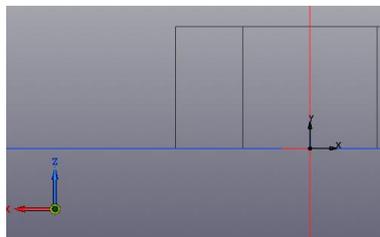


«Выдавить» эскиз на 10 мм



Определить главный вид модели как на рисунке

Задать плоскость XZ рабочей плоскостью построения эскиз



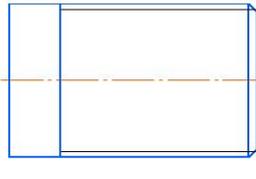
Спроецировать
объект

«Приложение» -> «Механика» -> «Валы и механические передачи 3D» -> «Разъёмные соединения» -> «Внешняя цилиндрическая ступень с цилиндрической резьбой»

Параметры
Внешняя цилиндрическая ступень с метрической резьбой

Изменение параметров: 

Пара...	Значе...
Обозн...	M12-6g
Диам...	12
Шаг р...	1,75
Длина	30
Длина...	30



Позиционирование

Плоскость:  Объект не определен

Точка:  Объект не определен

Направление

Свойства

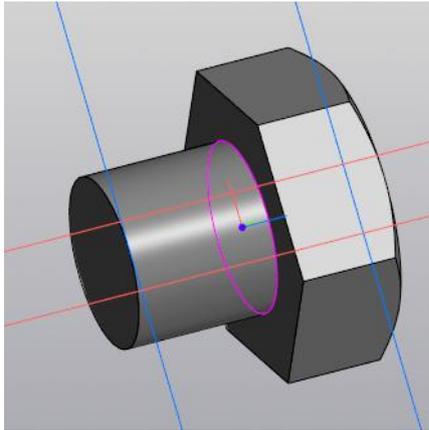
Наименование: Внешняя цилиндрическая сту

Цвет: Выбор недоступен

Использовать цвет источ...

Состояние: Включить в ра.  

 Укажите плоскость или плоскую грань



Внешняя цилиндрическая ступень с метрической резьбой ГОСТ 24705-20...

Диаметр резьбы, мм d 12

Нестандартная

Длина, мм l 30

Длина резьбовой части, мм l_r 30

Шаг резьбы, мм

1,75 Крупный Мелкий

Фаска по ГОСТ 10549-80

Ширина, мм c 1.6

Угол, ° α 45

Поле допуска резьбы [6g]

