

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**И**

**ИНЖЕНЕРНАЯ**

**И**

**МАШИННАЯ**

**Г**

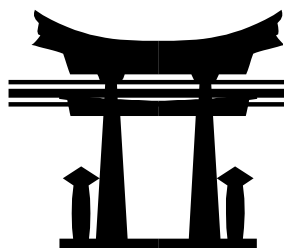
**ГРАФИКА**



# **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

**(лекция 8)**

**для спец. 1-25 01 07, 1- 26 02 03**



**МИНСК 2014**

## Лекция 8. Изображение и обозначение разъемных соединений.

### 8.1. Понятие о разъемных соединениях. Соединения резьбовые.

Соединение деталей между собой в приборах, машинах, установках весьма разнообразны по своему назначению, конструктивной форме, технологии изготовления.

В настоящее время широко применяются в промышленности разъемные и неразъемные. К **разъемным соединениям** относятся соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждений их составных частей (резьбовые, шпоночные, зубчатые или шлицевые).

Наибольшее распространение в технике получили соединения резьбовые и их детали. Обычно их подразделяют:

а) соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием деталей, без применения специальных соединительных частей;

б) соединения, осуществляемые с помощью специальных соединительных частей (деталей, таких как болты, винты, шпильки, фитинги и др.).

В основе образования резьбы лежит винтовое движение некоторой фигуры, состоящее из поступательного и вращательного движения относительно прямой, называемой осью винтового движения.

Винтовое движение может быть правым или левым. Если движение совершает точка, то производимую ею пространственную кривую называют **винтовой линией (гелисой)**, правой или левой (рис. 8.1).

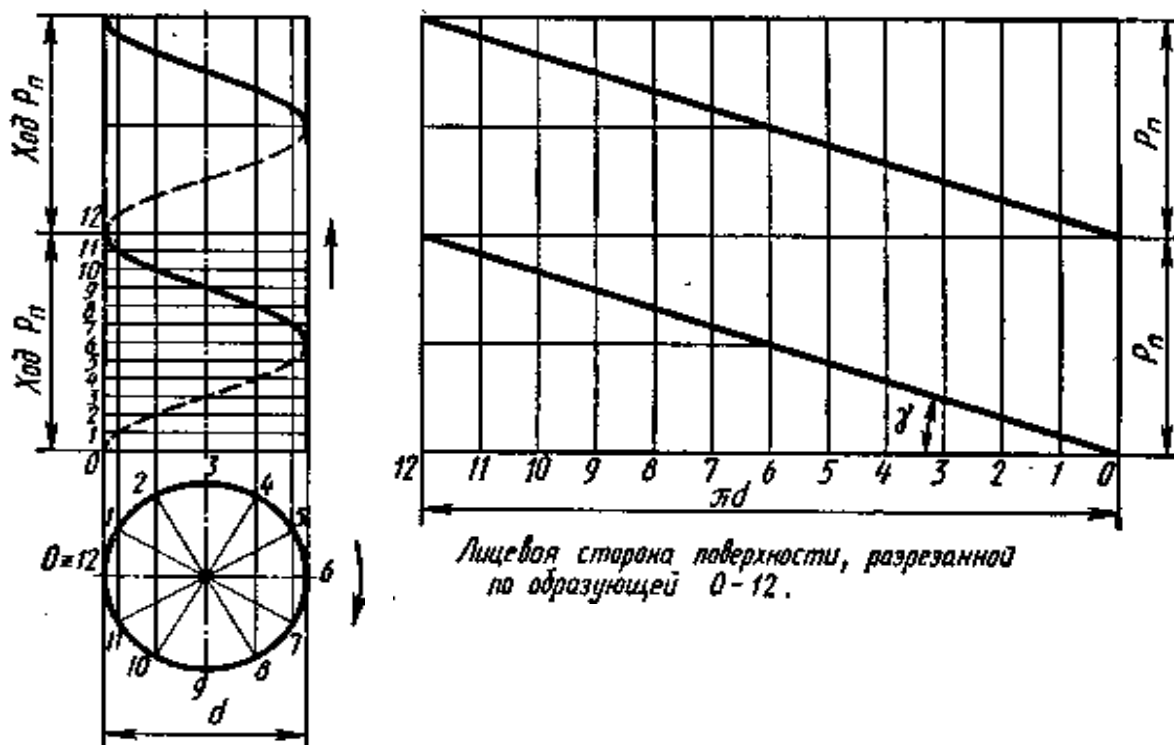


Рис. 8.1

**Цилиндрическая винтовая линия** образуется равномерным движением точки вдоль прямой (образующей цилиндра вращения), равномерно вращающейся (без скольжения) вокруг данной прямой, ей параллельной (оси движения).

**Коническая винтовая линия** образуется равномерным движением точки вдоль прямой (образующей конической поверхности), равномерно вращающейся вокруг пересекающейся с ней другой прямой – оси конуса.

Винтовые линии могут быть построены на любой поверхности (сфера, гиперboloид вращения).

Резьба образуется при винтовом движении некоторой плоской фигуры, задающей так называемый профиль резьбы, расположенной в одной плоскости с осью поверхности (резьбы) вращения (рис. 8.2).

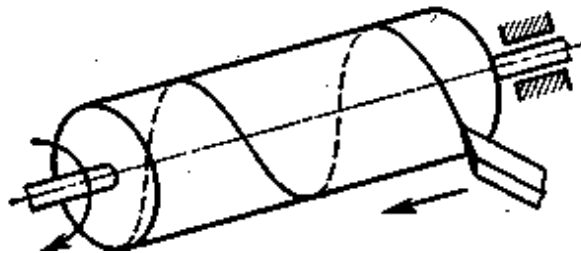


Рис. 8.2

В зависимости от профиля резьбу называют треугольной, прямоугольной, трапецеидальной, круглой.

Часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси, называют **ВИТКОМ**.

Различают правую и левую резьбу в зависимости от того, какая винтовая линия лежит в основе резьбы, правая или левая (если контур вращается по часовой стрелке – **правая**, против часовой стрелки – **левая**).

Если профиль перемещается по поверхности цилиндра вращения, резьбу называют **цилиндрической**, по поверхности конуса вращения – **конической**.

Резьба может быть выполнена на стержне (**наружная резьба**) (рис. 8.3) и в отверстии (**внутренняя резьба**) (рис. 8.6).

Резьбу, образованную движением одного профиля, называют **однозаходной**, образованную движением двух, трех и более одинаковых профилей – **многозаходной** (двух-, трехзаходной и т.д.).

**8.1.1. Основные параметры резьбы** (рис. 8.4). **Ось резьбы** – прямая, относительно которой происходит винтовое движение контура, образующего резьбу.

**Профиль резьбы** – контур сечения резьбы в плоскости, проходящий через ее ось.

**Угол профиля резьбы ( $\alpha$ )** – угол между боковыми сторонами профиля.

**Шаг резьбы ( $P$ )** – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля.

**Наружный диаметр резьбы ( $d$ )** – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной и впадин внутренней резьбы.

**Внутренний диаметр резьбы ( $d_1$ )** – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг впадин наружной и вершин внутренней резьбы.

К параметрам резьбы относят **ход резьбы**.

