

## 2.5. Чертежи соединений деталей

### 2.5.1. Общие сведения

**Резьбой** называется винтовая нарезка на стержне или в отверстии детали, которая представляет собой поверхность, образованную винтовым движением плоского контура по цилиндрической или конической поверхности

Плоский контур фактически является режущей кромкой инструмента, которая перемещается в плоскости, проходящей через ось поверхности вращения, и формирует заданный профиль резьбы (рис.2.5.1).

Под **профилем** резьбы понимают сечение резьбы плоскостью, проходящей через ось детали.

Профилем также принято называть сам плоский контур режущей части инструмента.

Часть резьбы, образованная за один оборот режущей кромки, называется **ВИТКОМ**.



Рис.2.5.1. Профиль резьбы

Резьбы классифицируются:

- по форме поверхности, на которой она нарезана (цилиндрические, конические)
- по расположению резьбы на поверхности детали (наружные, внутренние)
- по форме профиля (треугольная, прямоугольная, трапециевидная, круглая)

- по назначению (крепёжные, крепёжно-уплотнительные, ходовые, специальные и др.)
- по направлению винтовой поверхности (левые, правые)
- по числу заходов (однозаходные, многозаходные).

В машиностроении применяются резьбы различных профилей.

Резьбу треугольного профиля используют главным образом для неподвижных соединений отдельных деталей, поэтому её называют **крепёжной**.

Прямоугольные и трапецеидальные резьбы используют как ходовые, поскольку они имеют минимальные потери на трение. Резьбы с круглым профилем применяют в условиях сильного загрязнения или при повышенной температуре.

Резьбы с вышеуказанными профилями могут быть как правыми, так и левыми. Если расположить ось поверхности вертикально, то у правой резьбы видимый виток поднимается слева направо, а у левой – справа налево.

Все резьбы стандартизованы, кроме резьбы прямоугольного профиля. Стандартизация позволяет осуществлять массовое производство резьбовых изделий, резьбонарезающих и контрольно-измерительных инструментов. Изделия с резьбой прямоугольного профиля невозможно изготавливать наиболее экономичными способами – накаткой и фрезерованием, они производятся точением.

### 2.5.2. Основные параметры резьбы

Основные параметры резьбы определены ГОСТ 11708-82. Резьбу характеризуют три диаметра: наружный  $d(D)$ , внутренний  $d_1(D_1)$  и средний  $d_2(D_2)$ . Принято обозначать строчными буквами диаметры наружных резьб, а прописными – диаметры внутренних резьб (рис.2.5.2).

Определяющим является наружный диаметр резьбы  $d(D)$  – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней резьбы. Для большинства резьб он входит в условное обозначение резьбы.

*Шаг резьбы*  $P$  – расстояние между соответственными точками смежных витков, измеренное вдоль оси вращения.

*Ход резьбы*  $t$  – расстояние, на которое перемещается любая точка профиля параллельно оси за один оборот. Для однозаходной резьбы ход равен шагу ( $t=P$ ), а для многозаходной - произведению числа заходов  $n$  на шаг ( $t=n*P$ ).

*Угол профиля резьбы*  $\alpha$  - угол между боковыми сторонами профиля.

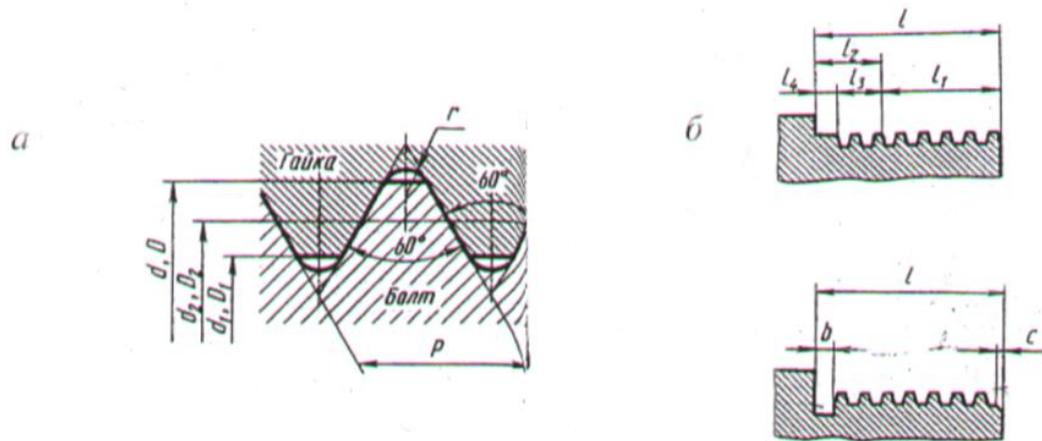


Рис.2.5.2. Основные параметры резьбы

На рис.2.5.2б показаны элементы резьбы, где  $l$  – длина резьбы. В первом случае она состоит из участков  $l_1, l_3, l_4$ :

- $l_1$  – длина резьбы с полным профилем;
- $l_3$  – сбег резьбы – участок перехода резьбы от полного профиля к гладкой поверхности детали, образующийся при выводе инструмента из материала;
- $l_4$  – недовод резьбы – величина ненарезанной части поверхности между сбегом и опорной поверхностью детали. Он образуется, если резьбонарезающий инструмент нельзя довести до опорной поверхности;
- $l_2$  – недорез резьбы, он представляет собой сумму длин сбega и недовода.

