

## Лекция13 Соединения

### Общие понятия

**Соединение** - совокупность операций по соединению деталей различными способами. По конструкции и условиям эксплуатации соединения деталей могут быть разделены на подвижные и неподвижные. В зависимости от возможности их демонтажа соединения подразделяются на разъемные и неразъемные.

*Соединение неподвижное* - соединение деталей, обеспечивающее неизменность их взаимного положения при работе. Например, сварные, соединения с помощью крепежных изделий и др.

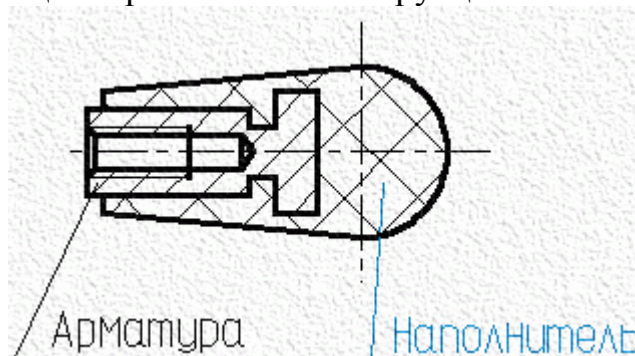
*Соединение подвижное* - соединение, при котором детали имеют возможность относительного перемещения в рабочем состоянии. Например, зубчатое соединение.

*Соединение неразъемное* - соединение, которое нельзя разъединить без нарушения формы деталей или их соединяющего элемента. Например, соединение сварное, паяное, заклепочное и др.

*Соединение разъемное* - соединение, которое можно многократно разъединять и соединять, не деформируя при этом ни соединяемые, ни крепежные детали. Например, резьбовое, шпоночное, соединение болтом, винтом и др.

### Неразъемные соединения

*Армированное соединение* - изделие, содержащее наполнитель и арматуру, которая используется для его усиления (наполнитель - менее прочный материал); получается прессованием, отвердеванием и пр. Пример: железобетон - сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в различных конструкциях.



*Соединение клеевое* - неразъемное соединение клеем деталей изделия.

*Соединение клепаное* - неразъемное соединение деталей изделия при помощи заклепок.

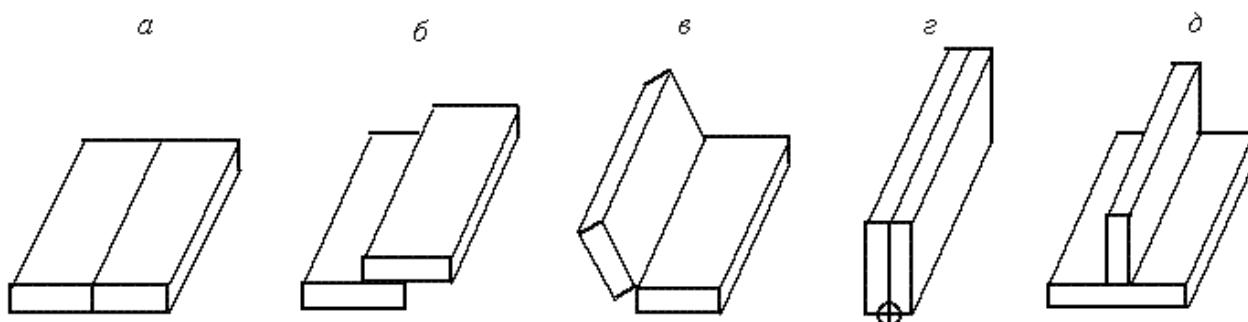
*Соединение паяное* - неразъемное соединение деталей, полученных с помощью *пайки*. Пайка - процесс соединения металлических или металлосодержащих деталей посредством расплавления присадочного материала - *припоя*, который смачивает паяемые поверхности, при этом могут образовываться химические соединения между материалом припоя и материалом детали. Соединения, полученные пайкой, называются паяными.

(видео)

*Соединение сварное* - неподвижное неразъемное соединение элементов изделия, выполненных сваркой. Включает сварной шов (или зону соединения) и зону материала, изменившуюся вследствие нагрева и пластической деформации.

(видео)

Виды сварных соединений :



а) стыковое - сварное соединение, при котором части изделий соединяются по своим торцовым поверхностям;

б) нахлесточное - сварное соединение, при котором боковые поверхности соединяемых изделий частично перекрывают друг друга;

в) угловое - сварное соединение, при котором свариваемые части изделий расположены под углом и соединяются по кромкам.

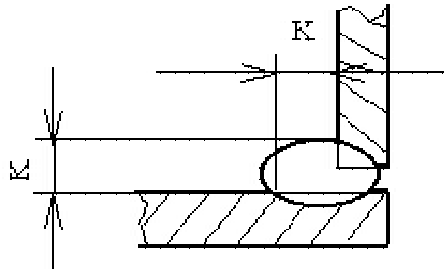
г) торцевое

д) тавровое - сварное соединение, при котором торец одного из изделий соединяется с боковой поверхностью другого.

Способы сварки в основном различаются по виду применяемых источников тепла: ручная дуговая сварка ([ГОСТ 5264-80](#)), автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом ([ГОСТ 11533-75](#)), дуговая сварка в защитном газе ([ГОСТ 14771-76](#)), контактная сварка ([ГОСТ 15878 - 79](#)) и др. (подробнее см. ГОСТ 19521-74. Сварка металлов. Классификация).

На чертежах к буквенному обозначению добавляют цифровое: С1, С2, С3...; Н1, Н2, Н3, ...; У1, У2, У3, ...; Т1, Т2, Т3..., характеризующие вид подготовки кромок и интервал толщин свариваемых деталей.

Катет шва — кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы шва на поверхности второй свариваемой части.