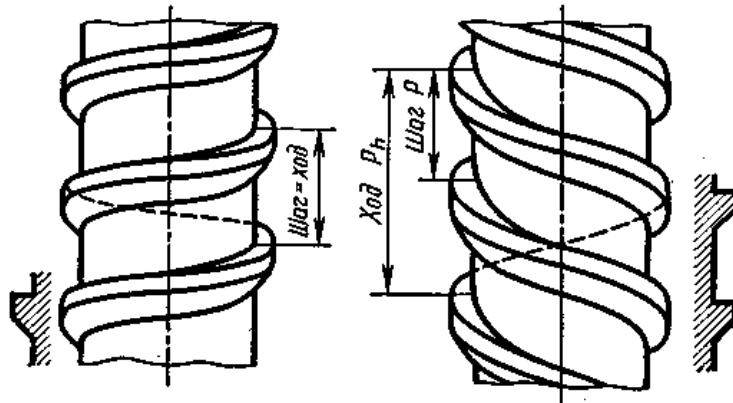


Рис.8.3

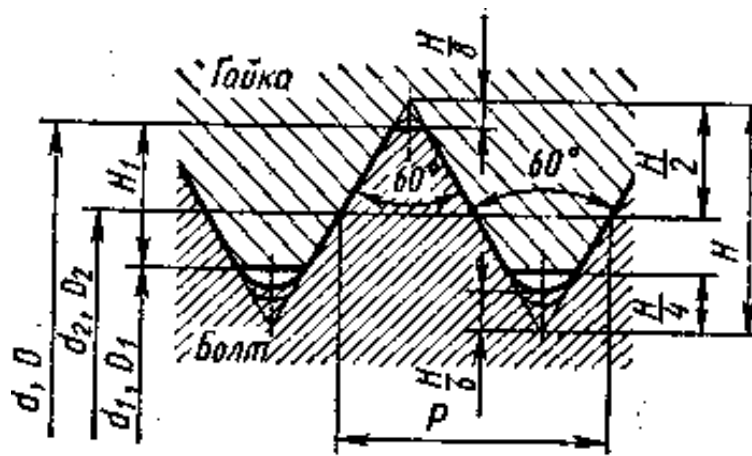


Рис. 8.4

**8.1.2. Элементы резьбы.** Резьбу изготавливают режущим инструментом с удалением слоя материала. В специфику устройства режущего инструмента (например, плашки, рис.8.5,а и метчика, рис. 8.5,б) или при отводе резца, при переходе от участка поверхности с резьбой полного профиля (участки I) к гладкой образуется участок, на котором резьба как бы постепенно исчезает (участки I<sub>1</sub>), образуется **сбег резьбы** (рис. 8.6).

Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей доводить инструмент до упора к ней, то образуется **недовод резьбы** (рис. 9.6, б, в). Сбег вместе с недоводом образуют **недорез резьбы**.

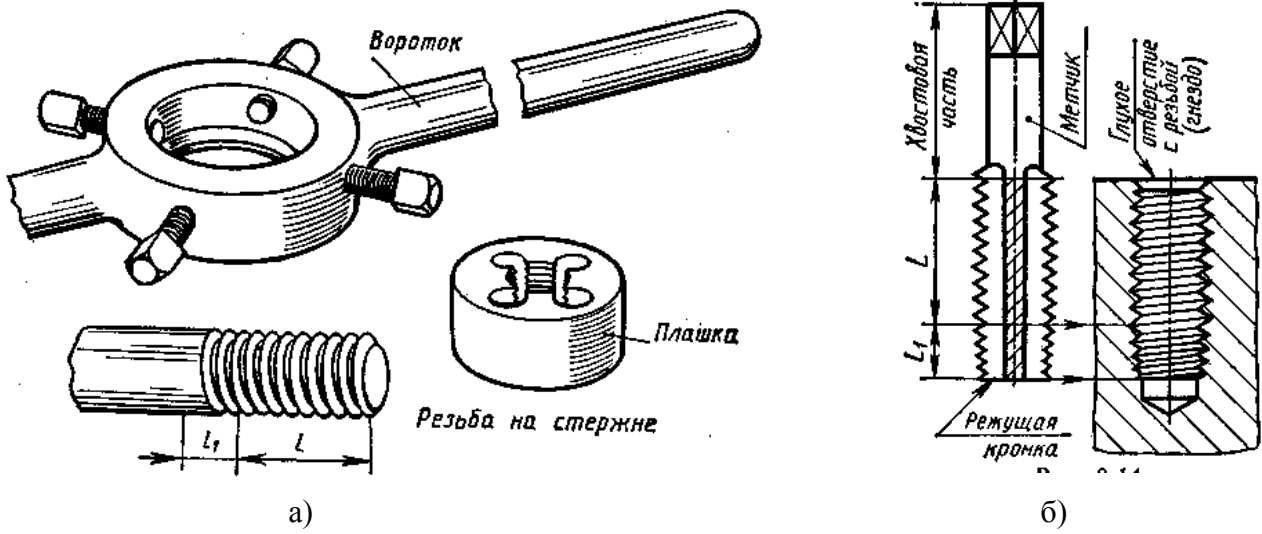


Рис. 8.5

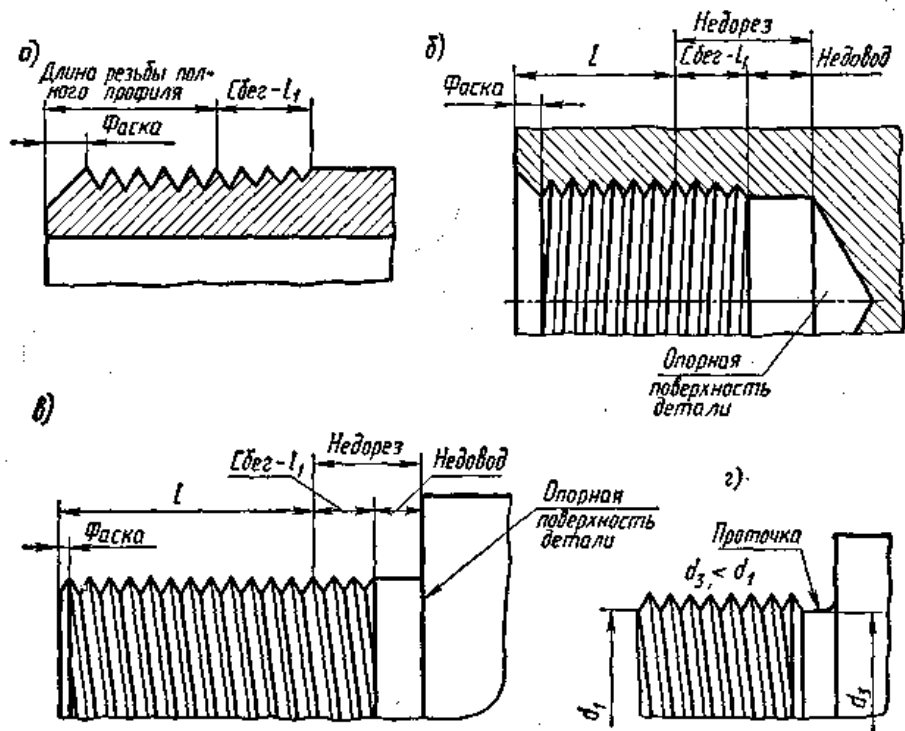


Рис. 8.6

## 8.2. Изображение резьбы.

На чертежах все виды резьб изображают условно по ГОСТ 2.311-68. На стержне резьбу изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру (рис. 8.7, а, в). В отверстиях резьбу изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими – по наружному диаметру (рис. 8.7, б, г). На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, равную  $3/4$  окружности и разомкнутую в любом месте.

Сплошную тонкую линию наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии (рис. 8.7), но не более шага резьбы.

Штриховку в разрезах доводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне (рис. 8.7, г) и до линии внутреннего диаметра в отверстиях (рис. 8.7, б).

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстиях показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 8.8).