Во втором случае длина резьбы  $l$  состоит из участков  $l_1, b, c$ . На участке  $b$  выполнена проточка, позволяющая изготавливать резьбу полного профиля. Диаметр проточки для наружной резьбы меньше  $d_1$ , а для внутренней – больше  $D$ . На участке  $c$  выполнена коническая фаска под углом  $45^\circ$ , облегчающая ввинчивание резьбовых элементов.

### 2.5.3. Стандартные резьбы общего назначения

*Метрическая резьба* (ГОСТ 9150-81) является основной крепежной резьбой. Профилем метрической резьбы является равносторонний треугольник. Вершины профиля срезаны, а впадины притуплены. Метрическая резьба однозаходная, преимущественно правая, с крупным и мелким шагом. Имеет профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине  $60^\circ$ . На чертеже метрическая резьба обозначается буквой М.

*Трубная цилиндрическая резьба* (ГОСТ 6357-81) используется для соединения труб и арматуры трубопроводов. Имеет профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$ . Вершины и впадины профиля скруглены. По сравнению с метрической резьбой трубная имеет более мелкий шаг и меньшую высоту профиля, поскольку нарезается на

тонкостенных деталях. Мелкая резьба позволяет обеспечить лучшую герметичность соединения. На чертеже трубная резьба обозначается буквой G.

*Резьба трапецеидальная* (ГОСТ-9484-81) применяется в деталях механизмов для преобразования вращательного движения в поступательное. Профилем резьбы является равнобокая трапеция с углом между боковыми сторонами  $\alpha=30^\circ$ . Для каждого диаметра стандарт предусматривает три различных шага. Трапецеидальная резьба бывает однозаходной и многозаходной, правой и левой. На чертеже трапецеидальная резьба обозначается буквами Tr.

*Резьба упорная* (ГОСТ 10177-81) служит для передачи движения с большими осевыми усилиями. Профиль резьбы - неравнобокая трапеция. Рабочая сторона профиля наклонена к прямой, перпендикулярной оси, под углом  $3^\circ$ , а нерабочая сторона - под углом  $30^\circ$ . Впадины профиля скруглены. Упорная резьба может выполняться с тремя разными шагами при одном диаметре. На чертеже упорная резьба обозначается буквой S.

*Резьба круглая* (ГОСТ 13536-68 и ГОСТ 6042-83) применяется в резьбах санитарно-технической аппаратуры, цоколей светильников, вагонных стяжках. Профиль получен сопряжением двух дуг одного радиуса.

*Резьба трубная коническая* (ГОСТ 6211-81) применяется при больших давлениях жидкости и газа, когда требуется повышенная герметичность соединения труб. Профиль резьбы – равнобедренный треугольник с углом при вершине  $55^\circ$  и биссектрисой этого угла, перпендикулярной к оси конуса. Конусность равна 1:16, что соответствует углу образующей конуса к оси.

*Резьба коническая дюймовая* (ГОСТ 6111-52) имеет треугольный профиль с углом при вершине  $60^\circ$ .

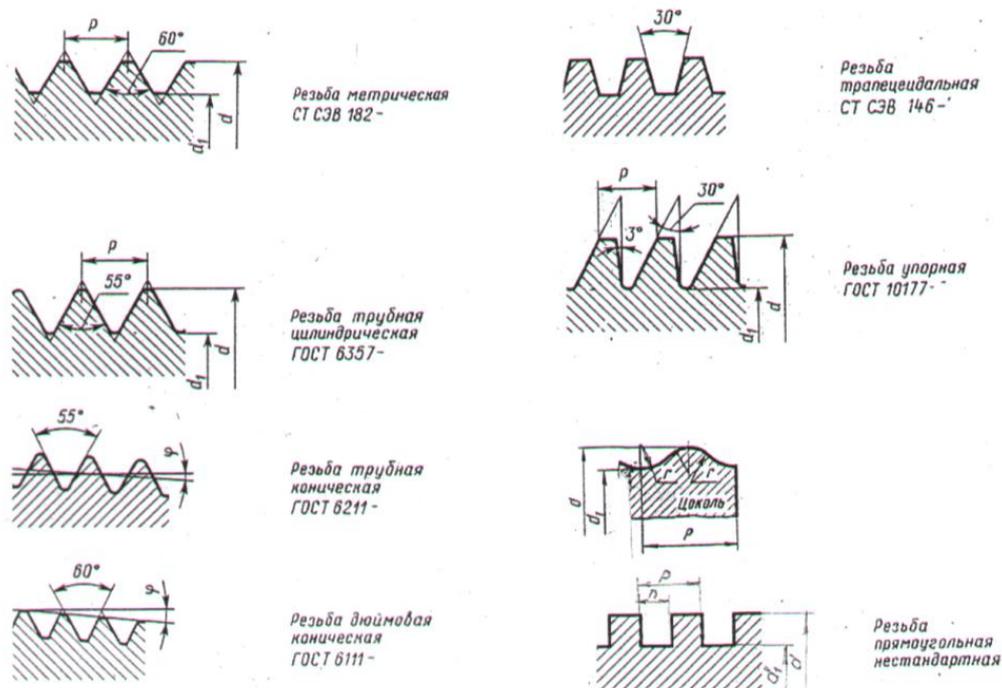


Рис.2.5.3. Виды резьб

#### 2.5.4. Условное изображение резьб

На чертежах изделий стандартную резьбу показывают условно, независимо от профиля резьбы (ГОСТ 2.311-68).

