

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра информатики и графики

## **РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

*Методические указания  
к расчетно-графической работе  
для студентов 1-го курса ПСК дневной формы обучения  
направления подготовки бакалавров*

Воронеж 2018

**УДК 004.92 (07)**  
**ББК 32.973-02 я73**

*Составители Н.Л. Золотарева, Л.В. Менченко*

**Резьбовые соединения** [Текст]: метод. указания к расчетно-графической работе для студентов 1-го курса специальности ПСК дневной формы обучения направления подготовки бакалавров / Воронеж. гос. техн. ун-т; сост.: Н.Л. Золотарева, Л.В. Менченко. - Воронеж, 2018.- 23 с.

В методических указаниях изложены основные понятия о резьбе и резьбовых соединениях, общие требования к обозначению резьбы на чертежах. Представлены варианты графических заданий и последовательные указания к их выполнению, а также образцы выполнения чертежей.

Методические указания предназначены для студентов 1-го курса ПСК дневной формы обучения направления подготовки бакалавров.

Ил. 19. Табл. 3. Библиогр.: 8 назв.

**УДК 004.92 (07)**  
**ББК 32.973-02 я73**

*Печатается по решению учебно-методического совета ВГТУ*

**Рецензент** - Санникова С.М., к.т.н., доцент кафедры «Прикладной математики и инженерной графики» Воронежского института ГПС МЧС

## **ВВЕДЕНИЕ**

Тема "Резьбовые соединения" входит в дисциплину "Инженерная графика", являющуюся одной из основ инженерного образования студентов технического ВУЗа.

При выполнении расчетно-графической работы студенты изучают правила, применяемые для изображения резьб и резьбовых соединений в соответствии с ГОСТ ЕСКД, и приобретают практические навыки вычерчивания этих соединений.

В результате отработки темы студенты должны научиться:

- условно изображать резьбы и резьбовые соединения в соответствии с ГОСТ 2.311–68\*;
- условно обозначать основные резьбы;
- осуществлять расчет соединения болтом и шпилькой;
- вычерчивать соединения болтом и шпилькой.

Для проверки усвоения материала студенты должны выполнить определенный объем контрольных работ. Настоящие методические указания содержат варианты заданий по теме «Резьбовые соединения» и указания к их выполнению.

### **1. Содержание работы**

Графическая работа состоит из двух частей: в первой части - вычерчивается резьбовое соединение болтом, а во второй части - вычерчивается резьбовое соединение шпилькой.

#### **Указания к выполнению и оформлению графического задания по «Разъемным соединениям»**

Графическое задание выполняется в соответствии с государственным стандартом ЕСКД (Единой системы конструкторской документации). Чертеж должен быть выполнен четко и аккуратно.

Задание выполняется студентами по индивидуальным вариантам.

Чертеж выполняется на формате А3 (297×420 мм). Форма и размер основной надписи на листе представлены на рис. 1.

При выполнении построений используются чертежные инструменты и карандаши. Вначале чертеж выполняют в тонких линиях

(0,2 мм) карандашом 2Т или Т, а затем карандашом М выполняется обводка сплошных основных линий (0,5...0,8 мм), а карандашом ТМ – обводка тонких линий (0,3 мм). Невидимый контур вычерчивают штриховой линией 0,3...0,4 мм. Все остальные – тонкой линией 0,3 мм. Необходимо обозначить все характерные точки чертежа.

Надписи и буквенно-цифровые обозначения на листах и в основной надписи выполняют стандартным шрифтом. Размер шрифта для буквенно-цифровых обозначений и размерных чисел принимают 3,5 мм, для цифровых индексов – 2,5 мм.

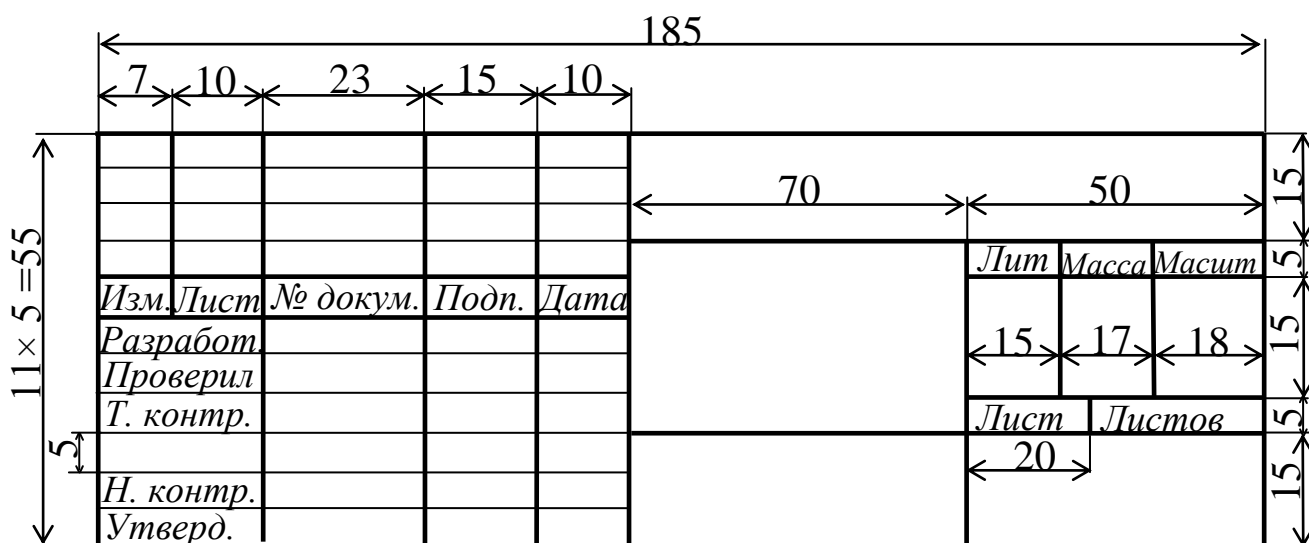


Рис. 1. Форма и размер основной надписи

Для учебных чертежей целесообразно применять толщину сплошной основной линии 0,6 ÷ 0,7 мм.

## 2. Общие сведения о разъемных соединениях

При изготовлении машин их составные части (детали) соединяют между собой разными способами. Все существующие соединения подразделяются на *разъёмные* и *неразъёмные*.