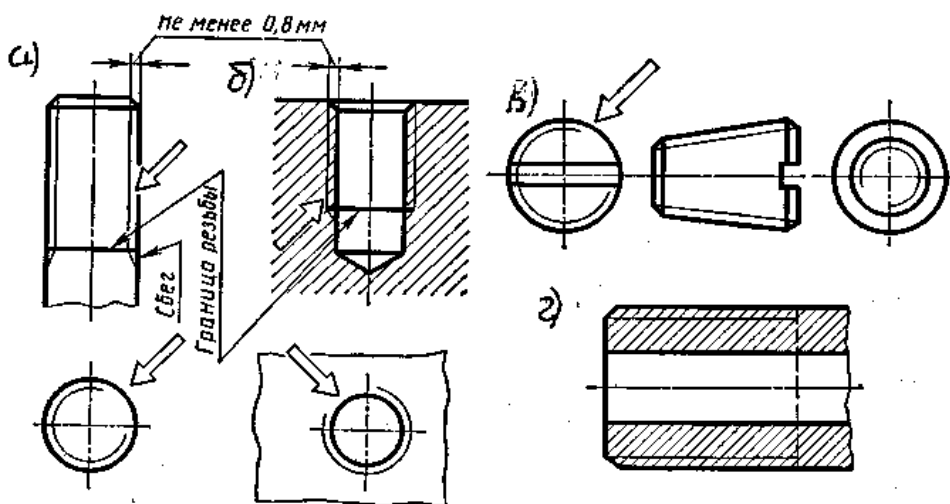


Рис. 8.7

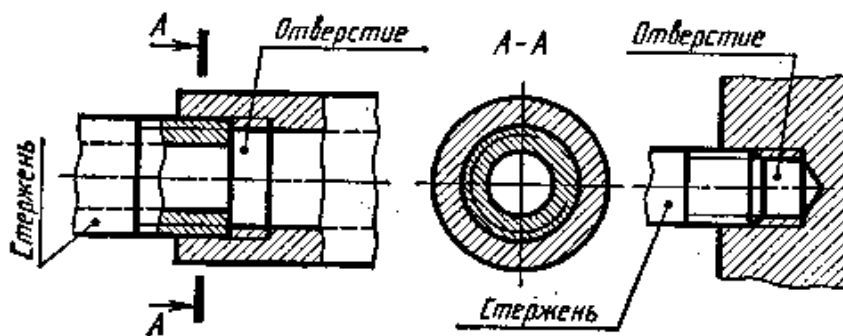


Рис. 8.8

### 9.3. Профили и обозначения стандартных резьб.

По эксплуатационному назначению резьбы подразделяются на:

- крепежные (метрические, дюймовые);
- крепежно-уплотнительные (трубные и конические);
- ходовые (трапецеидальные, упорные);
- специальные.

Все резьбы, используемые на практике, можно разделить на две группы:

- стандартные;
- нестандартные или специальные

#### 9.3.1. Крепежные резьбы.

**Метрическая резьба** (рис. 8.9).

- 1) угол профиля  $\alpha=60^\circ$ ;
- 2) профиль – треугольный;
- 3) шаг резьбы – ГОСТ 8724-81 (от 0,075 до 6мм).
- 4) диаметр – ГОСТ 8724-81 от 1 до 600 мм делится на два типа: с мелким шагом для  $1 \leq d \leq 600$  и крупным  $1 \leq d \leq 68$  мм.
- 5) обозначается на чертежах – **М**.
- 6) шаг и диаметр измеряется в мм.

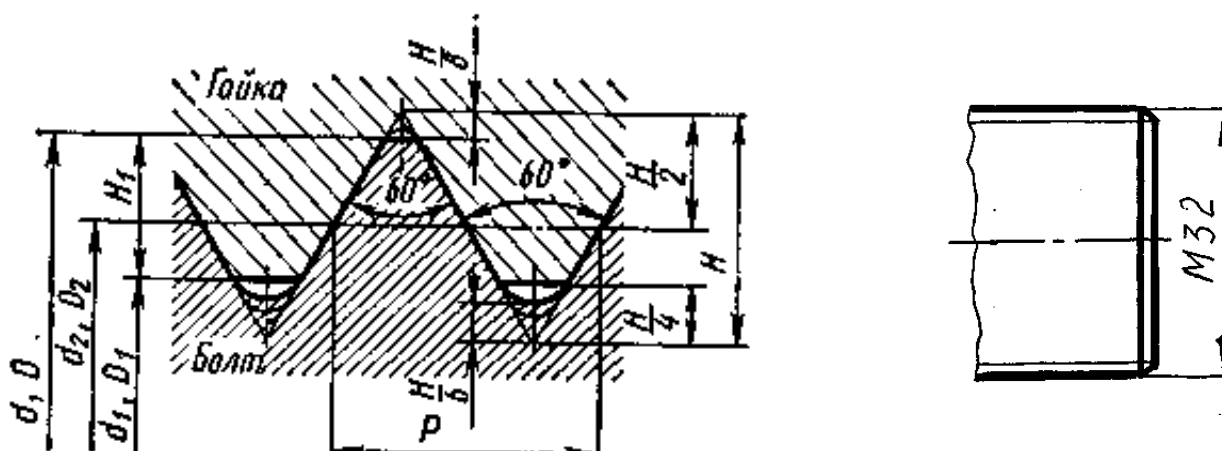


Рис. 8.9

**Трубная цилиндрическая резьба** (рис. 8.10).

- 1) угол профиля  $\alpha=55^\circ$ ;
- 2) профиль – равнобедренный треугольник с закругленными впадинами и выступами.
- 3) шаг резьбы – косвенным способом (указывают число ниток резьбы, укладываемых на один дюйм 1 (25,4мм)).
- 4) диаметр – задается по внутреннему диаметру трубы, на которой нарезана резьба. Он называется диаметром трубы и определяется как условный проходной размер трубы.
- 5) обозначается на чертеже – **G**;
- 6) шаг и диаметр определяется в дюймах.

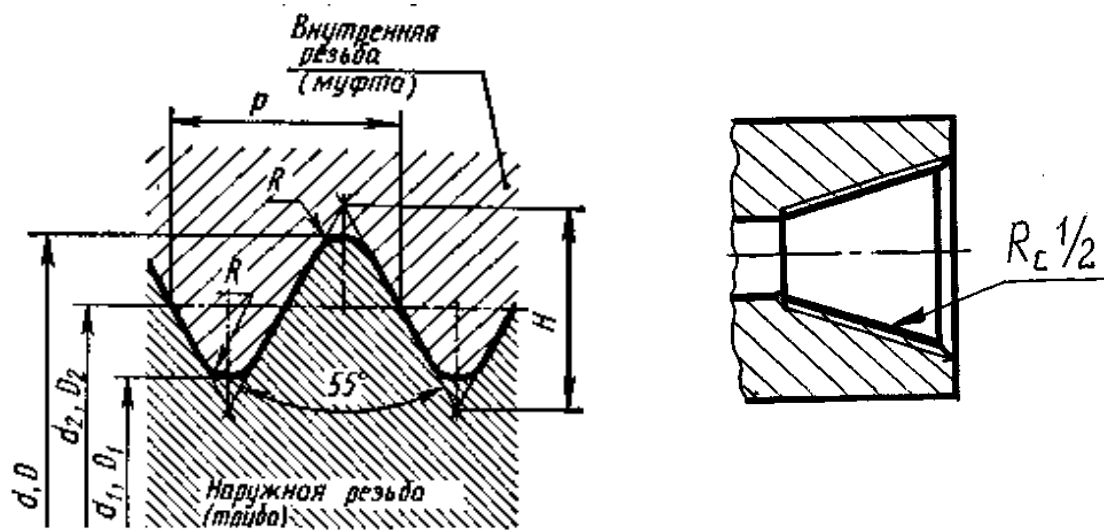


Рис. 8.10

### Трубная коническая резьба (рис. 8.11).

- 1) угол профиля а)  $\alpha = 55^\circ$ ; б)  $\alpha = 60^\circ$ ;
- 2) профиль – а) равнобедренный треугольник закругленный;  
б) дюймовая, равнобедренный треугольник закругленный;
- 3) размеры – а) ГОСТ 6211-81;  
б) ГОСТ 25229-82;
- 4) обозначается на чертеже **R** – наружная;  
**Rc** – внутренняя.