На стержне резьбу изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру (рис.2.5.4). Расстояние между этими линиями – не менее 0.8 мм и не более величины шага резьбы. Сплошная тонкая линия пересекает линию границы фаски.

Сбег резьбы изображается сплошной тонкой линией, проведенной примерно под углом  $30^\circ$  к оси детали.

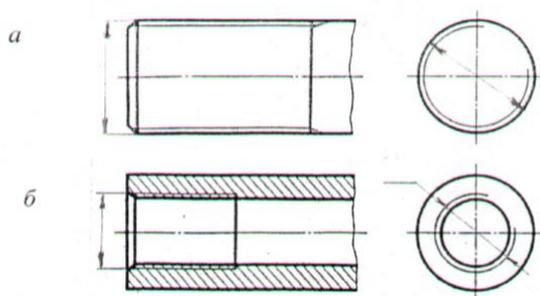


Рис.2.5.4. Условное изображение резьбы

В отверстии резьбу изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру.

На изображениях, полученных проецированием резьбы на плоскость, перпендикулярную её оси, проводят дугу на  $\frac{3}{4}$  длины окружности, разомкнутую в любом месте (на стержне – внутри, а в отверстии – снаружи от линии видимого контура). На этих изображениях фаски на стержне с резьбой и в отверстии не показываются.

При выполнении разрезов и сечений изделий с резьбой штриховку доводят до сплошной основной линии (рис.2.5.5).

При изображении резьбовых соединений резьба на стержне показывается как бы закрывающей резьбу в отверстии (соответственно выполняется и штриховка в разрезах и сечениях), а в отверстии изображается только та часть резьбы, которая не закрыта стержнем (рис.2.5.5).

Резьбу с нестандартным профилем изображают подробно со всеми необходимыми размерами и с добавлением слова «резьба».

#### 2.5.5. Обозначение резьб

Вид резьбы, в соответствии с ГОСТ, обозначается следующими буквами:

М – метрическая резьба,

G – трубная цилиндрическая резьба,

Tr – трапецеидальная резьба,

S – упорная резьба,

Rd – круглая резьба,

R – трубная коническая резьба (с углом  $55^\circ$ ),

K – коническая дюймовая резьба (с углом  $60^\circ$ ).

Сразу за буквенным обозначением резьбы проставляется размер резьбы. Размер метрической, трапецеидальной и упорной резьбы соответствует наружному диаметру в миллиметрах (M20, Tr22,S70). В обозначении метрической резьбы с мелким шагом указывают также и величину шага, поскольку мелкая резьба может иметь различный шаг при одном и том же наружном диаметре (M20\*1,25), где 1,25 – мелкий шаг.

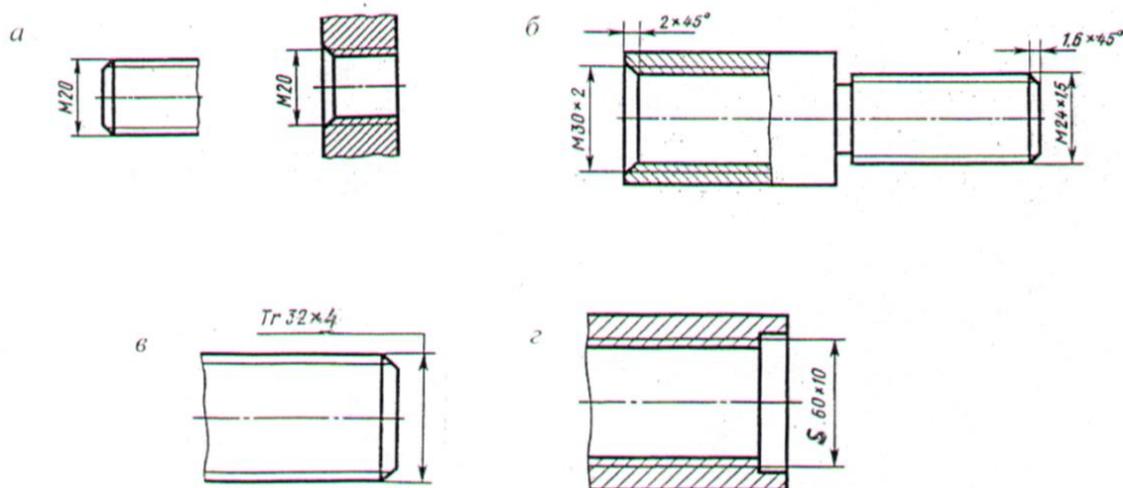


Рис.2.5.5. Обозначение резьбы

Размер трубной цилиндрической и конической резьб условно обозначается в дюймах (один дюйм равен 25,4 мм). Размер в дюймах является величиной условной и не соответствует внешнему диаметру резьбы, как это принято для большинства резьб. В условном обозначении трубной резьбы указывается (в дюймах) внутренний диаметр (просвет) трубы, на внешней поверхности которой выполняется данная резьба.