К **разъёмным** соединениям относят резьбовые, клиновые, шпоночные, шлицевые. Такие соединения могут быть разобраны без разрушения фиксирующих элементов. Основным их элементом является *резьба*. Разъёмные соединения получили большое распространение в машиностроении. Они характеризуются универсальностью, высокой надёжностью, способностью воспринимать большие

нагрузки; удобны для сборки и разборки, просты в изготовлении.

К **неразъемным** относят заклепочные и сварные соединения, а также соединения, образованные пластическим деформированием, склеиванием, посадкой с натягом и другие, разборка которых невозможна без разрушения фиксирующих элементов или деталей изделия.

### 3. Общие сведения о резьбах

**Резьбовое соединение** – соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающей их относительную неподвижность или перемещение одной детали относительно другой. Резьбовые соединения подразделяются на неподвижные (крепёжные) и подвижные (ходовые). Всякая резьба представляет собой винтовую поверхность, образуемую движением производящего профиля (конца заточенного резца или какого-либо другого режущего инструмента – фрезы, плашки, гребенки, метчика) по цилиндрической или конической поверхности (рис. 2).

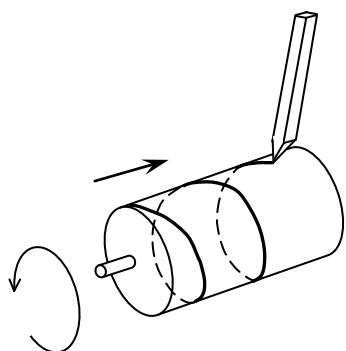


Рис. 2. Получение резьбы

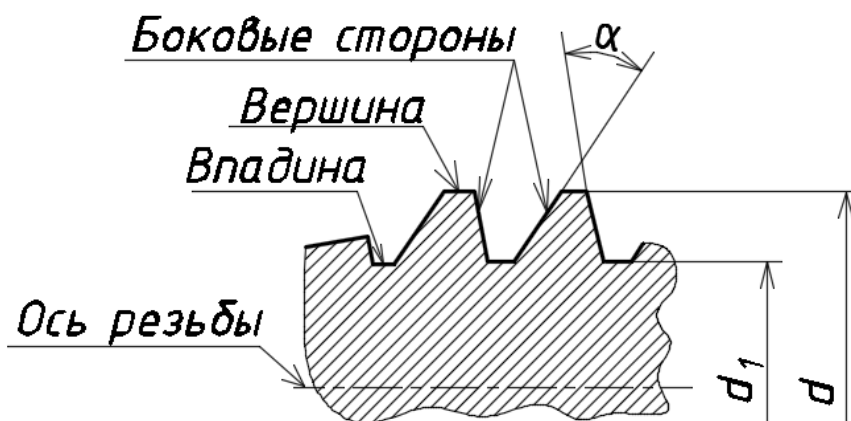
**Резьбой** называется поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. В первом случае она называется **цилиндрической**, а во втором – **конической**.

Резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности, называется **наружной резьбой**. Резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности, называется **внутренней резьбой**.

#### 3.1. Основные параметры резьбы

Профиль резьбы является одним из основных параметров, характеризующих резьбу. **Профиль резьбы** (рис. 3) – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. При этом под *осью резьбы* понимается прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского контура, образующего резьбу. Профиль

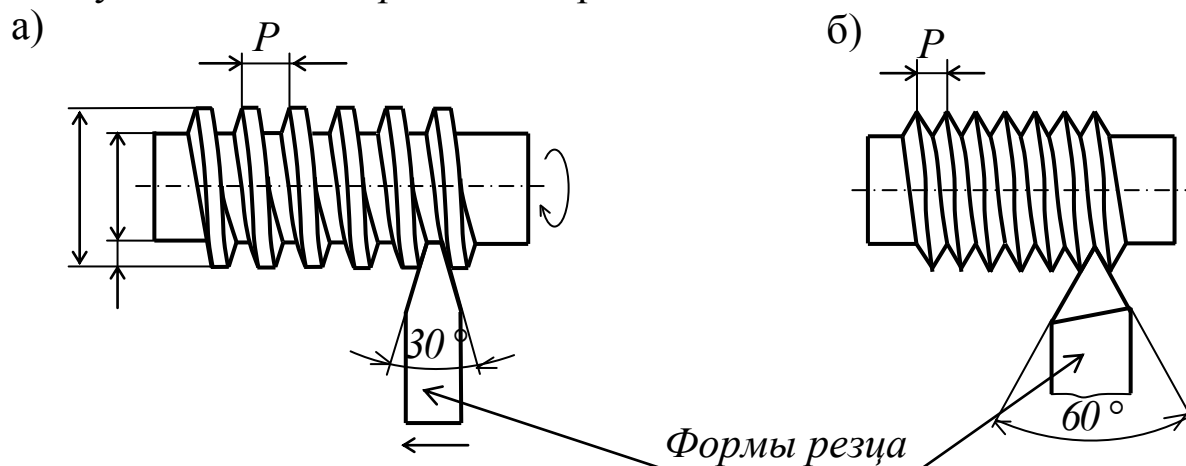
резьбы включает боковые стороны, вершины и впадины резьбы. Угол, образованный смежными боковыми сторонами, называют *углом профиля резьбы*.



**Рис. 3.** Профиль резьбы

Форма профиля резьбы задается формой резца. В зависимости от формы профиля различают: треугольную, прямоугольную, трапецеидальную, круглую, упорную резьбу. Например, резьба, изображенная на рис. 4 а, имеет трапецеидальный профиль, а на рис. 4 б – треугольный.

Резьбу треугольного профиля обычно выполняют на деталях для их непосредственного соединения друг с другом путём свинчивания и на деталях (болтах, гайках, винтах и др.), предназначенных для осуществления соединения двух или нескольких составных частей изделий между собой, и поэтому её называют *крепёжной резьбой*.