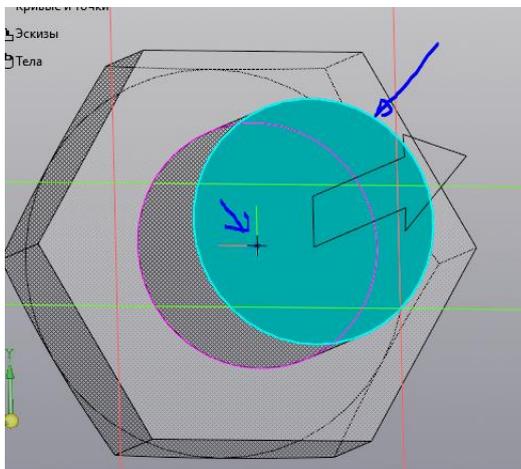
Левая резьба

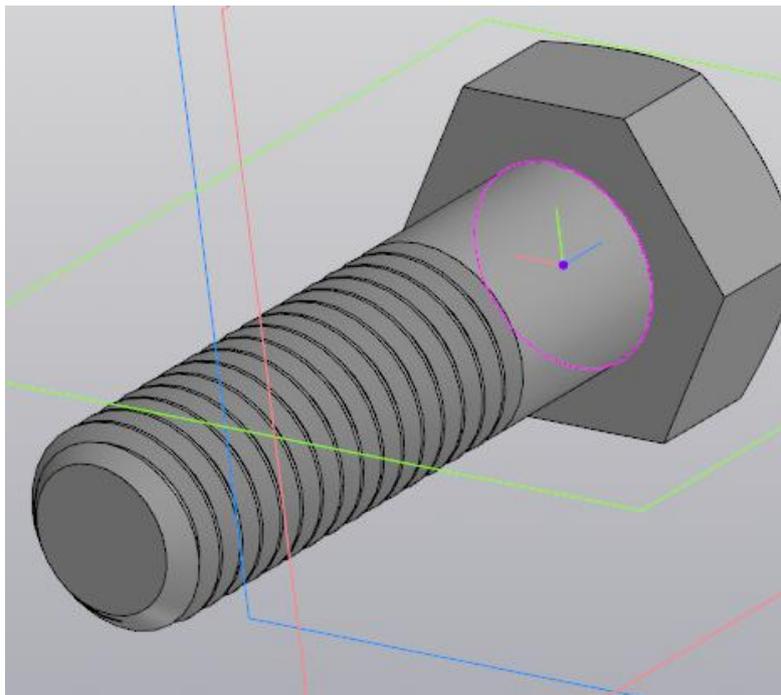
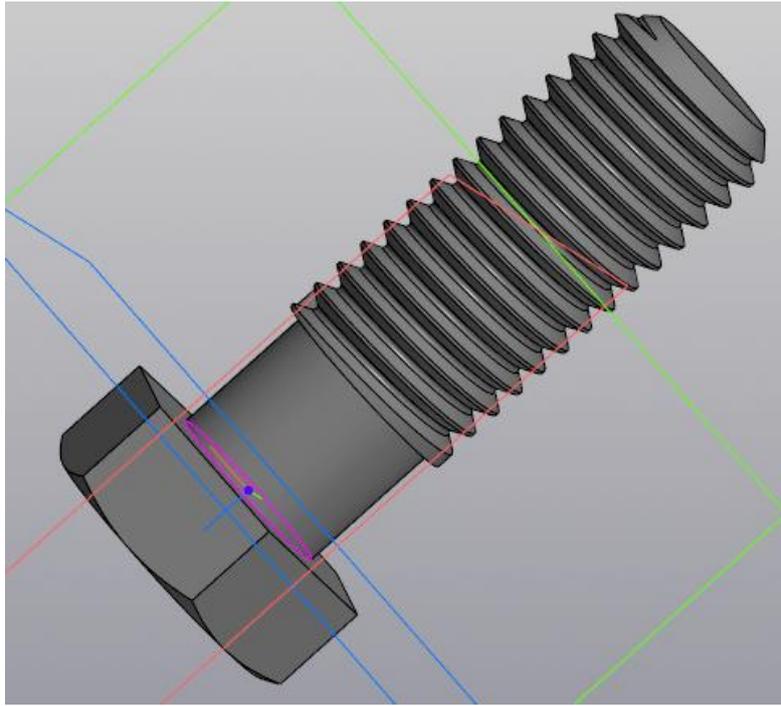
OK Отмена

Ссылочные материалы

[Таблица ГВС 004-2021. Обозначения резьбы на чертежах](#)

Проточка для выхода резьбообразующего инструмента или посадочное место под кольцо резиновое





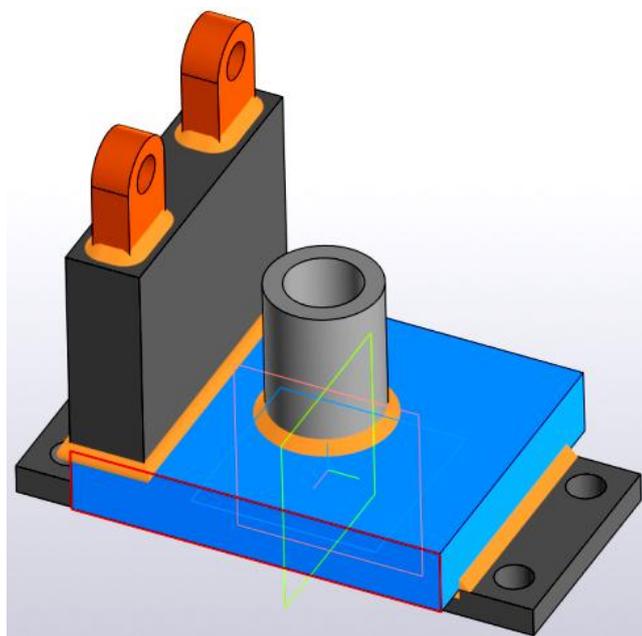


Рис. Соединение сварное