Например, обозначение трубной резьбы – G<sub>1</sub> означает следующее:

- на трубе с внутренним диаметром примерно равным одному дюйму (1"= 25,4 мм) нарезана трубная резьба
- внутренний диаметр трубы Ду (условный проход) в этом случае равен 25,4 мм
- наружный диаметр резьбы равен 33,25 мм (определяется по таблице).

Соответственно условное обозначение трубной резьбы проставляется над полкой выносной линии как показано на рис.2.5.6, а не в виде диаметра, как это имело место в случае метрической резьбы. Аналогично обозначается коническая резьба (рис.2.5.6).

Поле допуска и класс точности в учебных чертежах не проставляют.

Если резьба левая, то к условному обозначению резьбы добавляется символ LH.

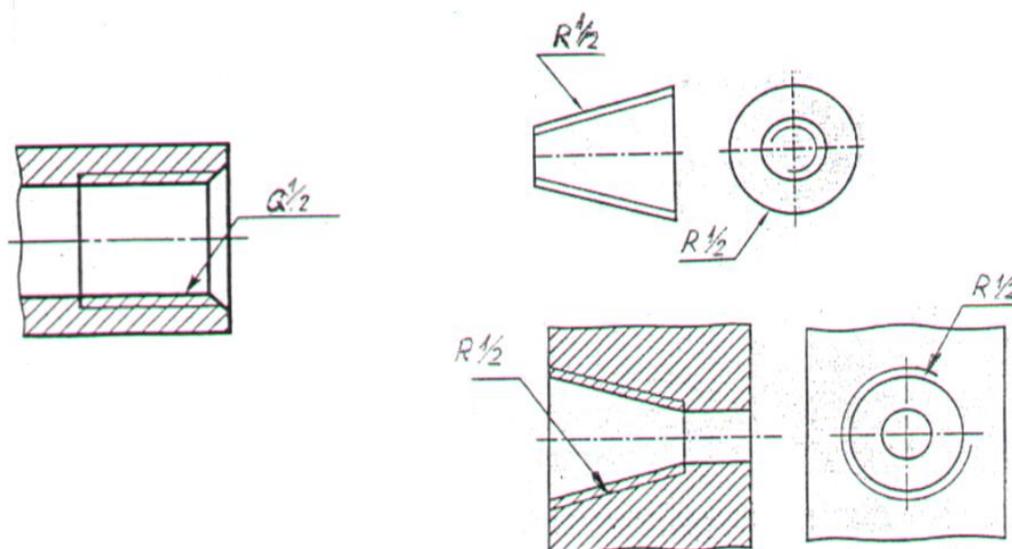


Рис.2.5.6. Обозначение трубной и конической резьбы

### 2.5.6. Изображение и обозначение крепежных изделий

К стандартным резьбовым изделиям относятся следующие детали: болты, винты, шпильки, гайки (ГОСТ 1759-70).

Болты, шпильки, гайки и винты обозначают по следующей схеме:

- 1.Наименование изделия (болт, винт, гайка, шпилька, шайба);
- 2.Исполнение(исполнение 1 не указывается);
- 3.Символ метрической резьбы и её диаметр;
- 4.Мелкий шаг;
- 5.Обозначение поля допуска резьбы;
- 6.Длина болта, винта, шпильки и т.п. в мм;
- 7.Обозначение группы материала;
- 8.Указание о применении спокойной стали;
- 9.Указание вида покрытия;
- 10.Тощина покрытия;
- 11.Номер стандарта на конструкцию крепёжного изделия и его размеры.

#### 2.5.6.1. Болт

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, а на другом нарезана резьба для навинчивания гайки (рис.2.5.7). Болты используются для скрепления двух или нескольких деталей.

Различают болты с шестигранными, квадратными и полукруглыми головками. Болты с шестигранной головкой изготавливают с крупным и мелким шагом. Они имеют три и более исполнений:

- Исполнение 1 – без отверстий (в головке и стержне);
- Исполнение 2 – с отверстием под шплинт на резьбовой части стержня;
- Исполнение 3 – с двумя отверстиями в головке болта для стопорения болта проволокой, продеваемой в отверстия.

На чертеже болт изображают по общим правилам в двух видах, причем гиперболы, образующиеся в результате пересечения конической фаски головки болта с ее гранями, заменяют дугами окружностей. Наносят четыре основных размера: длина болта  $l$ , равная длине его цилиндрической части (без головки), длина резьбы  $l_0$ , размер под ключ  $S$  и обозначение метрической резьбы, содержащее номинальный диаметр резьбы.