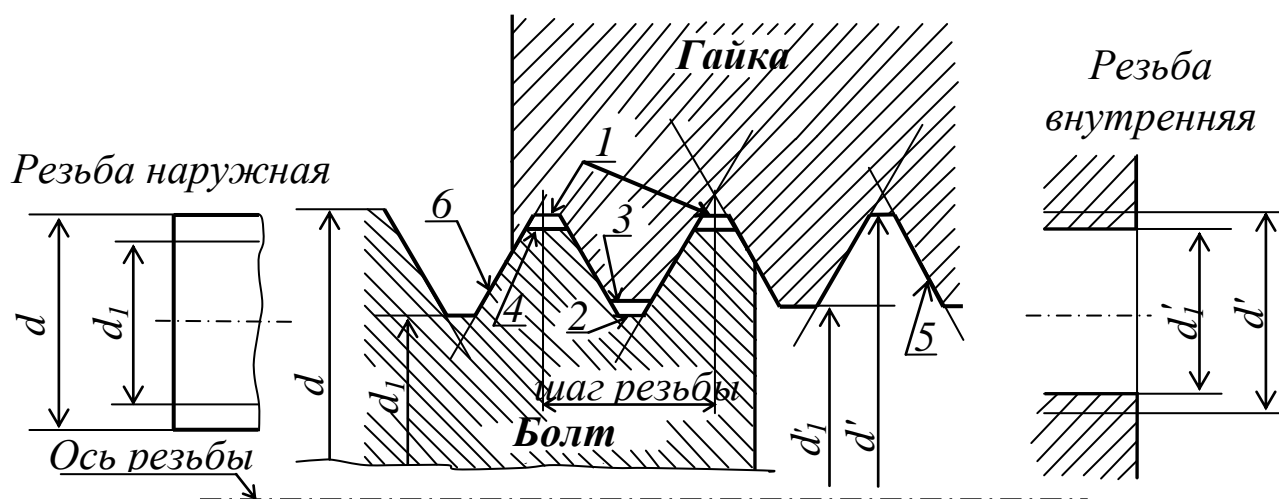
**Рис. 4.** Некоторые формы профиля резьб  
Резьбы трапецеидального и прямоугольного профилей назы-

вают *ходовыми* и применяют, главным образом для преобразования вращательного движения одной детали в осевое перемещение другой. Так, например, с помощью вращающихся ходовых винтов осуществляется возвратно- поступательное перемещение механизмов металлорежущих станков, подвижной губки тисков и т. п.

В резьбовом соединении одна из деталей имеет наружную резьбу, а другая – внутреннюю. Например, в резьбовом соединении болта и гайки (рис. 5) наружная резьба находится на цилиндрической поверхности стержня болта, а внутренняя резьба – на внутренней цилиндрической поверхности гайки.

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

**Внутренний диаметр резьбы** – диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы ( $d_1$ ) или в вершины внутренней резьбы ( $d_1$ ).

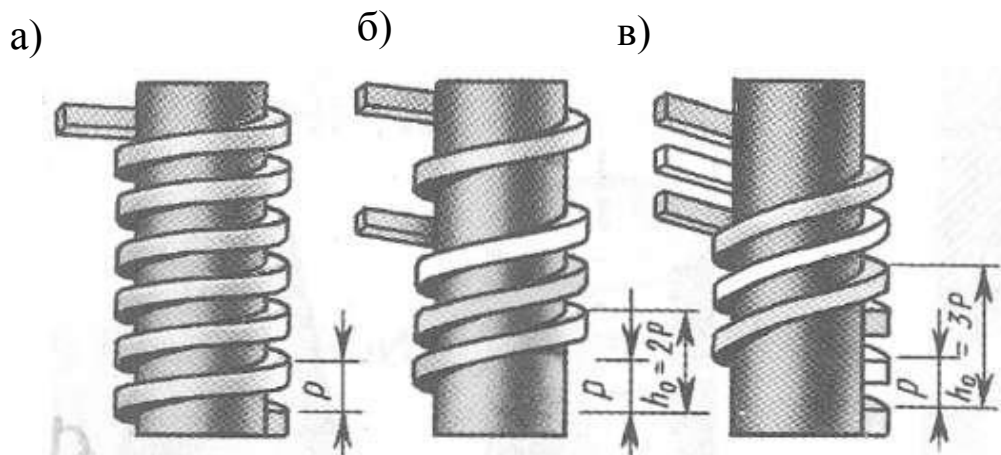


**Рис. 5.** Основные параметры резьбы:

впадины резьбы: 1 – внутренней, 2 – наружной;  
 вершины резьбы: 3 – внутренней, 4 – наружной;  
 линия профиля резьбы: 5 – внутренней, 6 – наружной

Часть винтовой линии, полученной за один полный оборот, называется **витком**. Другими словами, *витком* называют часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси. При этом все точки профиля перемещаются параллельно оси на одну и ту же величину, называемую **ходом** резьбы. **Шаг резьбы** –

расстояние вдоль оси между двумя соседними витками. Шаг и ход также относятся к параметрам резьбы. Резьбы, имеющие одну нитку (виток), называют **однозаходными** (рис. 6 а), две нитки – **двухзаходными** (рис. 6 б), три нитки – **трехзаходными** (рис. 6 в). Чем больше заходов, тем быстрее осуществляется процесс винтового движения.



**Рис. 6.** Разновидности резьб

### 3.2. Классификация резьбы

Резьбы классифицируют с конструктивных и эксплуатационных позиций:

1. По *назначению* резьбы делятся на крепёжные, предназначенные для неподвижного разъёмного соединения, и ходовые (кинематические) для передачи движения.

2. По *величине шага* различают резьбу крупную, мелкую, специальную.

3. По *направлению винтовой линии* резьбы различают резьбу правую (нитка резьбы нарезается по часовой стрелке) и левую (нитка резьбы нарезается против часовой стрелки).

4. По *характеру поверхности* – цилиндрические и конические.

5. По *расположению на детали* – наружные (нарезанные на стержне) и внутренние (нарезанные в отверстиях).

6. По *числу заходов* – однозаходные и многозаходные.

7. По *профилю* различают резьбу треугольную, трапециевидную, прямоугольную и квадратную (нестандартные), круглую.

8. По *единицам измерения* – метрические и дюймовые (1 дюйм = 25,4 мм).



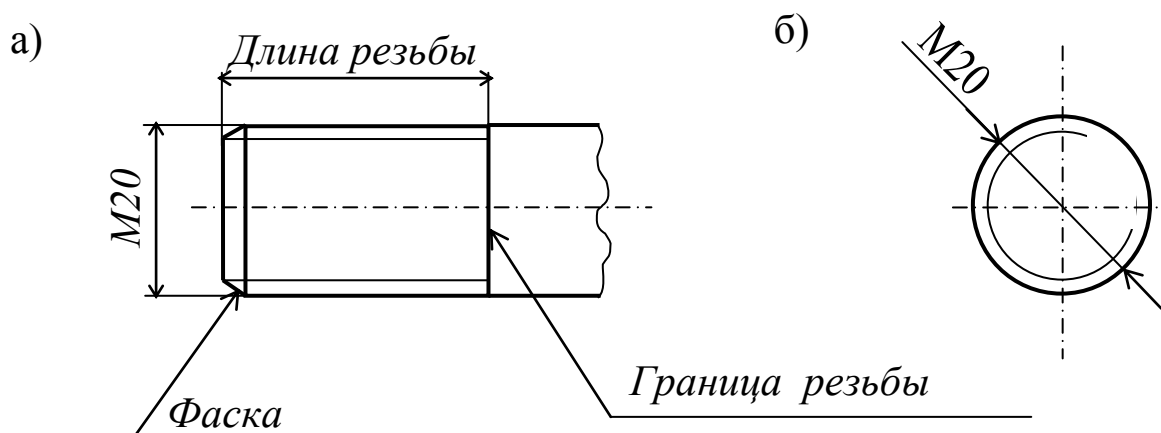
С эксплуатационных позиций различают резьбы :  
*общего назначения* – крепёжные, кинематические, трубные, круглые;  
*специальные* – применяемые для деталей определённого типа.