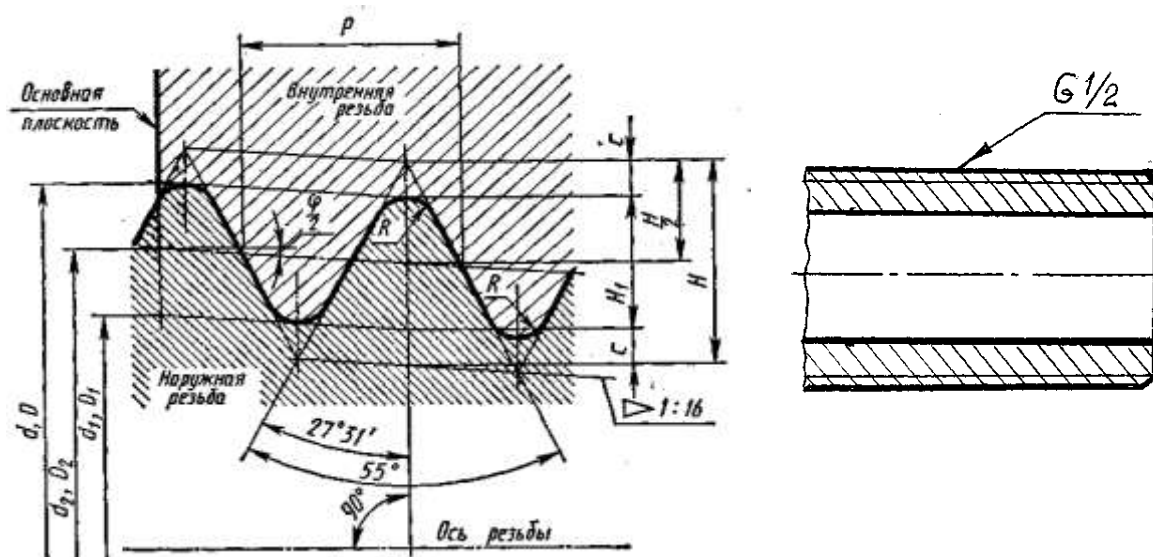


Рис. 8.11

### 8.3.2. Ходовые резьбы.

#### Резьба трапецеидальная (рис. 9.12).

- 1) угол профиля  $\alpha = 30^\circ$ ;
- 2) профиль – равнобедренная трапеция;
- 3) шаг резьбы ГОСТ 9484-81 (от 2 до 48 мм для диаметров от 10 до 640 мм);
- 4) обозначается на чертеже **Tr**;
- 5) шаг и диаметр измеряется в мм.



### Резьба упорная (рис.8.13).

- 1) угол профиля  $\alpha_1=3^\circ$  и  $\alpha_2=30^\circ$ ;
- 2) профиль – несимметричная трапеция в направлении, параллельном оси резьбы;
- 3) шаг резьбы – ГОСТ 10177-82 (от 2 до 24 мм для диаметров от 10 до 600 мм);
- 4) обозначается на чертеже S;
- 5) шаг и диаметр измеряется в мм.

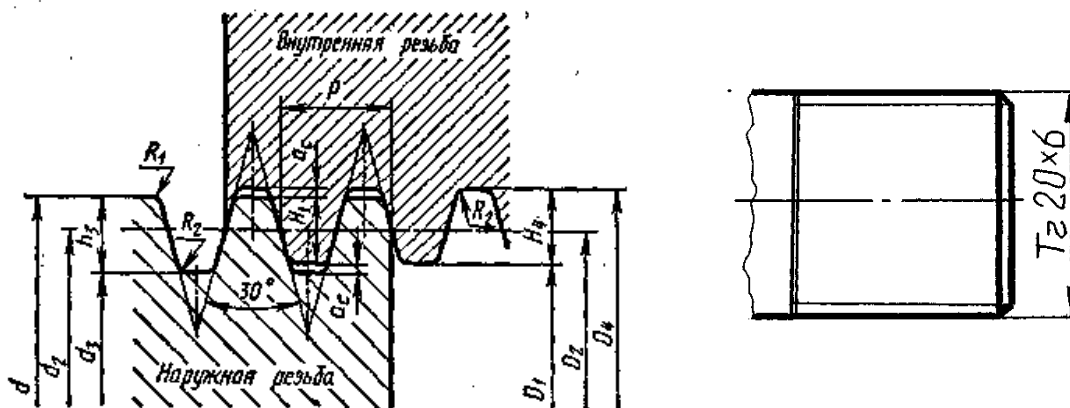


Рис. 8.12

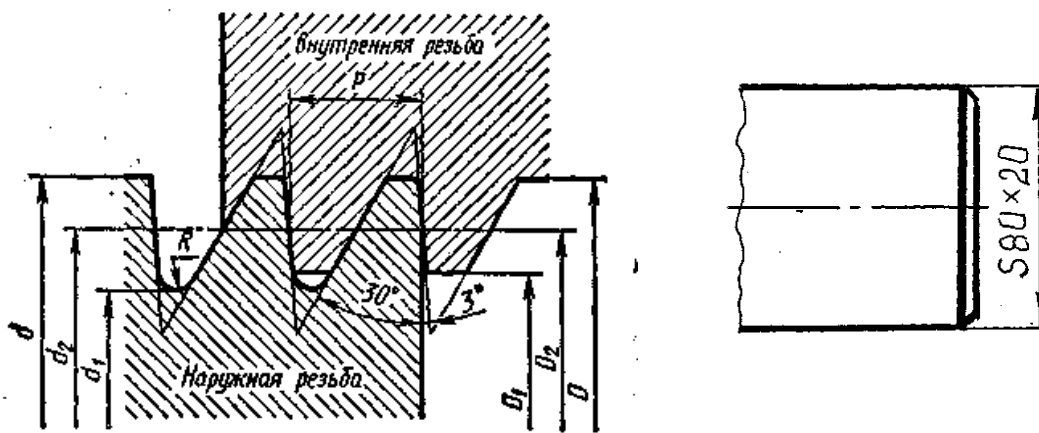


Рис. 8.13

### Резьба прямоугольная (рис. 9.14).

Применяется в соединениях, где не должно быть самоотвинчивания под действием приложенной нагрузки. Данный профиль резьбы не стандартизован, поэтому на чертеже приводят все данные, необходимые для ее изготовления.