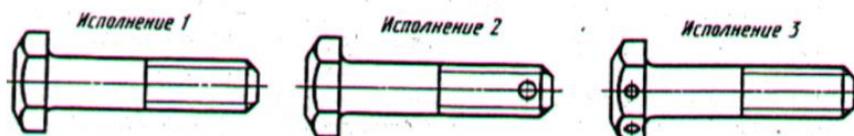
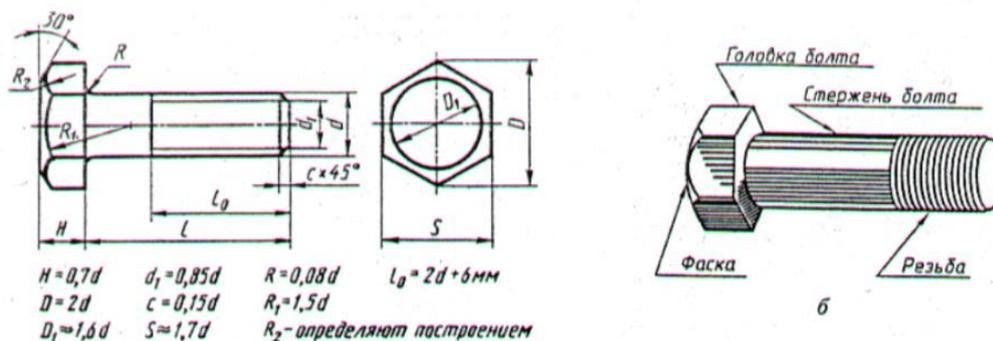


Рис.2.5.7. Болт

В соответствии с ГОСТ 7798-70 длина болта может иметь значения: (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, 95, 100, (105), 110, (115), 120, 125, 130, 140, 150. Длина резьбы приблизительно равна  $l = 2d + 6 \text{ мм}$ .

На учебных чертежах в условном обозначении болта указывается только резьба, длина болты, шаг (мелкий) и ГОСТ.

Примеры условных обозначений болтов:

- Болт М12\*60 ГОСТ 7798-70 – болт с шестигранной головкой, исполнения 1, с метрической резьбой М12, крупным шагом резьбы и длиной болта 60мм;
- Болт 2М24\*1,5\*80 ГОСТ 7805-70 – болт с шестигранной головкой, исполнения 2, с метрической резьбой М24, мелким шагом 1,5мм и длиной болта 80 мм.

### 2.5.6.2. Шпилька

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах (рис.2.5.8). Шпилька используется для соединения двух и более деталей. Один конец шпильки, длиной  $l_1$  называется посадочным, этим концом шпилька ввинчивается в резьбовое отверстие детали. На другой конец длиной  $l_0$ , навинчивается гайка.

Длиной шпильки  $l$  считается длина стержня без посадочного конца.



Рис.2.5.8. Шпилька

Длина посадочного конца  $l_1$  определяется стандартами в зависимости от материала детали, в которую ввинчивается шпилька:

- $l_1 = d$  (ГОСТ 22032-76) - для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях;
- $l_1 = 1.25d$  (ГОСТ 22034-76) - для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна (ГОСТ 22036-76);
- $l_1 = 2d$  (ГОСТ 22038-76) – для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов (алюминий и др.).

Длина гаечного конца  $l_0$  шпильки определяется по формуле

$$l_0 = 2d + 6 \text{ мм.}$$

При изображении шпильки на чертеже вычерчивают один вид и проставляют следующие размеры: длину шпильки  $l$ , длины резьб  $l_0$  и  $l_1$ , а также обозначение резьбы.

*Пример* условного обозначения шпильки:

Шпилька М 24\*80 ГОСТ 22034-76 – шпилька с диаметром резьбы 24 мм, крупным шагом, длиной 80 мм, предназначена для ввертывания в детали из ковкого и серого чугуна.

### 2.5.6.3. Гайка

Гайка – крепежная деталь, имеющая отверстие с резьбой в центре для навинчивания на болт или шпильку (рис.2.5.9).

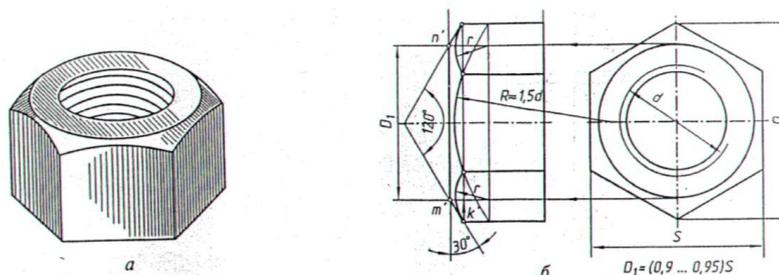


Рис.2.5.9. Гайка

В зависимости от назначения и условий работы применяются гайки шестигранные, шестигранные прорезные, корончатые, круглые, барашковые и другие.

Шестигранные гайки бывают трех исполнений:

Исполнение 1 – с двумя коническими фасками;

Исполнение 2 – с одной конической фаской;

Исполнение 3 – без фасок, но с коническим выступом на одном торце.

На чертеже гайку изображают в двух видах. На главном виде половину вида совмещают с половиной разреза. Помимо габаритных размеров на чертеже проставляют обозначение резьбы, размер под ключ  $S$  и дают обозначение гайки по стандарту.