Треугольная резьба подразделяется на метрическую, дюймовую, трубную, коническую дюймовую; трапецевидная резьба – на трапецеидальную, упорную, упорную усиленную.

### 3.3. Изображение резьбы и резьбовых соединений на чертежах. Резьба наружная и внутренняя

На чертежах деталей наружную резьбу *на стержне* изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по ее внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю ее длину (рис. 7 а).

На видах, полученных проецированием на плоскость перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 7 б). *Не следует начинать и заканчивать разрыв дуги на центровых линиях.*

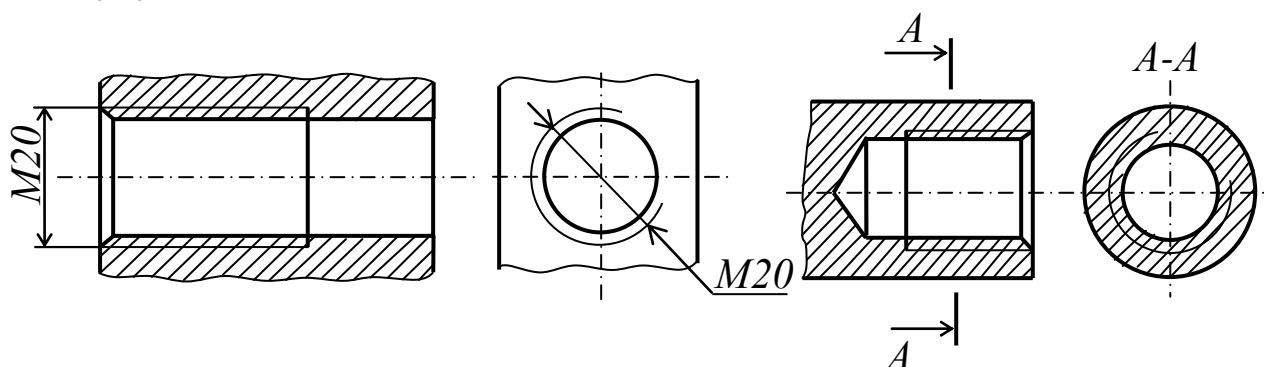


**Рис. 7.** Примеры обозначения наружной резьбы

Внутреннюю резьбу нарезают *резцом* или с помощью специального резьбонарезного инструмента – *метчика*.

На чертежах *резьба в отверстии* часто выполняется в разрезе

(рис. 8). На разрезах параллельных оси отверстия сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы. На изображениях, полученных проецированием на плоскость перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу приблизительно равную  $3/4$  окружности и разомкнутую в любом месте.



**Рис. 8.** Примеры изображения разрезов в отверстии

Таким образом, *основные правила изображения резьб* заключаются в следующем:

1. При изображении резьбы сплошную тонкую линию наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

2. Обе границы резьбы (начало и конец) следует показывать сплошными толстыми линиями. Если граница невидима, ее обозначают штриховой линией.

3. Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой в проекциях на плоскость перпендикулярную оси стержня или отверстия не изображают.

4. Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

5. Невидимую резьбу изображают штриховыми линиями одинаковой толщины по наружному и внутреннему диаметрам.

6. В изображении на плоскости параллельной оси разреза соединения в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня.

7. Штриховку в разрезах и сечениях доводят до сплошной толстой линии (до линии наружного диаметра наружной резьбы и до линии внутреннего диаметра внутренней резьбы), то есть штриховка пересекает линию резьбы.

### **3.4. Общие требования к обозначению резьбы на чертежах**

Линии впадин условно обозначают *тонкой линией*, поэтому

для определения типа резьбы к ним добавляют надписи в виде условных обозначений. Обозначение резьбы относится к ее наружному диаметру. Профиль резьбы выбирают в зависимости от назначения резьбового соединения.

Самой распространенной крепежной резьбой является метрическая, которая выполняется с крупными и мелкими шагами. Метрическая резьба имеет треугольный профиль с углом при вершине  $60^\circ$ . Размеры элементов метрической резьбы задают в миллиметрах.

Каждому диаметру резьбы соответствуют определенные *шаги*: крупные (основные) и мелкие. Резьба метрическая мелкая, при одинаковом диаметре отличается от основной размером шага. **Крупный шаг** – для определенного диаметра резьбы только один, а мелких будет несколько. Например, для диаметра стержня 20 мм размер крупного шага предусмотрен только один – 2,5 мм; и для этого же диаметра предусмотрено несколько мелких шагов: 2 мм; 1,5 мм; 0,75 мм; 0,5 мм.

*Метрическая резьба* с крупным шагом должна обозначаться буквой *M* и диаметром в мм, например, *M20*; *M24*; *M64*.

*Резьба с мелким шагом* должна обозначаться буквой *M*, диаметром и шагом в мм, например, *M20×2*; *M24×2*; *M64×2*.

Для левой резьбы в конце условного обозначения ставят буквы *LH*, например, *M24LH*; *M20LH*; *M64LH*.

*Следует иметь в виду, что для обозначения на чертеже крупного шага и правой резьбы дополнительные буквы не используются.* Пример расшифровки обозначения резьб представлен в таблице 1.