Катет (К) – характерный размер сварного шва

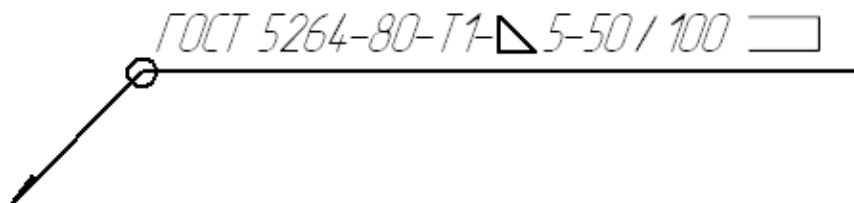
На чертеже сварной конструкции применяют знаки :

1. Для прерывистого шва с цепным расположением провариваемых участков с указанием длины участка  $l$  и шага  $t$ .
2. Для прерывистого шва с шахматным расположением провариваемых участков с указанием длины участка  $l$  и шага  $t$ .
3. Если требуется снять выпуклость с указанием (или без указания) шероховатости обработанной поверхности шва.
4. Когда требуется наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу.
5. Когда требуется указать размер катета поперечного сечения шва
6. При выполнении шва по замкнутой линии.
7. При выполнении шва по незамкнутой линии, если расположение шва ясно из чертежа.
8. Когда сварку осуществляют при монтаже изделия.

Знаки выполняют тонкими линиями. Высота знаков должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

№ знака	1	2	3	4	5	6	7	8
Знак	/	Z	○	∞	△	○	▭	□

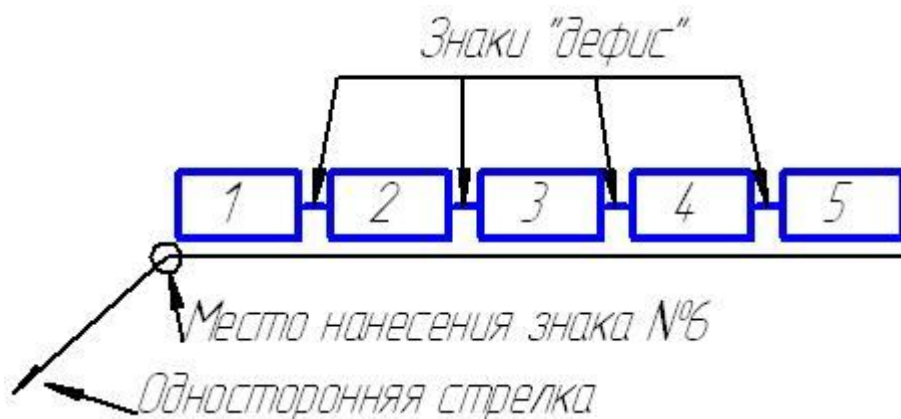
Согласно ГОСТ 2.312-72, шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают сплошной основной (видимый шов) или штриховой (невидимый шов) линией. Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны или под полкой линии-выноски, проводимой от оборотной стороны.



Пример условного обозначения стандартного шва

На следующем рисунке приведено полное условное обозначение стандартного шва, где:

1. Обозначение стандарта
2. Обозначение шва
3. Знак и размер катета
4. Для прерывистого шва – размер длины провариваемого участка, знаки / или Z и размер шага.
5. Вспомогательные знаки



При наличии одинаковых сварных швов обозначение наносят у одного изображения, а у остальных проводят линии-выноски с полками для указания номера шва или без полок, если все швы одинаковые). Если все сварные швы, изображенные на чертеже изделия, хотя и разных типов, выполняют по одному и тому же стандарту, например по ГОСТ 5264—80, его обозначение на полке не указывают, а дают ссылку в технических требованиях.

### **Разъемные соединения**

Каждая машина состоит из ряда деталей, соединенных между собой тем или иным способом. Все соединения делятся на две группы: неразъемные и разъемные. К разъемным – шпоночные, резьбовые и т. д.

*Соединения шпоночные* бывают двух видов: неподвижное и подвижное. Наиболее распространено неподвижное соединение шпонками валов с насаженными на них деталями для передачи вращательного движения, например, маховиками, шкивами, зубчатыми колесами, муфтами и др. Эти соединения просты по выполнению, компактны, легко разбираются и собираются.(видео)

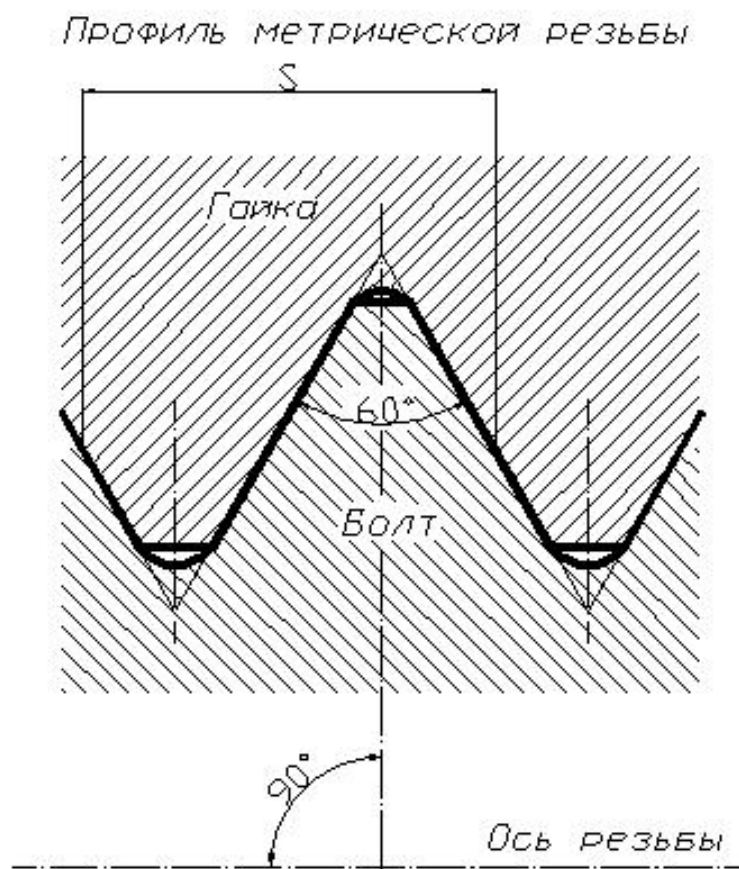
*Соединения резьбовые* являются одним из распространенных в технике соединений при помощи крепежных деталей: гаек, болтов, винтов и шпилек.(видео)