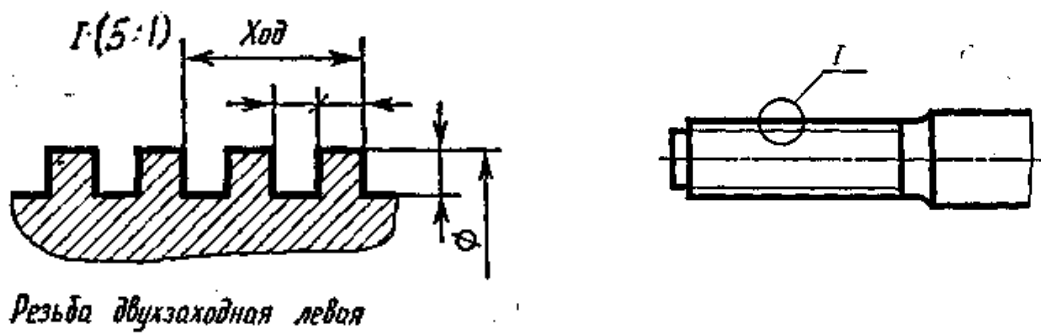


Рис. 8.14

#### 8.4. Соединение болтами.

В комплект болтового соединения (рис. 8.15) входят следующие крепёжные детали: 1-болт, 2-гайка, 3-шайба, 4 и 5-соединяемые детали. Указанные крепёжные изделия имеют различную форму и размеры. При конструировании приборов, машин применяют, как правило, только стандартизированные крепёжные детали.

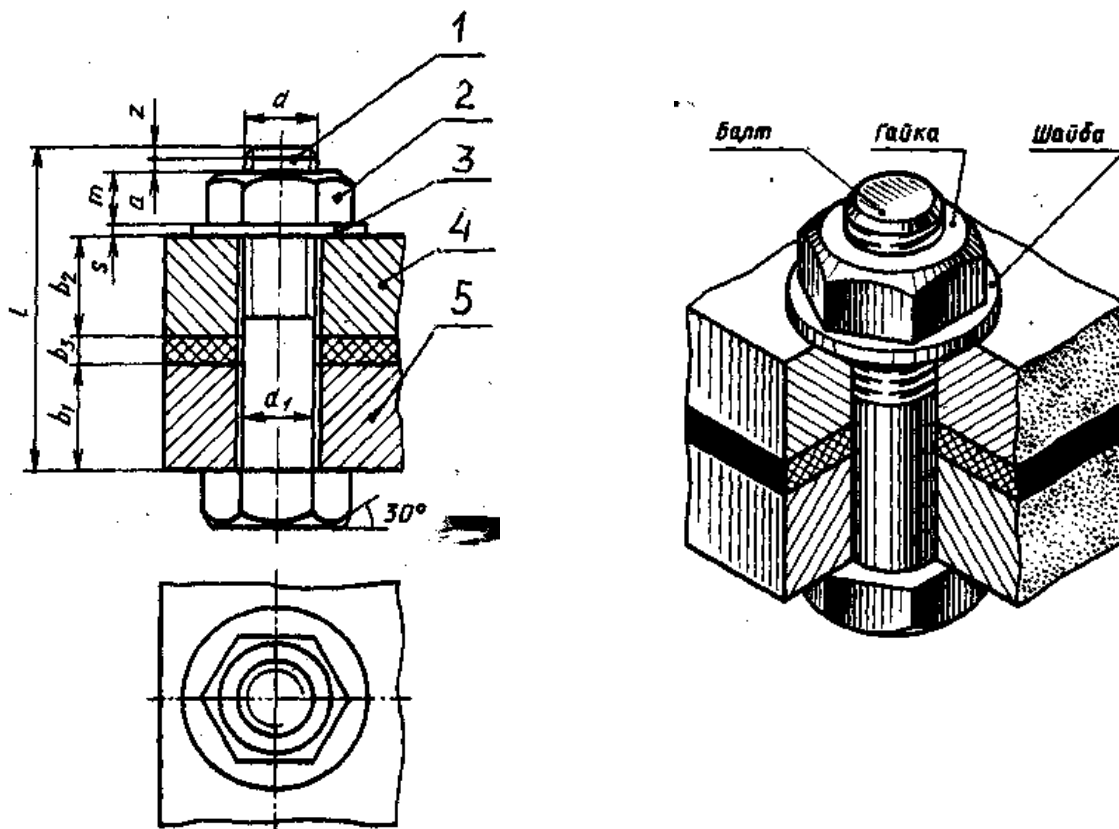


Рис. 8.15

**9.4.1. Болт** представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом – чаще всего в виде шестигранной призмы (рис. 8.16).

Головку болта обрабатывают с торца на конус (фаску). Фаску выполняют и на стержне для удобства наворачивания гайки и нарезания резьбы.

В зависимости от назначения и условия работы болты выполняют с шестигранными, полукруглыми и потайными головками.

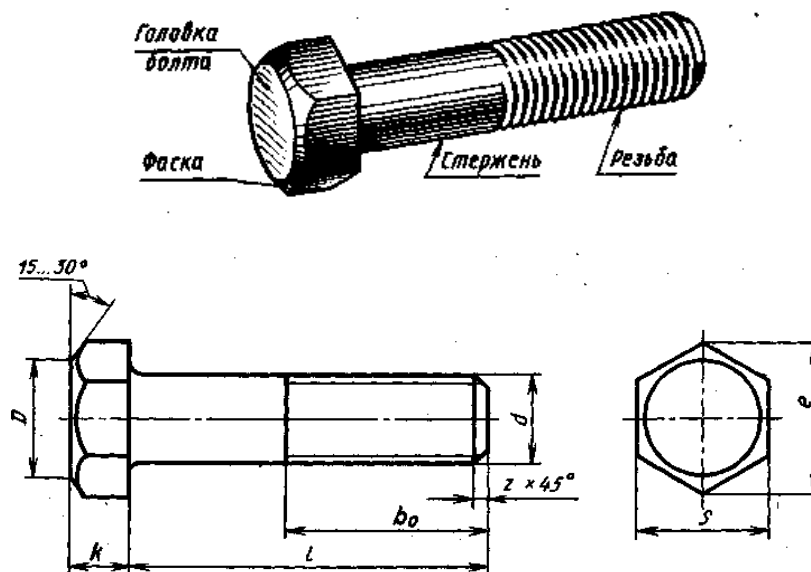


Рис. 8.16

**Болты с шестигранными головками** (ГОСТ 7798-70) изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности (классов точности А, В, С), с нормальной или уменьшенной головкой, с крупным или мелким шагом резьбы, выпускаемые в одном или нескольких исполнениях.

Обозначение болта следующее:

**Болт М12-6g х 60.109.ГОСТ 7798-70** обозначает, что болт имеет метрическую резьбу диаметром 12 мм с крупным шагом, длиной стержня 60 мм головку шестигранную, исполнение 1, класс прочности 10.9, без покрытия, класс точности резьбы грубый.

**9.4.2. Гайка** – деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку 4 плоские грани для ключа (рис. 8.17).

Наибольшее распространение в технике получили гайки с шестигранной головкой. По конструкции шестигранные гайки разделяют:

Исполнение 1 с двумя фасками;

Исполнение 2 с одной фаской;

Исполнение 3 с одной фаской и выступом Г.

Гайки ГОСТированны. Для гайки нормальной точности ГОСТ 5915-70. по высоте гайки делятся на низкие  $H=0,6d$ ; нормальные –  $H=0,8d$ ; высокие –  $H=1,2d$ ; особо высокие –  $H=1,5d$ .

Условные обозначения гайки:

**Гайка М20х1,5 ГОСТ 9515-70**, т.е. гайки с номинальным диаметром резьбы  $d=20$  мм, с мелким шагом  $p=1,5$  мм,  $\gamma$  класса прочности 5, исполнение 1.

**9.4.3. Шайба** - деталь, которую подкладывают под гайку в виде кольца или квадрата (рис. 8.18). Она предназначена для передачи и распределения усилий на соединяемые детали или для предотвращения их самоотвинчивания.

Шайбы разделяют на шайбы круглые, пружинные, стопорные и др.

Шайбы круглые имеют несколько видов: шайбы обычные нормальные по ГОСТ 11371-78, шайбы увеличенные и шайбы уменьшенные.