Таблица 1

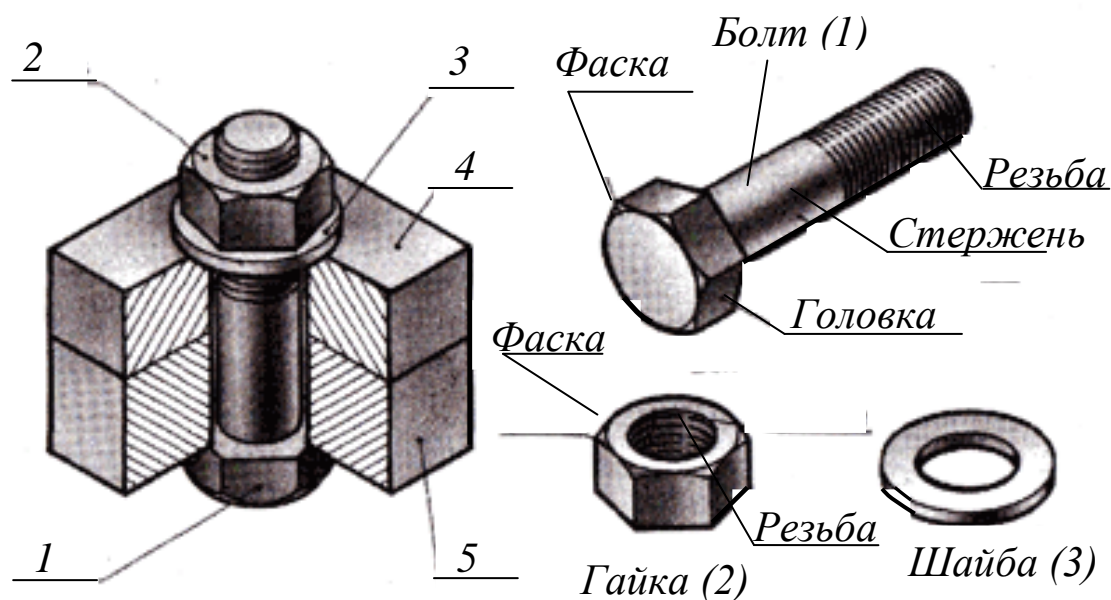
Примеры расшифровки обозначения резьб

Обозначение	Следует читать
<i>M20</i>	Резьба метрическая, диаметром 20 мм, с крупным шагом, правая.
<i>M20×2</i>	Резьба метрическая, диаметром 20 мм, с мелким шагом 2 мм, правая.
<i>M20×1,5LH</i>	Резьба метрическая, диаметром 20 мм, с мелким шагом 1,5 мм, левая.

#### 4. Соединение болтом

**Болт** представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом – чаще всего в виде шестигранной призмы (или другого типа). Обычно болты применяются для соединения деталей не очень большой толщины и при необходимости частого соединения и разъединения деталей по условиям их эксплуатации.

В комплект соединения болтом (рис. 9) входят следующие крепежные детали: 1 – болт, 2 – гайка, 3 – шайба. Указанные крепежные детали имеют различную форму и размеры. При конструировании приборов и машин применяют, как правило, только стандартизованные крепежные детали.



**Рис. 9.** Комплект соединения болтом:

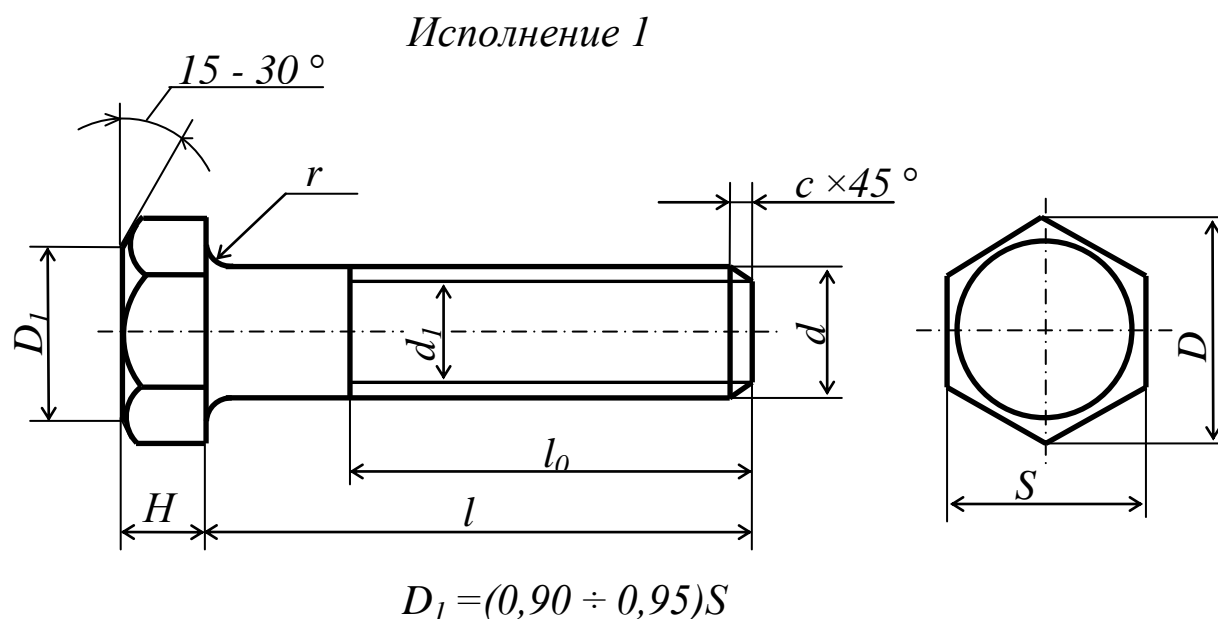
1 – болт; 2 – гайка; 3 – шайба; 4 и 5 – скрепляемые детали

Чертеж болта представлен на рис. 10.

При соединении скрепляемых деталей на резьбу болта надевается шайба и навинчивается гайка. Если затянуть ключом гайку, удерживая другим ключом от вращения головку болта, то тем самым получится надежное скрепление соединяемых деталей. Головку болта обрабатывают с торца на конус (этот элемент называется *фаской*).

Фаску выполняют и на стержне для удобства нарезания резьбы и устранения непрочной части крайнего витка. Указанные фас-

ки на рис. 10 заданы диаметром  $D_1$  и углом  $15...30^\circ$  на головке и обозначением  $c \times 45^\circ$  на стержне ( $c$  – величина фаски, обычно равна шагу резьбы).



**Рис. 10.** Чертеж болта

**Обозначение диаметра  $d$  (рис. 10) на чертежах болтов заменяют на обозначение резьбы (буквой  $M$ ).**

Выпускаемые промышленностью болты различают по форме и размерам головки, по форме стержня, по шагу резьбы, по характеру исполнения, по точности изготовления. В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с шестигранными, полукруглыми и потайными головками. На различные формы болтов разработаны и утверждены свои стандарты.