### **Изображение и обозначения стандартной резьбы**

Резьба треугольного профиля обычно применяется на изделиях, предназначенных для скрепления, и называется крепежной. Резьбы трапецеидального, прямоугольного и других профилей предназначаются для

подвижных соединений (домкраты, ходовые винты металлорежущих станков и др.) и называются ходовыми резьбами.

Резьба треугольного профиля с углом при вершине  $60^\circ$  называется метрической резьбой.

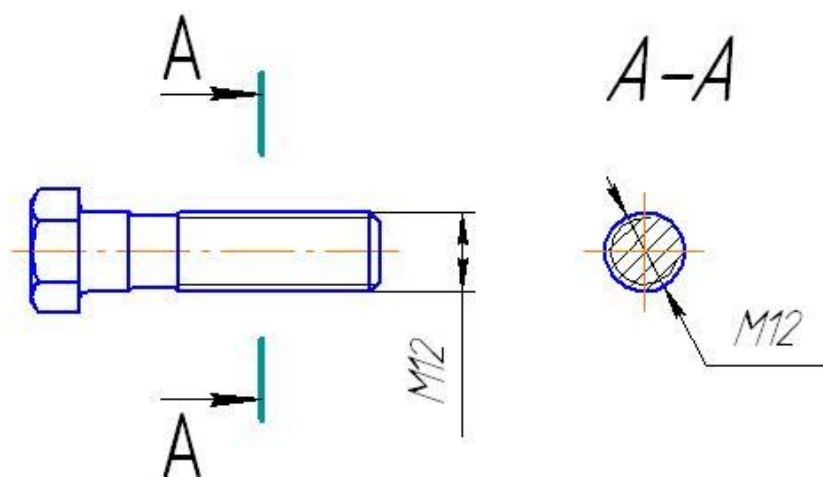


При изготовлении запасных частей к старым машинам встречается дюймовая крепежная резьба, имеющая профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$ . Для труб и изделий трубных соединений (муфты, отводы, тройники и т. д.) применяется трубная дюймовая резьба с профилем — равнобедренным треугольником с углом при вершине  $55^\circ$  (ГОСТ 6357—73), т. е. резьба трубная цилиндрическая. В отличие от дюймовой резьбы она имеет более мелкий шаг. Для труб также применяется резьба трубная коническая (ГОСТ 6211—69). Для ходовых соединений применяются трапецидальные резьбы (ГОСТ 9484—73), упорные (ГОСТ 10177—62). Резьба прямоугольного профиля не стандартизована.

Ниже приводятся основные положения ГОСТ 2.311-68 по изображению резьб на чертежах.

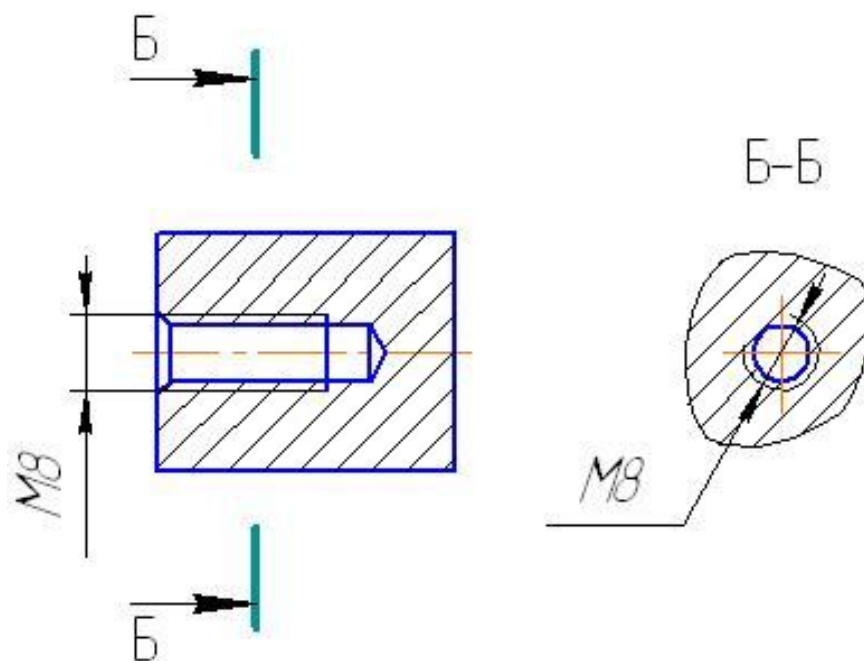
Резьбу изображают:

*на стержне* — сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями — по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте;



в отверстиях — сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями — по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте.



Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы. Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру.

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображена как

невидимая (рис.). Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т. е. в обоих случаях до сплошной основной линия (см. рис.22, 23).

Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбег. Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают. Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

## Болты

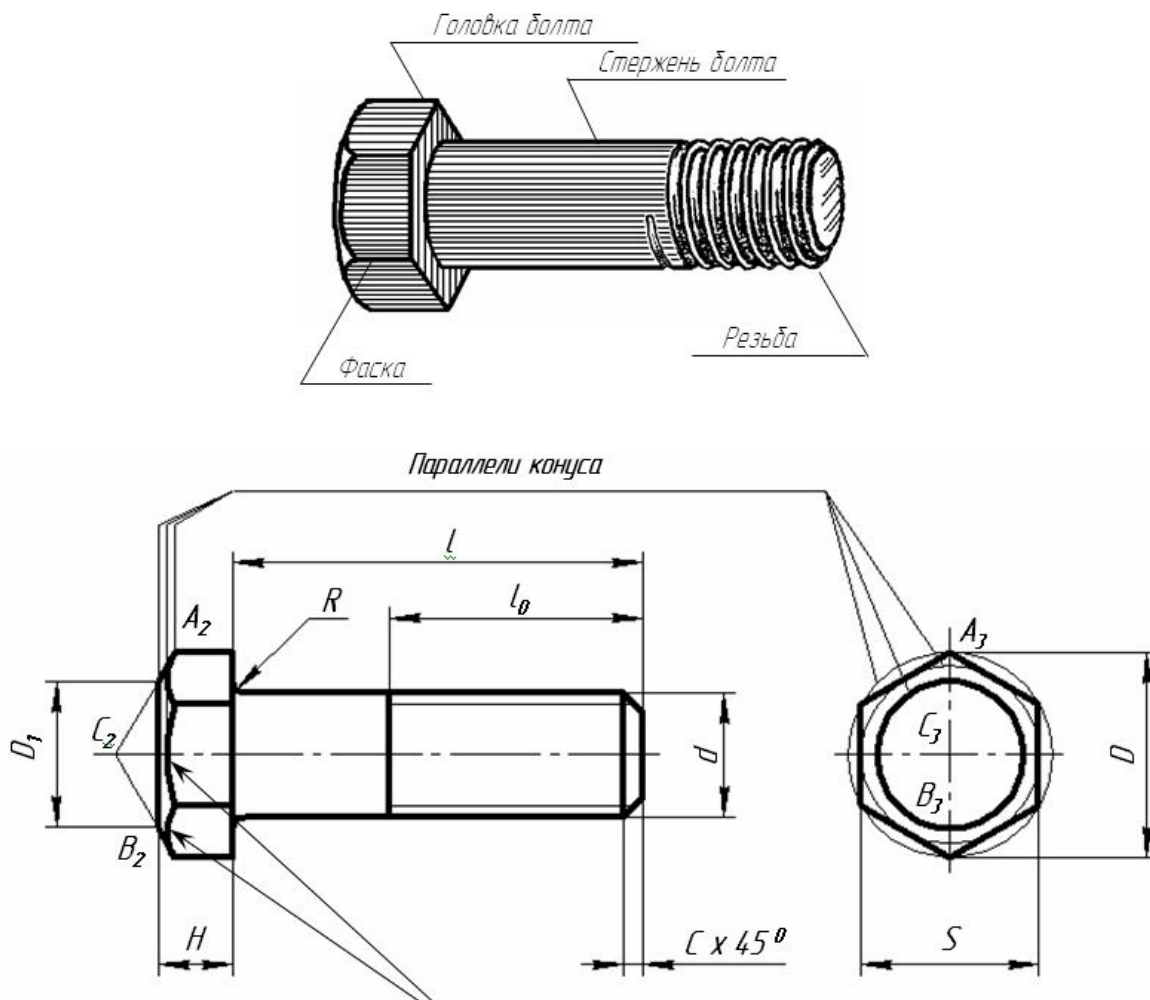
Болт состоит из двух частей: головки и стержня с резьбой. В большинстве конструкций болтов на его головке имеется коническая фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая наложение гаечного ключа при свинчивании. На рисунке показано выполняемое на учебных чертежах, когда это требует задание, построение дуг гипербол на боковых гранях головки болта, образующихся при сечении конуса вращения (конической фаски) плоскостями (гранями головки), параллельными его оси. Обычно эти дуги заменяют дугами окружностей, определяемыми каждая тремя точками.

$C$  – вершина конуса вращения;

$d, D, S, H, l_0$  – размеры, взятые из соответствующих стандартов болта;

$l$  – Рассчитывается в зависимости от толщин стягиваемых болтом деталей, затем выбирается из того же стандарта, что и перечисленные выше размеры.