Условное обозначение шайбы:

**Шайба 2.12.01.019 ГОСТ 11371-78,**

т.е. шайба для крепёжной детали исполнение 1, диаметром 12 мм, из материала 01, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.

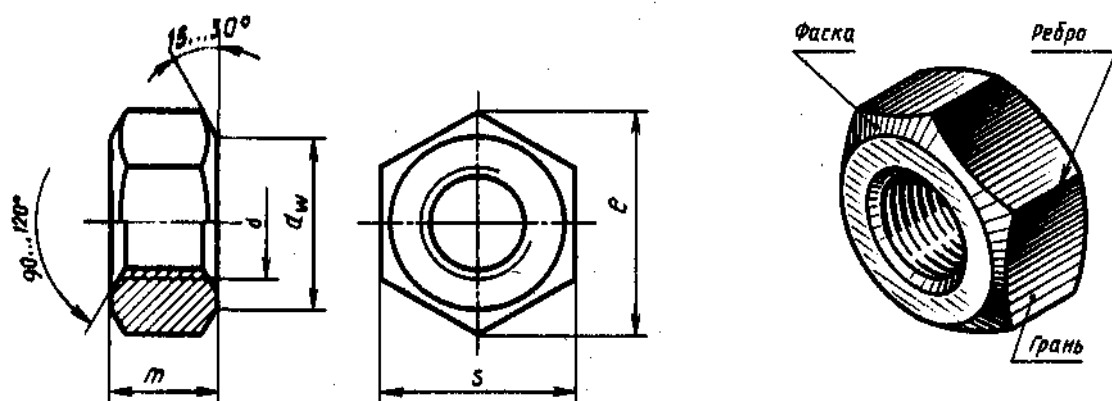


Рис. 8.17

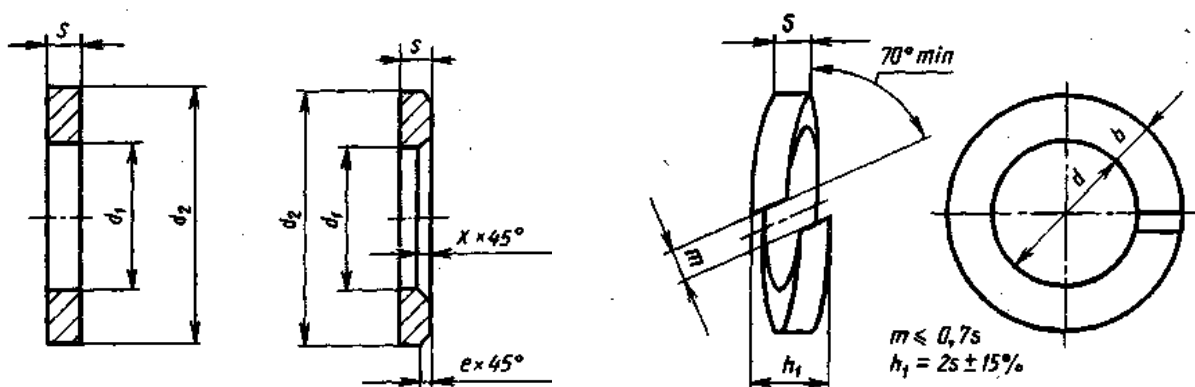


Рис. 8.18

### 8.5. Соединение винтами.

**Винт** – это цилиндрический (или конический) стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. В состав винтового соединения (рис. 8.19) входят: 1 – винт, 2 и 3 – соединяемые детали.

На рис. 8.20 приведено вычерчивание по условным размерам винтов и их формы головок «под отвёртку»:

- а – цилиндрическая;
- б – полукруглая;
- в – потайная;
- г – полупотайная.

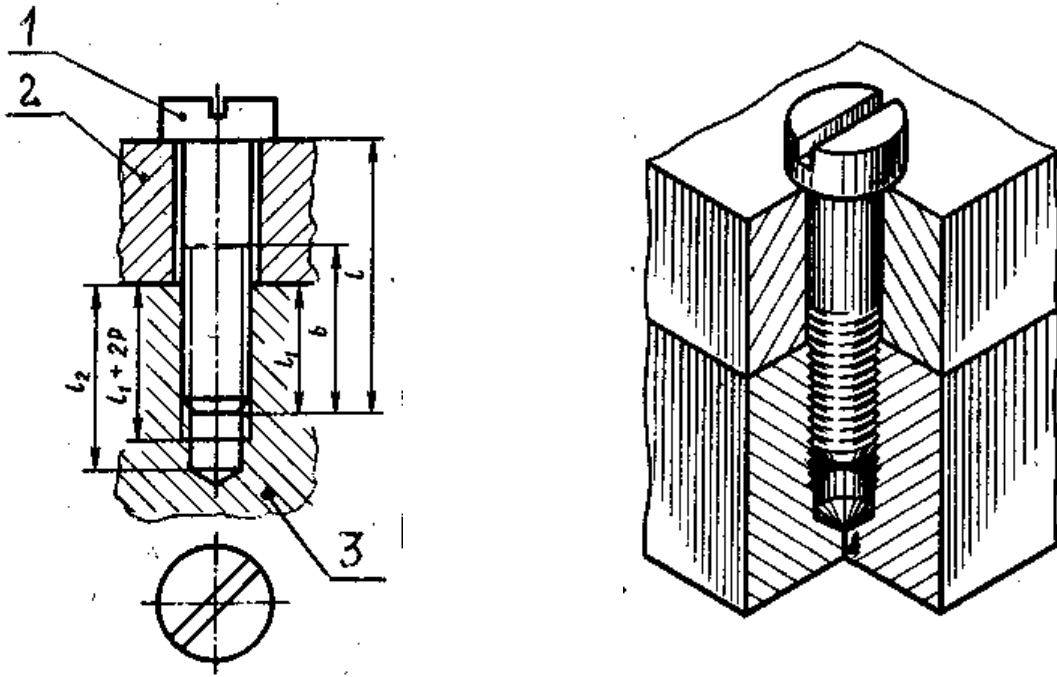


Рис. 8.19

Условное обозначение винта:

**Винт M20x1,5x60.36 ГОСТ 1491-80**, т.е. винт имеет наружный диаметр резьбы 20 мм, с мелким шагом 1,5, точность низкая, длина винта 60 мм, класс прочности 3.6, без покрытия.