Болты с шестигранными головками получили наибольшее распространение. В зависимости от точности обработки болты разделяются по степеням грубой, нормальной и повышенной точности.

По конструктивным особенностям различают болты следующего исполнения:

- I* – без шплинтового отверстия в стержне;
- II* – со шплинтовым отверстием в стержне;
- III* – с двумя сквозными отверстиями в головке, предназначенными для шплинтовой проволокой во избежание самоотвинчивания.

Вычерчивание соединения болтом можно производить более точно по размерам, взятым из стандартов или приближенно, по относительным размерам.

По размерам, взятым из соответствующих стандартов, изображения крепежных деталей строят только на рабочих чертежах, по которым их будут изготавливать.

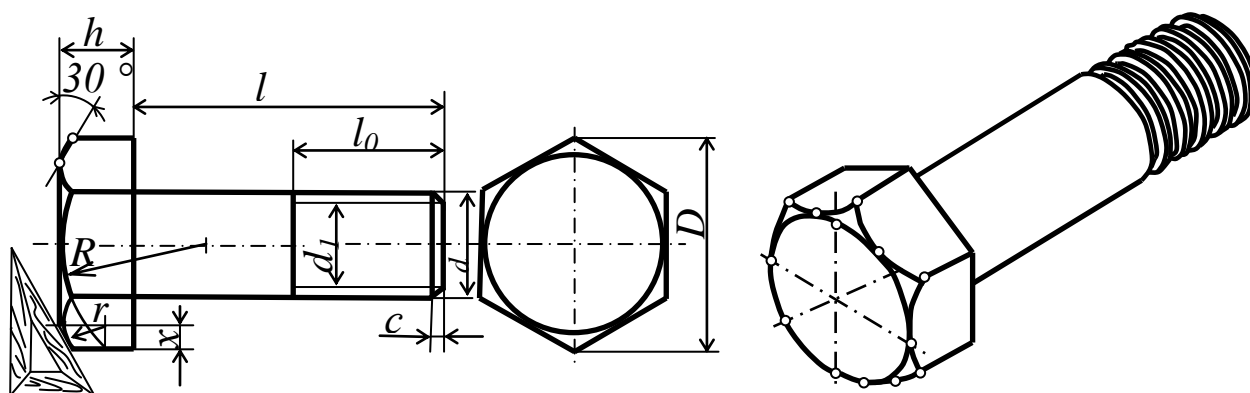
На учебных чертежах изображение соединения болтом обычно строят по относительным размерам, являющимися функциями диаметра резьбы.

В учебном процессе рекомендовано использовать болты исполнения *I*.

При выполнении чертежей надо иметь в виду, что независимо от рабочего положения болты (а также шпильки, винты, гайки), как правило, вычерчивают так, чтобы их ось располагалась параллельно основной надписи чертежа.

*Шестигранные головки вычерчивают в следующем порядке (рис. 11):*

1. Наносят оси в двух видах.
2. Чертят профильную проекцию головки болта. Для этого строится правильный шестиугольник, вписанный в окружность диаметра  $D=2d$ .
3. На главном виде вычерчивают в форме прямоугольников габариты контуров стержня и головки болта. Для построения головки болта проводят проекции ребер призмы на виде спереди. Откладывая размер  $h$  высоты головки болта, равный  $0,7d$ , получают контуры призмы.
4. Чертят фаски на головке болта.



**Рис. 11.** Последовательность вычерчивания шестигранной головки болта

Следует учесть, что дуги, ограничивающие боковые грани головки болта, являются дугами гипербол (так как они получены в результате сечения конуса плоскостями, параллельными его оси). При упрощенном вычерчивании их заменяют дугами окружности.

Переход от тела болта к головке осуществляется скруглением, чтобы не допускать подрезов и концентрации напряжений, которые могут привести к отрыву головки. Размер радиуса скругления 2-3 мм.

Размеры элементов болта определяют в зависимости от его диаметра по приведенным ниже соотношениям:

$d$  – наружный диаметр резьбы болта;

$d_1 = 0,85d$ ;

$D = 2d$  – диаметр головки болта;

$h = 0,7d$  – высота головки болта;

$R = 1,5d$  – радиус скругления фаски;

$c = 0,13d$  – высота конической фаски болта;

$x = 0,25d$ ;  $r$  – по построению.

**Гайка** – деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку (рис. 12).

Гайки различают по форме наружной поверхности, по виду исполнения, по типу резьбы, по точности изготовления.

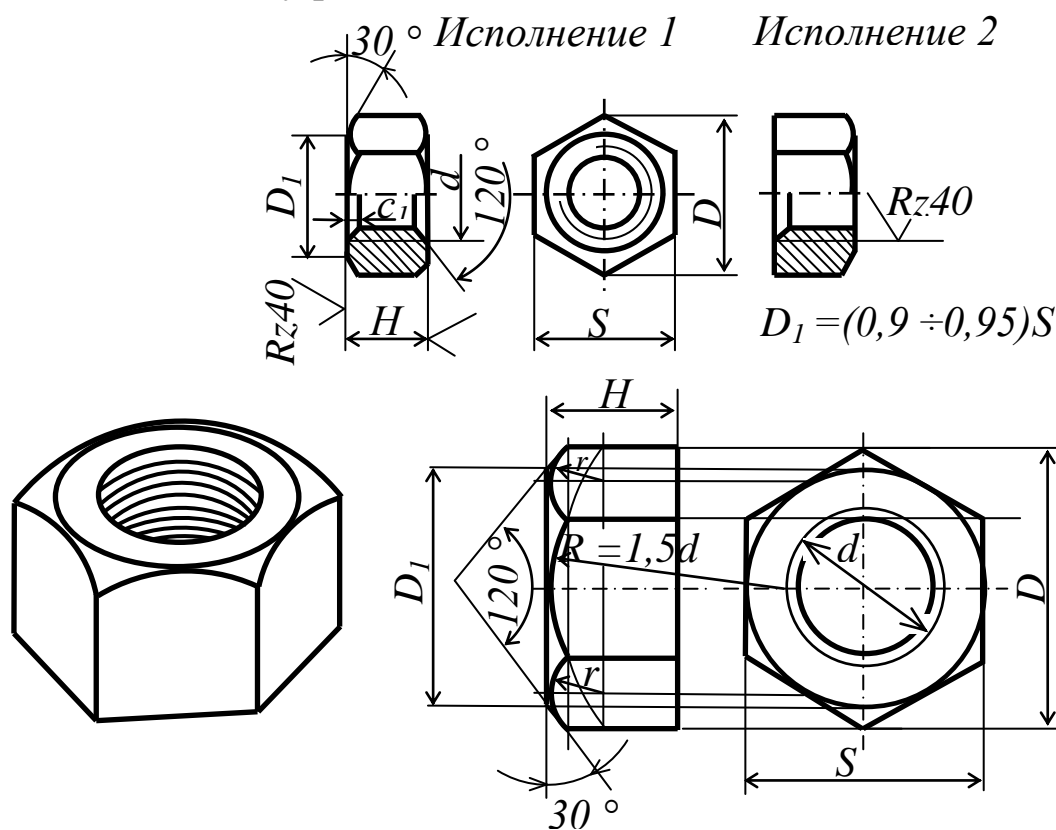
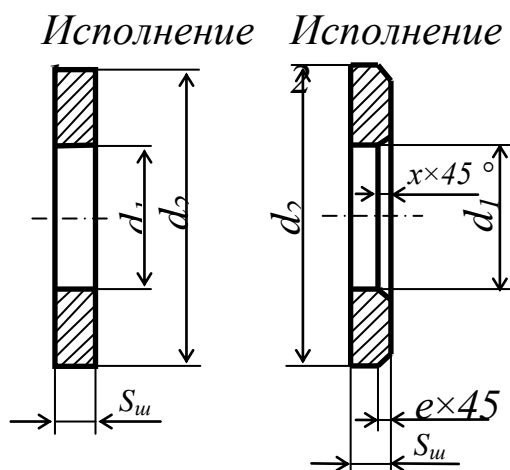