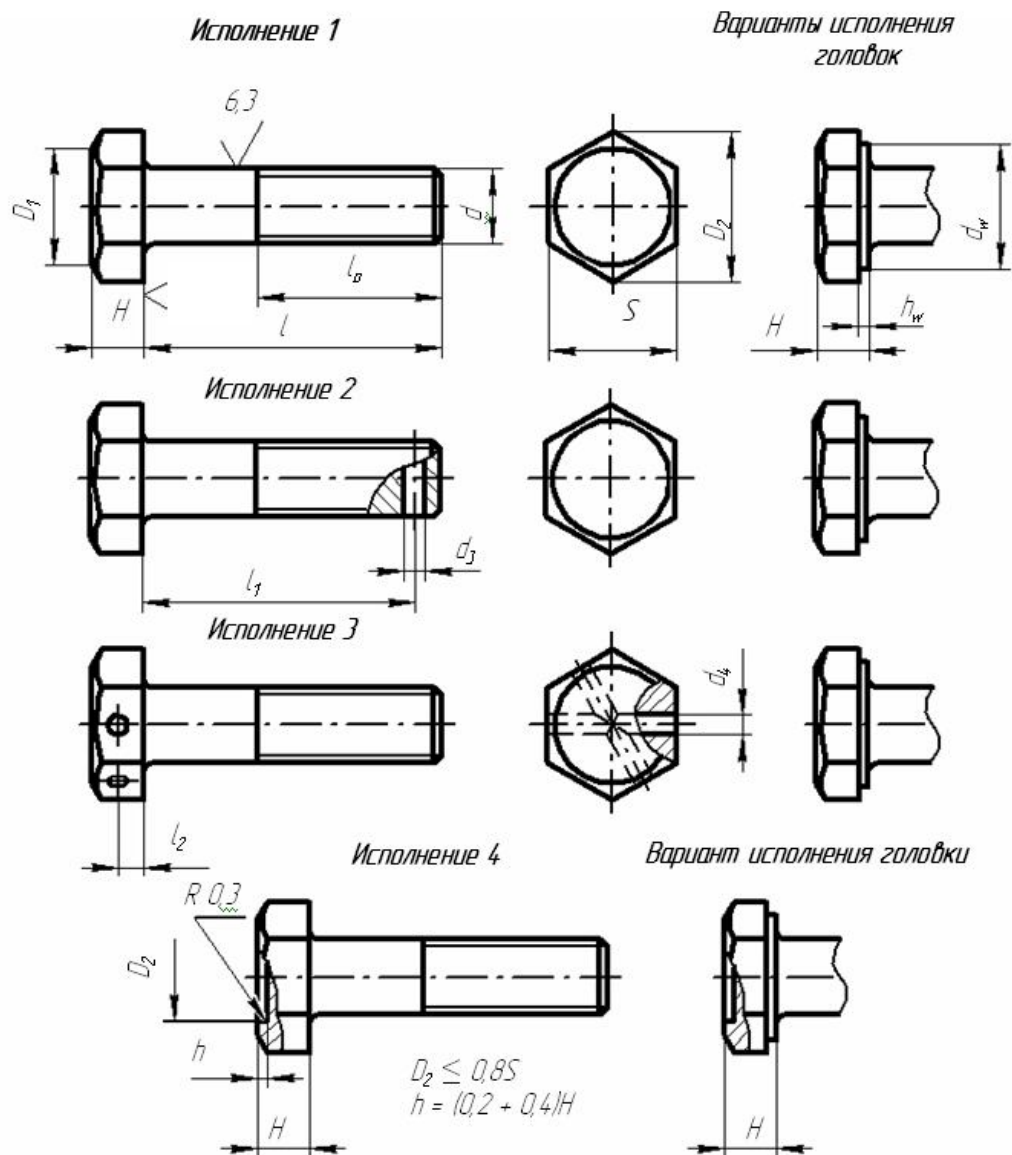
Изображение болта на чертеже.



Болты с шестигранными головками повышенной, нормальной и грубой точности (классов прочности А, В, С), с нормальной или уменьшенной головкой, с крупным или мелким шагом резьбы выпускаются от одного до нескольких исполнений.

Пример такого болта (ГОСТ 7798-70) в четырех исполнениях:

- исполнение 1 – без отверстий в стержне и головке;
- исполнение 2 – с отверстием в стержне под шплинт;
- исполнение 3 – с двумя отверстиями в головке для стопорения проволокой;
- исполнение 4 – с цилиндрическим углублением в головке.



Примеры обозначений:

**Болт 3 М12 х 1,25 – 6g х 60.109.40Х.016 ГОСТ 7798-70\***,

где 3 – исполнение, М – метрическая резьба, 12 – номинальный диаметр, 1,25 – мелкий шаг резьбы, 6g – поле допуска, 60 – длина болта, 109 – класс

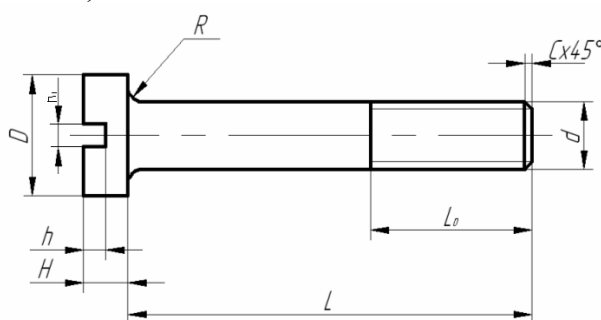


прочности, 40Х – марка стали, 016 – вид покрытия (цинковое, хромированное), толщиной 6 мкм.

Класс точности (в данном примере – В) и размеры головки (в данном примере – нормальная) определены ГОСТом 7798-70\*.

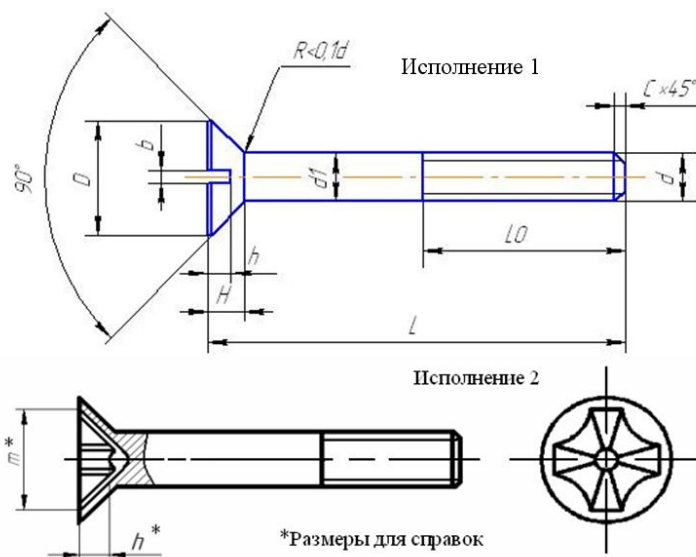
## Винты

Винты ввинчиваются в отверстия с резьбой (в гнездо) одной из соединяемых деталей. Винты подразделяют на крепежные и установочные (нажимные, регулирующие и др.). Наибольшее применение в технике получили винты крепежные с цилиндрической головкой, используемые в соединениях всех видов: с шайбой или без нее, с утопленными или неутопленными головками (ГОСТ 1491-80).