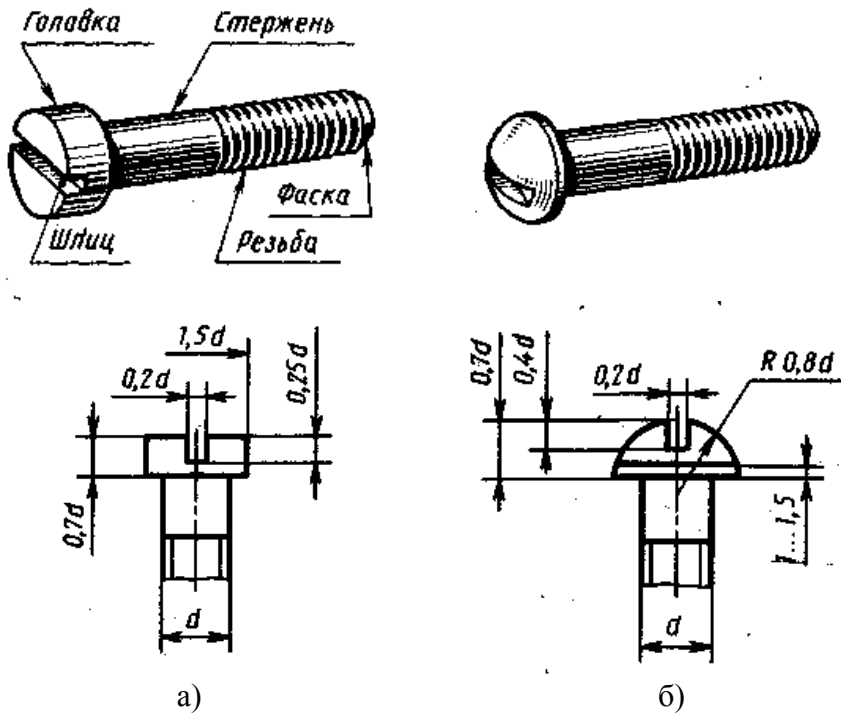
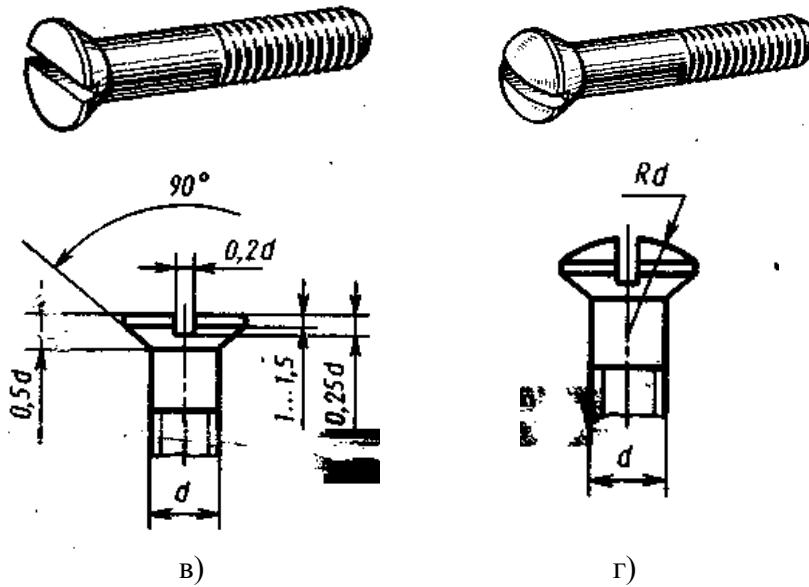


Рис.8.20



Продолжение рис.8.20

При соединении деталей из мягких пластмасс или древесины применяются специальные винты с резьбой большого шага, называемые шурупами (рис. 8.21).

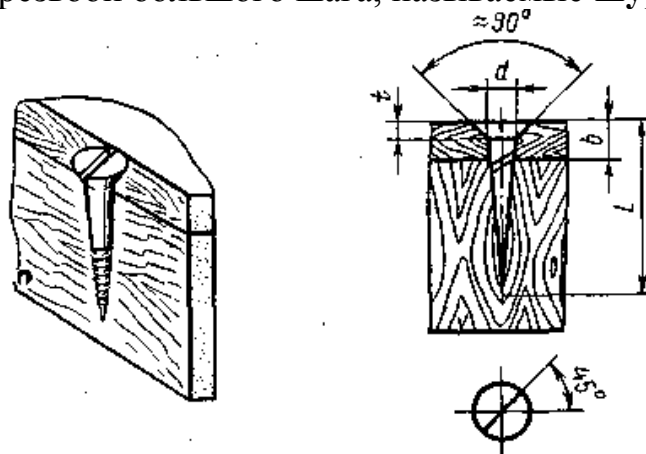


Рис. 8.21

### 8.6. Соединение шпильками.

**Шпилька** - это цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах (рис. 9.22). В состав шпилечного соединения входят: 1 – шпилька, 2 – гайка, 3 – шайба, 4 и 5 – соединяемые детали (рис. 8.23).

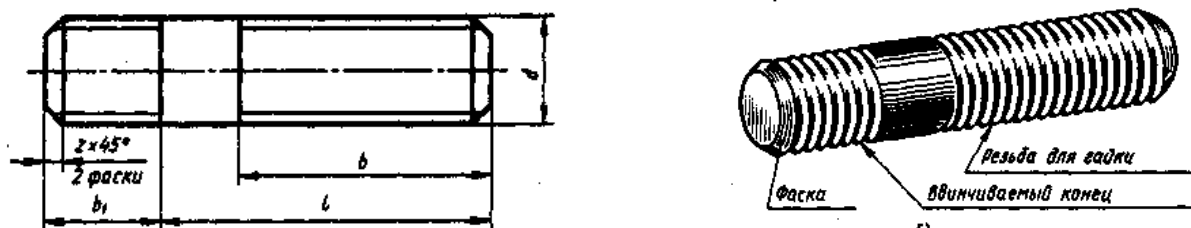


Рис. 8.22

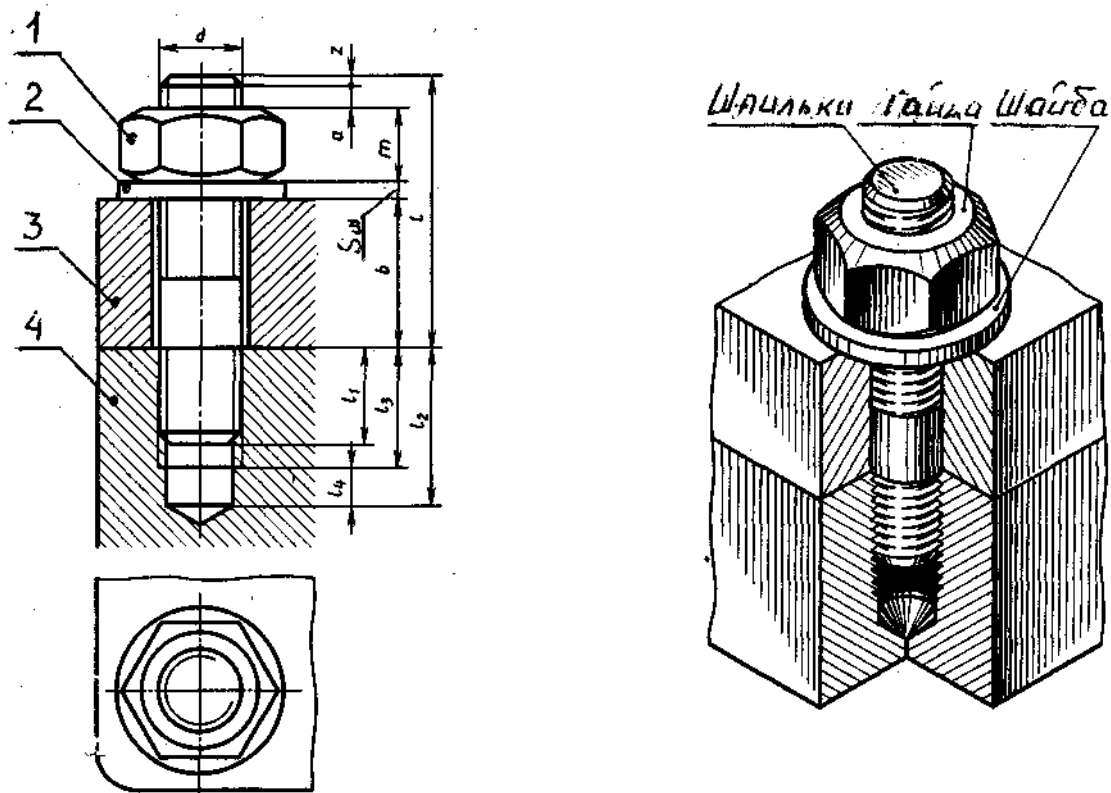


Рис. 8.23

Один конец шпильки ввинчивают в скрепляемую деталь, на другую навинчивают гайки. Длина ввинчиваемой части зависит от материала детали и изменяется от  $1,0d$ ;  $1,25d$  для твердых и для мягких –  $(1,6d, 2,0d, 2,5d)$ . В зависимости от ввинчиваемого конца  $l_1$  имеются ГОСТ 22032-76...ГОСТ 22041-76.