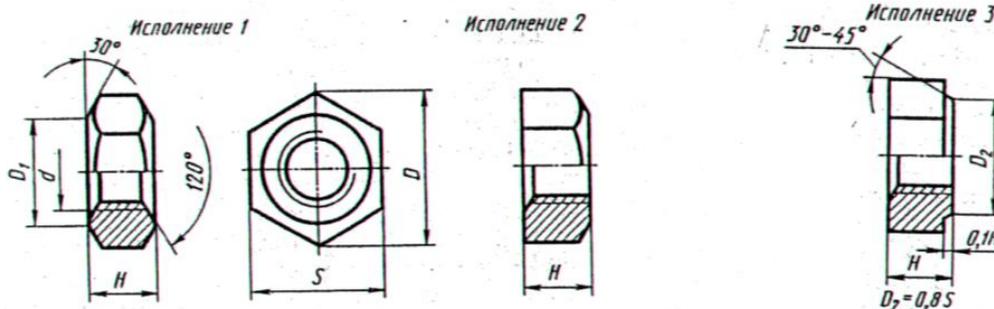


Рис.2.5.10. Три исполнения гайки

Пример условного обозначения гайки:

Гайка 2М24\*1.25 ГОСТ 5915-70 – гайка с шестигранной головкой исполнения 2 с диаметром метрической резьбы 24, мелким шагом 1.25 мм.

Фаска представляет собой коническую поверхность, имеющую наклон к основанию  $30^\circ$ .

Гиперболы, образованные при её пересечении с гранями шайбы, на чертеже изображаются упрощенно дугами окружностей, как на головке болта.

#### 2.5.6.4. Шайба

Шайба - представляет собой цилиндрическую или разрезную пластину, которую подкладывают под гайку или головку болта. Шайба защищает поверхность детали от повреждений при затягивании гайки и увеличивает опорную поверхность гайки.

Различают шайбы круглые, пружинные и стопорные. Круглые шайбы по ГОСТ 11371-78 имеют два исполнения.

Исполнение 1 – без фасок;

Исполнение 2 – с фаской.

Диаметр круглого отверстия на 0,5 – 2,0 мм больше диаметра стержня болта.

Для изображения шайбы достаточно одного вида. В условном обозначении шайбы указывается исполнение, диаметр стержня, на который надевается шайба и ГОСТ.

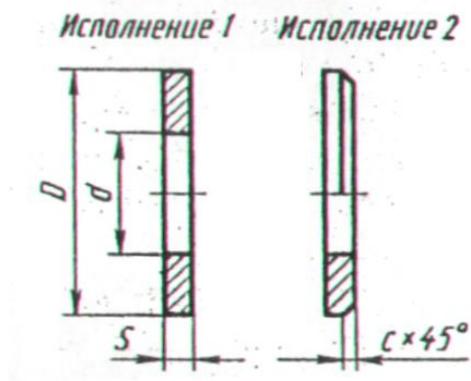


Рис.2.5.11. Шайба

Пример условного обозначения шайбы:

Шайба 24 ГОСТ 11371-78 – шайба круглая, исполнения 1, для детали с диаметром стержня 24 мм.

### 2.5.6.5. Соединительные детали трубопроводов (фитинги).

Соединения трубопроводов осуществляется с помощью фитингов. К ним относятся – муфты, угольники, тройники, контргайки, ниппеля и др. (рис.2.5.12). Фитинги представляют собой изделия с резьбой, изготовленные из ковкого чугуна, имеющие, как правило, цинковое покрытие. Конструкция и размеры соединительных деталей трубопроводов определены стандартами. Они имеют внутреннюю резьбу, а соединяемые трубы – наружную. Основным параметром фитингов является условный проход  $D_u$  – внутренний диаметр трубы (в миллиметрах), для которой предназначено это соединительное изделие.

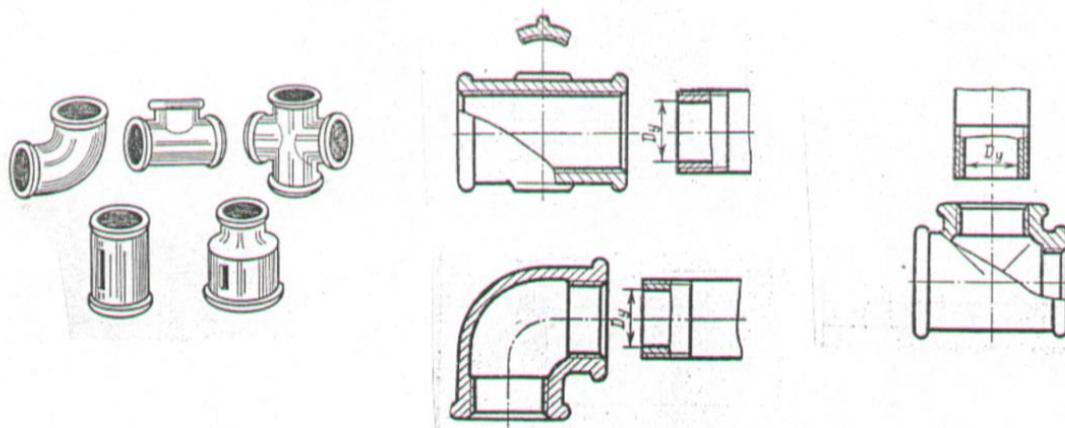


Рис.2.5.12. Фитинги

Примеры условных обозначений соединительных деталей трубопроводов:

Муфта длинная 20 ГОСТ 8955-75 – муфта прямая неоцинкованная, для труб с условным проходом 20 мм.

Угольник Ц-25 ГОСТ 8946-75 – угольник прямой оцинкованный, для труб с условным проходом 25 мм.