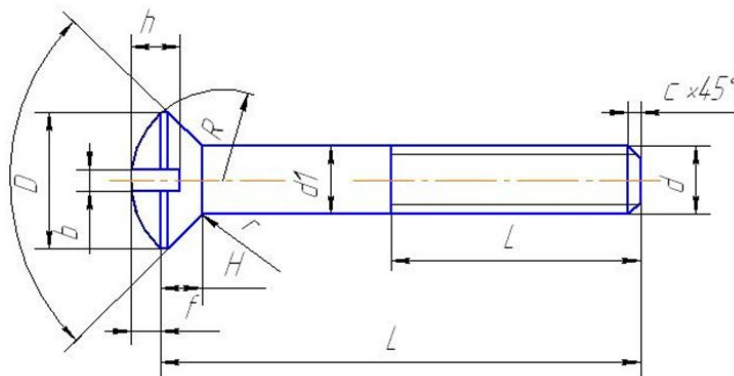
Размеры винта берутся из соответствующих стандартов, а  $l$  рассчитывается в зависимости от толщины притягиваемой винтом детали, а затем выбирают ближайшее значение  $l$  из таблиц ГОСТа.

Не меньшее применение находят винты с потайной головкой (ГОСТ 17475-80), приведенные ниже в двух исполнениях.



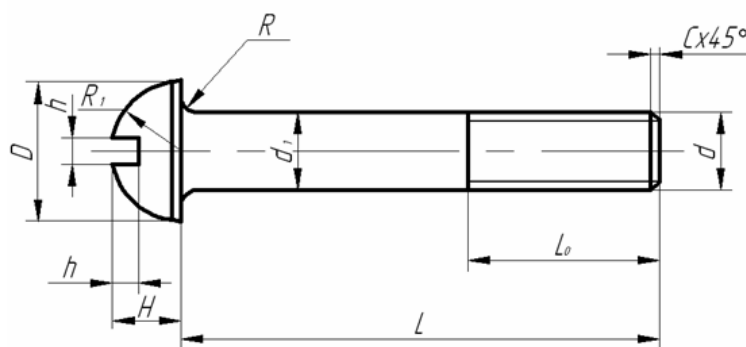
У винтов с потайной головкой размер  $l$  включает высоту головки винта  $H$ . Аналогично  $l$  рассчитывают и у винта с полупотайной головкой (ГОСТ 17474-80).

## Винт с полупотайной головкой

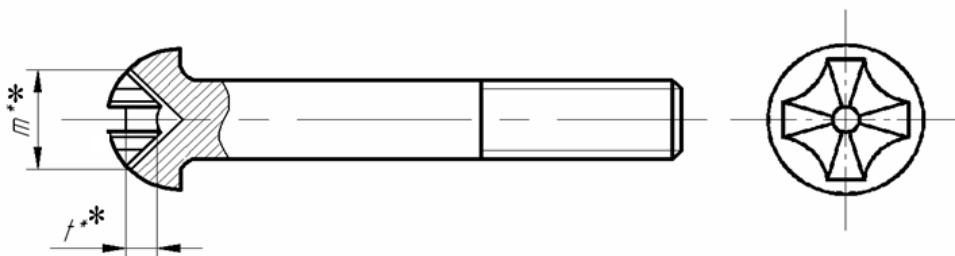


Винты с потайной головкой или полупотайной головкой применяют в тех случаях, когда толщина привертываемой детали позволяет утопить головку винта и когда по конструктивным соображениям необходимо, чтобы головки винта не выступали над поверхностью привертываемой детали. В тех случаях, когда толщина привертываемой детали недостаточна (меньше  $0,6d$ ) и утопить головку нельзя, вместо винтов с потайными и полупотайными головками используют винты с полукруглыми головками (ГОСТ 17473-80), показанные ниже в двух исполнениях.

### Винты с полукруглой головкой



Исполнение 1



Исполнение 2

\*Размеры для справок

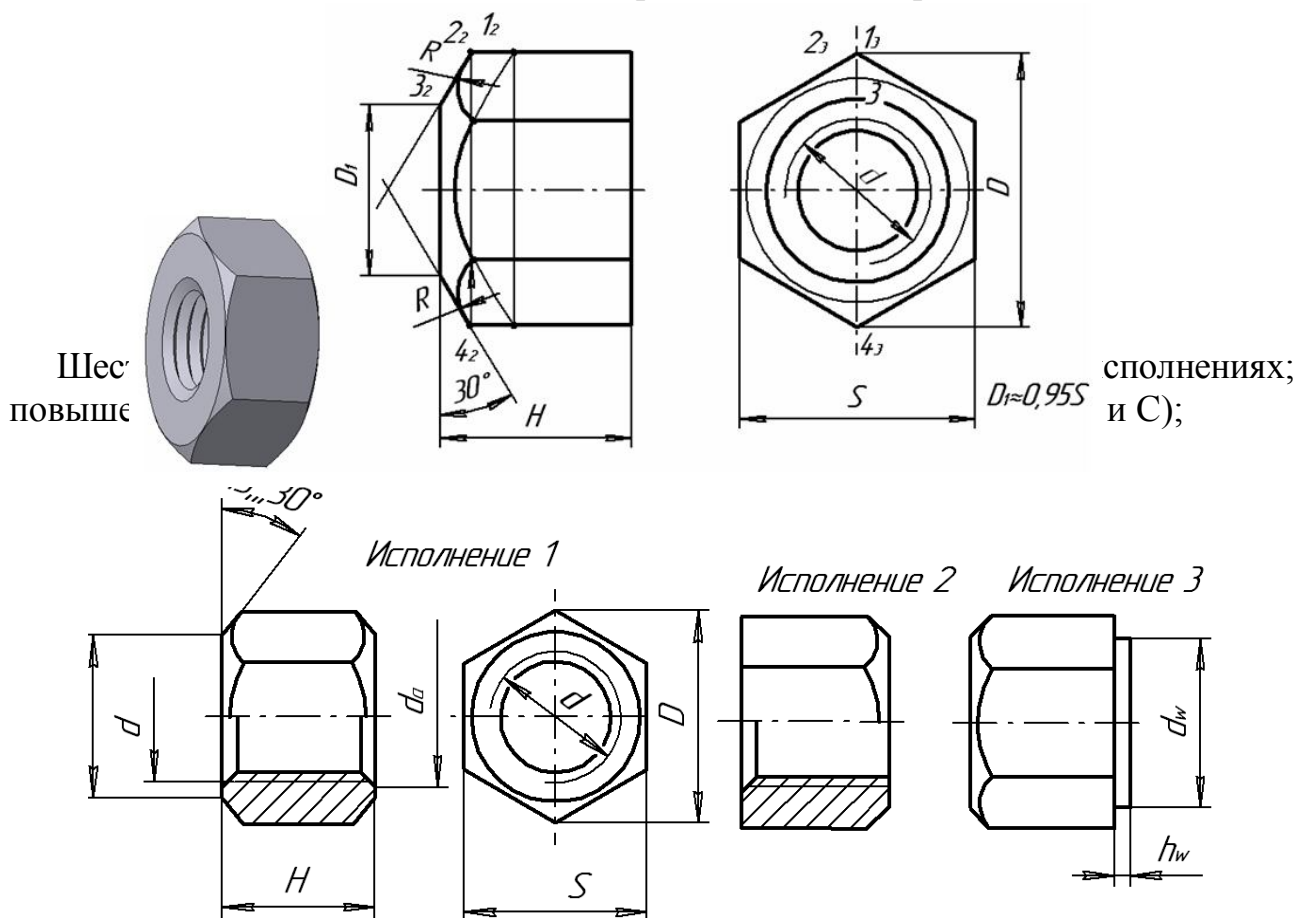
Примеры обозначений:

**Винт В2.М8×1-8×50.48.016. ГОСТ 17475-80**, где В – класс точности, 2 – хромированное исполнение, М – метрическая резьба, 8 – номинальный диаметр, 1 – мелкий шаг, 8g – поле допуска, 50 – длина винта L, класс

прочности 4.8, 016 – вид покрытия (цинковое, хромированное), толщиной 6 мкм.

## Гайки

Основным типом являются шестигранные гайки нормальной высоты.



Примеры обозначений:

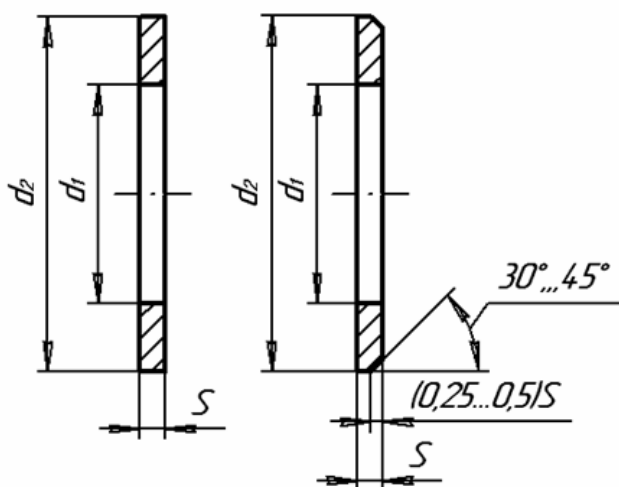
**Гайка 2М12×1,25-6Н.12.40Х.016 ГОСТ 5915-70\***, где 2- исполнение, М – метрическая резьба, 12 – номинальный диаметр резьбы, 1,25- мелкий шаг, 6Н- поле допуска, 12- класс прочности, 40Х – марка стали, 016- вид покрытия (цинковое, хромированное), толщиной 6 мкм. Гайка нормальной точности класса В, нормальной высоты (0,8d)-это определяет номер стандарта.

## Шайбы

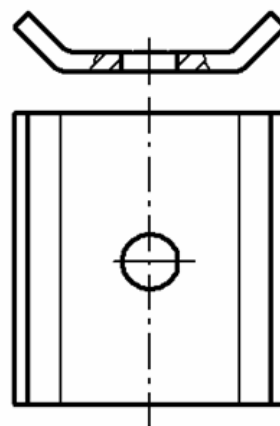
Шайбы применяют в качестве прокладки под крепёжные детали для увеличения трения предотвращения самоотвинчивания, также для предохранения поверхности детали от повреждения при затяжке гайкой и увеличения площади опорной гайки. Кроме того, шайбы способствуют более равномерному распределению давления от болта на соединяемые детали. Различают шайбы круглые, квадратные, пружинные (представляющие в виде витка винтового выступа левого направления), многолапчатые, стопорные, сферические устраняющие перекося шпильки или болта при изменении положения части соединяемых деталей (ГОСТ 3391 – 70), быстросъёмные

(ГОСТ 11648 – 75), косые для выравнивания уголков полки швеллеров и двутавровых балок (ГОСТ 10906-75).

Круглые шайбы, класс точности А, С,  
исполнение I исполнение II



Квадратные шайбы,  
класс точности А.

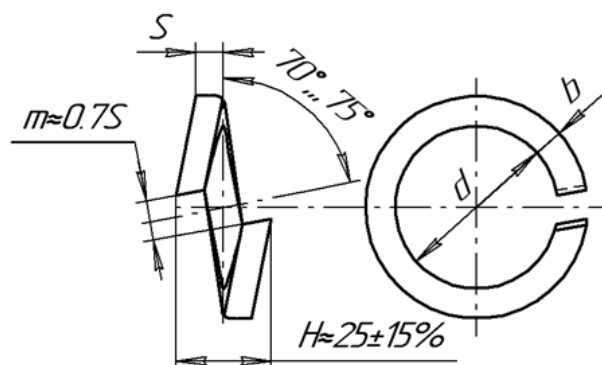


гикие

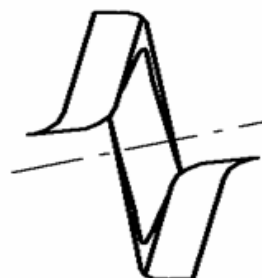
П  
(Л), не

Изготавливают шайбы вырубкой из листового материала (металла, кожи, резины, пластмассы) или резанием из пруткового металла.