Условные обозначения шпильки.

**Шпилька M20x1,5-6gx100.58 ГОСТ 22032-76**, т.е. шпилька с наружным диаметром резьбы  $d=20$  мм, с шагом  $p=1,5$  мм, поле допуска  $6g$ , длина шпильки  $l=100$  мм, класс прочности 58, без покрытия, длина ввинчиваемого конца  $l_1=1,0d=20$  мм, шпилька нормальной прочности.

### 9.7. Соединение деталей штифтом.

Штифт — это стержень круглого сечения, имеющий цилиндрическую (рис. 8.24, а) или коническую (конусность 1:50) форму.

Соединение деталей штифтом применяют в тех случаях, когда нужно передать осевое усилие или крутящий момент от одной цилиндрической детали к другой. Штифт изображают на разрезах неразрезанным (рис. 8.24, б). Если штифт проходит через сплошной вал или ось, то его положение показывают местным.

Условное обозначение штифта:

**Штифт 5X40 ГОСТ 3128—70**,

т.е. штифт имеет наружный диаметр 5 мм, длина штифта 40 мм.

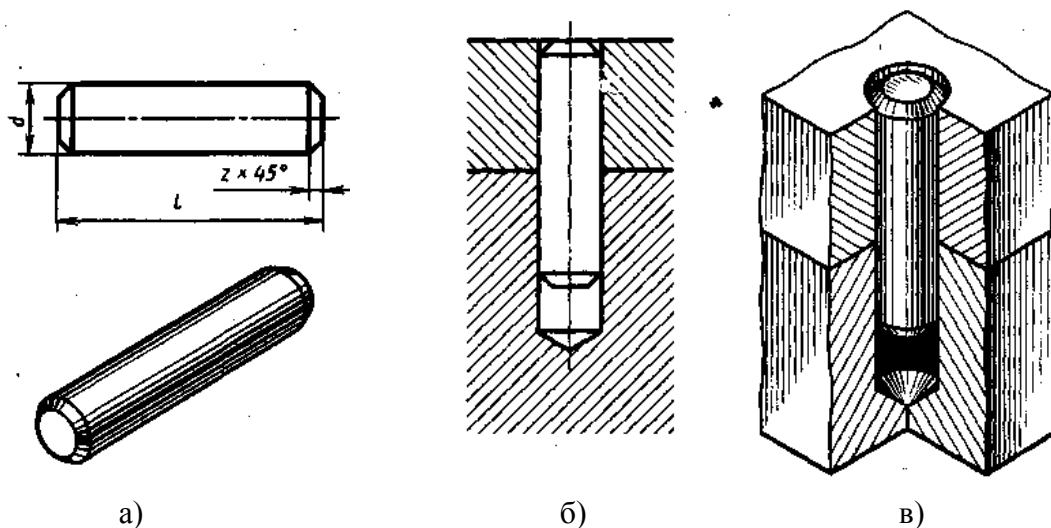


Рис. 8.24

### 8.8. Упрощенное изображение резьбовых соединений.

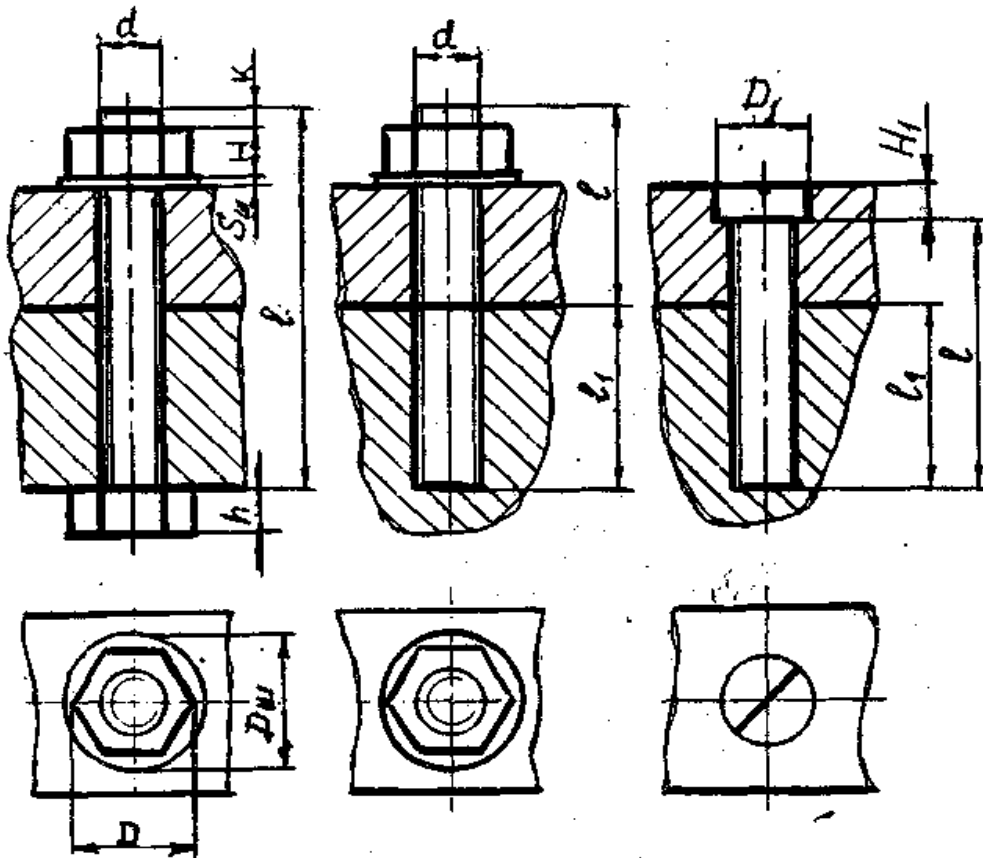
При разработке технической документации на изготовления сборочных единиц приходится изображать на чертежах большое количество крепёжных резьбовых соединений. Вычерчивание их конструктивных элементов требует значительных затрат времени. Поэтому ГОСТ 2.315-68 устанавливает упрощённое изображение крепёжных деталей резьбовых соединений (рис. 8.25).

Упрощение заключается в том, что фаски не изображаются на гайках и головках болта, на стержнях крепёжных деталей. Резьбу изображают на всей длине стержня, а на видах, перпендикулярных оси стержня, резьбу показывают равной  $3/4$  дуги окружности.

Шлицы винтов изображают одной сплошной утолщённой линией, а виде, перпендикулярной оси винта - под углом  $45$  градусов к рамке чертежа. Не показывают зазор между болтом, шпилькой и отверстием в скрепляемых деталях. В глухих отверстиях под винт и шпильку не изображают недорез резьбы.

Все крепёжные детали вычерчивают не по действительным размерам, а по относительным, в зависимости от нормального диаметра резьбы соединения.





$D = 2d$ ;  $h = 0,7d$ ;  $H = 0,8d$ ;  $D_m = 2,2d$ ;  $S_m = 0,15d$ ;  $K = (0,35 - 0,45)d$ ;  
 $H_1 = 1,5d$ ;  $D_1 = 1,5d$ ;  $l$  – расчетная величина;  $l_1$  – в зависимости от материала  
 соединяемых деталей.

Рис.8.25