### 2.5.7. Изображение резьбовых соединений.

Резьбовые соединения относятся к разъёмным. Различают конструктивные, упрощённые и условные изображения крепёжных деталей и их соединений. При выполнении конструктивного изображения размеры крепёжных деталей и их соединений выбирают по соответствующим стандартам.

На чертежах общего вида и сборочных обычно используются упрощённые изображения. В этом случае размеры крепёжных деталей определяют по условным соотношениям в зависимости от диаметра  $d$ -резьбы. Фаски не показывают, резьбу в глухих отверстиях вычерчивают упрощённо, зазоры между стержнем в отверстии не учитывают.

В том случае, когда величина диаметра резьбы на чертеже составляет 2 мм и менее, используют условные изображения (рис.2.5.4).

Условные и упрощённые изображения крепёжных деталей установлены ГОСТ 2.315-68.

#### 2.5.7.1. Болтовое соединение

Болтовое соединение (рис.2.5.13) состоит из крепёжных деталей: болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей. В соединяемых деталях просверливается сквозное отверстие, диаметр которого  $A = 1,1 d$  несколько больше диаметра болта  $d$ , так что между болтом и деталями создаётся зазор. В отверстие вставляется болт, надевается шайба и навинчивается гайка.

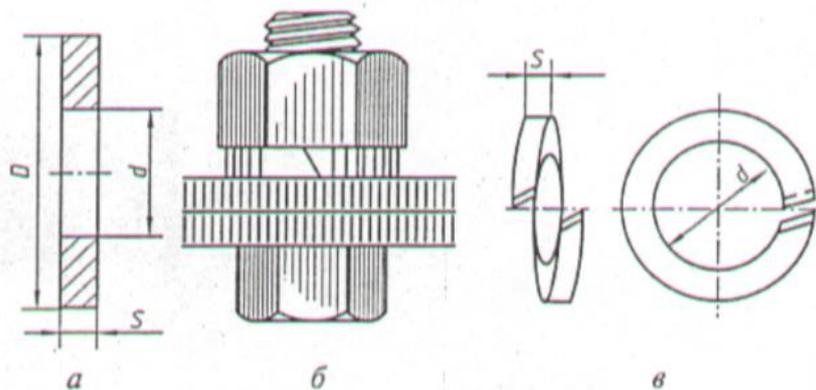


Рис.2.5.13. Болтовое соединение

На сборочных чертежах крепёжные детали вычерчивают по размерам, заданным по отношению к диаметру болта  $d$  (рис.2.5.14). Болтовое соединение, как и большинство резьбовых соединений, на чертежах изображают с применением разреза. Смежные детали в разрезе штрихуются в разные стороны с наклоном в  $45^\circ$  градусов. По ГОСТ 2.305-68 болты, гайки, шайбы и шпильки в

продольном разрезе изображаются нерассечёнными. Головку болта и гайку на главном виде принято изображать тремя гранями. На сборочных чертежах и чертежах общего вида фаски на гайке, головке и стержне болта не показывают, а тонкую линию внутреннего диаметра резьбы изображают на всей длине стержня.

На чертеже болтового соединения указывают три размера. Условное обозначение резьбы, длину болта и размер под ключ.