исполнение 1



исполнение 2



Примеры обозначений:

**Шайба А 12.01.08 кп.016 ГОСТ 11371-78\***, где исполнение 1 (не указывают), класс точности – А, для крепёжной детали с диаметром резьбы 12 мм, с толщиной, установленной стандартом, 01- группа материала, из стали марки 08кп (указывают для групп 01, 02, 11, 32, так как каждая из них содержит по две марки стали), 0.16 – вид покрытия (цинковое, хромированное) и толщина покрытия бмкм.

### Соединения деталей с помощью болтов, винтов и шпилек

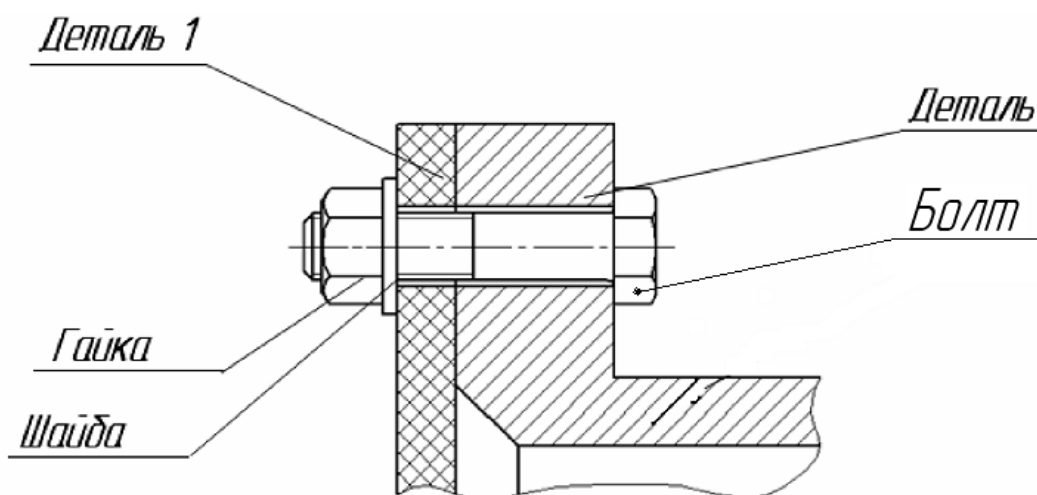
Резьбовые соединения относятся к разъемным соединениям, удовлетворяющим следующим требованиям:

➤ возможность многократной сборки и разборки изделий без их повреждения;

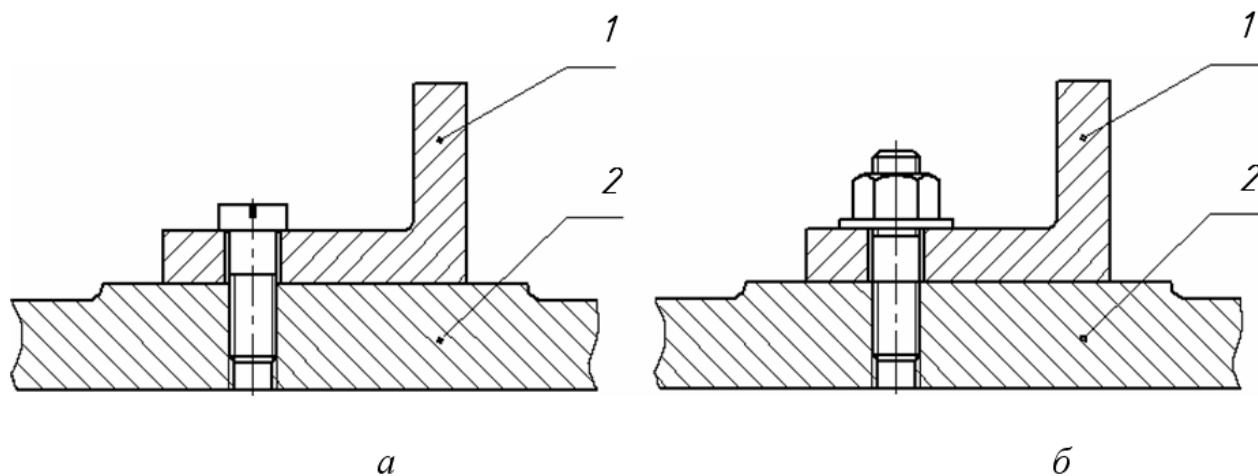
- неизменность форм и размеров деталей после многократной сборки и разборки;
- сохранение при повторных сборках и разборках точного и определенного взаимного расположения деталей и их поверхностей в пределах требований к конструкции;
- сохранение взаимного расположения деталей после их соединения при работе в жестких условиях, таких как вибрация и сотрясения.

При соединении деталей болтом, соединяемые детали имеют гладкие сквозные отверстия под болт.

Например, резьбовое соединение, в котором применены болт, гайка и шайба.



При соединении деталей винтами и шпильками гладкое сквозное отверстие выполняется в притягиваемой детали 1. В сопряженной с ней детали, участвующей в данном соединении, может быть резьбовое отверстие, например, резьбовое соединение с применением винта, шпильки, гайки и шайбы.



Или не резьбовое отверстие с соответствующим конструктивным исполнением, например, с отверстием под головку винта. Эти конструктивные элементы называют опорными поверхностями.