Рис. 12. Гайка

В учебном процессе при выполнении графического задания используется шайба *исполнения 1*.



**Рис. 13.** Пример выполнения чертежа шайб

*исполнение 1* – без фасок, *исполнение 2* – с фаской с одной стороны (угол фаски  $45^\circ$ ). В учебном процессе при выполнении графического задания используется шайба *исполнения 1*.

**Шайба** – деталь, закладываемая под гайку или головку болта (винта). Шайба предохраняет детали от повреждения при завинчивании гайки, способствует более равномерному распределению давления от болта на соединяемые детали. *Шайбы круглые* имеют несколько видов: обычные нормального ряда, увеличенные и уменьшенные.

*Шайбы нормального ряда* имеют два исполнения (рис. 13): *исполнение 1* – без фасок, *исполнение 2* – с фаской с одной стороны (угол фаски  $45^\circ$ ).

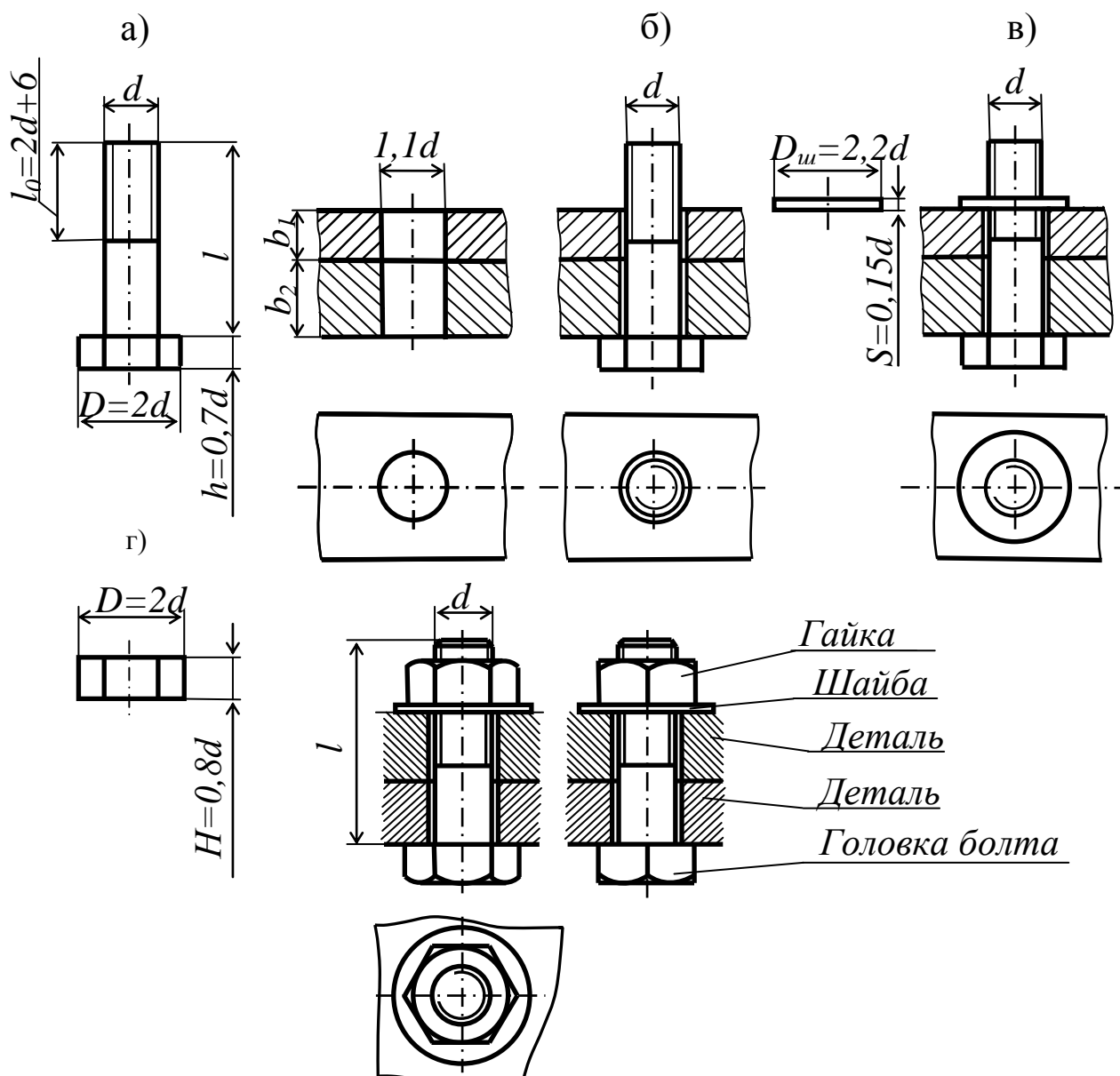
## 5. Разработка чертежа соединения болтом

Чертеж соединения болтом является сборочным, поэтому болты, гайки и шайбы вычерчивают по относительным размерам. В этом случае все размеры указанных деталей являются функцией от наружного диаметра резьбы болта  $d$ .