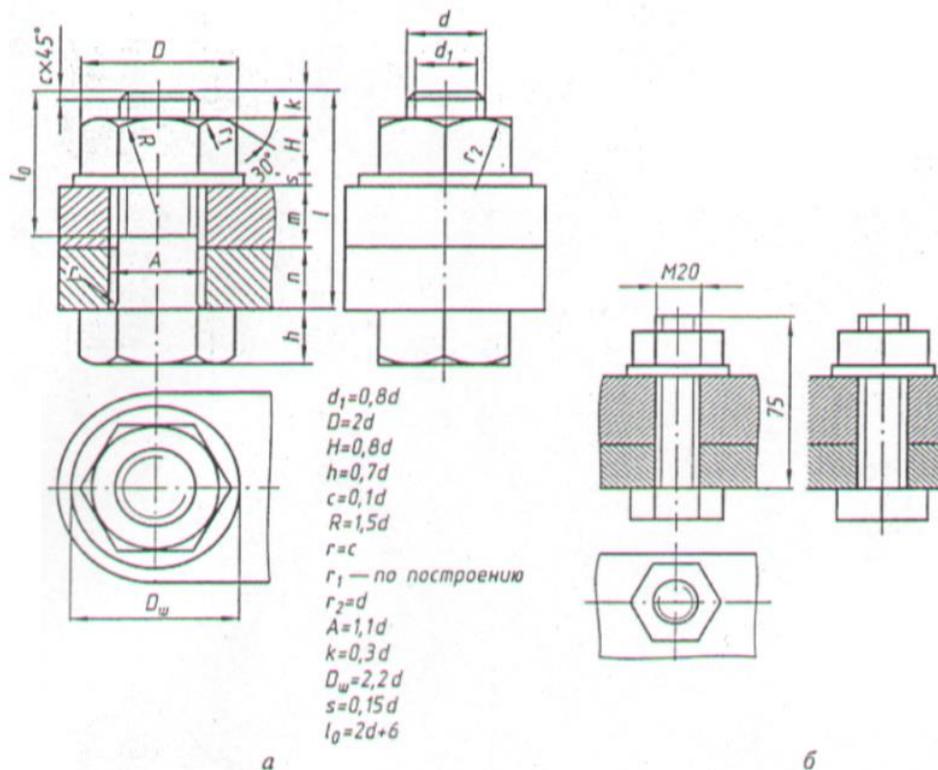


Рис.2.5.14. Изображение на чертежах болтового соединения

### 2.5.7.2. Шпилечное соединение

Шпилечное соединение применяется вместо болтового соединения в тех случаях, когда из-за большой толщины одной из деталей невозможно просверлить отверстие под болт или конструкция детали такова, что нет места для головки болта. Шпилечное соединение состоит из шпильки, гайки, шайбы и соединяемых деталей. В одной из соединяемых деталей (корпусе) просверливается глухое отверстие с резьбой – гнездо под шпильку, диаметром  $d_1 = 0,85d$  и глубиной  $l_2 = l_1 + 0,5d$ , где  $l_1$  – длина посадочного конца шпильки, зависящая от материала детали (корпуса). Гнездо заканчивается коническим углублением, которое вычерчивается под углом в  $120^\circ$  градусов. Шпилька ввинчивается в гнездо посадочным концом, затем на шпильку надевается присоединяемая деталь, в которой предварительно просверлено отверстие диаметром  $1,1d$ , после чего на свободный конец шпильки надевается шайба и навинчивается гайка.

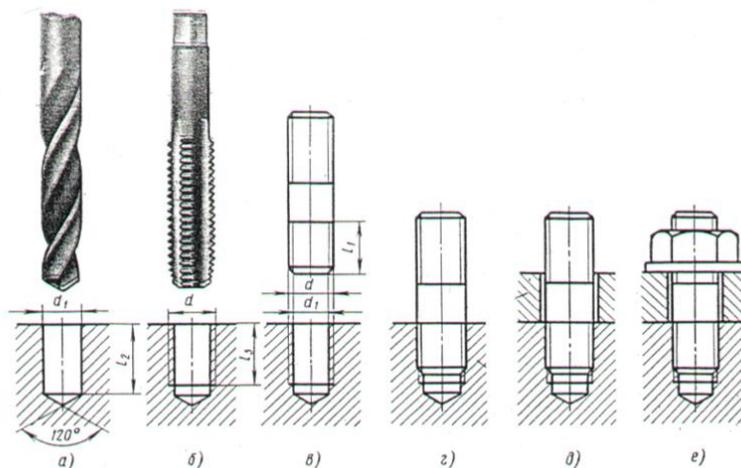


Рис.2.5.15. Последовательность выполнения шпильчного соединения

Последовательность выполнения соединения шпилькой показана на рис.2.5.15. На чертеже шпильчного соединения указывают три размера: условное обозначение резьбы, длину шпильки  $l$ , размер под ключ  $S$ .

Для мелких изображений (при  $d$  меньше 2 мм) используют условное изображение шпильчного соединения.

### 2.5.7.3. Трубное соединение

Разъемные соединения на резьбе широко используются в системах водопровода, газопровода и центрального отопления. Для соединения труб, имеющих различные диаметры, а также подсоединяющихся под различными углами, используют соединительные изделия – фитинги различной формы и размеров (муфты, угольники, тройники, крестовины, контргайки и др.). Фитинги имеют внутреннюю трубную резьбу, как и концы соединяемых труб. Основным параметром труб является величина условного прохода, приблизительно равная внутреннему диаметру трубы (в мм). Наружные диаметры труб и размеры соединительных деталей определяются по таблицам соответствующих стандартов.

Для демонтажа трубного соединения на конце одной из труб нарезают длинную резьбу – сгон. Длину сгона принимают из расчета на то, чтобы можно было свинтить контргайку, муфту и еще остался бы запас резьбы (5-7 мм).

Чертежи трубных соединений выполняются без упрощений по размерам их деталей с фасками, резьбой и т.п. В разрезе резьба на наружной поверхности изображается закрывающей резьбу внутреннюю (на фитинге).

*Пример* условного обозначения трубы:

Труба Ц-Р-20\*2,8-4000 – труба, оцинкованная с резьбой, условный проход равен 20 мм, толщина стенки 2,8 мм, длина – 4000 мм.

### Вопросы для самопроверки.

1. Что такое резьба?
2. Какие бывают резьбы: по назначению, по профилю зуба, по направлению? В каких случаях они применяются?
3. Что представляют собой болт, винт, шпилька? Для чего они служат?
4. Как изображается и обозначается метрическая резьба (с крупным и мелким шагом) на стержне и в отверстии?
5. Как изображается и обозначается трубная резьба?
6. Какими размерами характеризуется стандартный болт?
7. Какими размерами характеризуется стандартная шпилька и какую длину имеет ее конец ввинчиваемый в деталь из стали, бронзы, чугуна и легких сплавов или пластмасс?
8. Покажите пример простановки на гайке размера «под ключ».
9. Как обозначается трапецеидальная резьба однозаходная, многозаходная? Какой профиль имеет эта резьба?
10. Как обозначается упорная резьба однозаходная, многозаходная? Какой профиль имеет эта резьба?