Чертеж соединения болтом обычно разрабатывают исходя из заданного диаметра резьбы и толщин  $b_1$  и  $b_2$  соединяемых деталей. В соединенных деталях просверливают отверстия диаметром  $1,1d$  (рис. 14 а) для облегчения проведения болта через отверстия соединяемых деталей. Затем болт проводят через отверстия деталей (рис. 14 б). Затем надевается шайба (рис. 14 в), у которой внутреннее отверстие без резьбы по стандарту больше, чем диаметр резьбы болта. Далее на резьбовой конец болта навинчивается гайка (рис. 14 г), имеющая внутреннее отверстие с резьбой такого же диаметра, как и диаметр резьбы болта.

*Расчет соединения болтом* состоит в том, чтобы подобрать стандартный болт для соединения деталей. При этом необходимо





**Рис. 14.** Соединение болтом

учитывать, что головка болта в длину болта не входит. Поэтому нужно подсчитать длину стержня болта  $l$ , которая определяется в зависимости от толщины соединяемых деталей  $b_1$  и  $b_2$ , толщины шайбы  $S_{ш}$ , высоты гайки  $H$ , величины  $K$  (размера выхода стержня болта за гайку).

Таким образом, длина стержня болта  $l$  (мм) рассчитывается по формуле

$$l = b_1 + b_2 + S_{ш} + H + K \quad (1)$$

Вычислив  $l$ , следует подобрать ближайшее *большее* число длины болта и его нарезанной части  $l_0$  в соответствии со стандартом, установленным ГОСТ 7798-70.

*Подобрать длину резьбы болта можно и таким образом:* длина резьбы болта  $l_0 = 2d + 6$  мм ( для болтов длиной до 150 мм) и  $l_0 = 2d + 12$  мм (для болтов длиной более 150 мм). Остальные размеры ( $d, d_1, D, h, R, c, x, r$ ) определяют по соотношениям, приведенным в п.4.

*Толщину соединяемых деталей ( $b_1$  и  $b_2$ ) и наружный диаметр резьбы болта ( $d$ ) для учебных чертежей задают.*

*Пример выполнения чертежа соединения болтом представлен на рис. 15.*

**Пример.** Дано:  $d = 36$  мм;  $b_1 = 30$  мм;  $b_2 = 42$  мм. Требуется найти длину болта  $l$  и длину нарезанной части  $l_0$ .

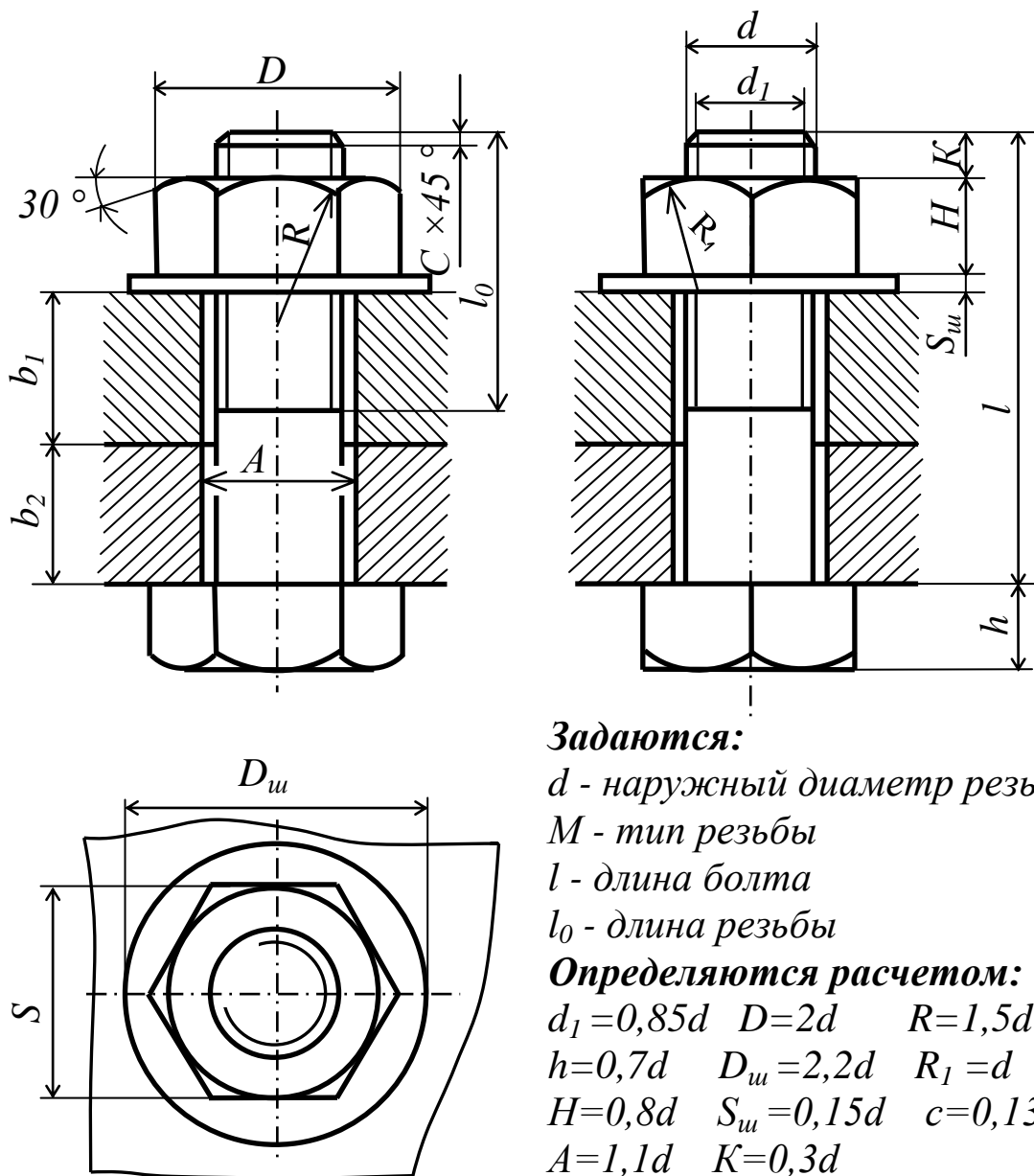
**Решение.** Длина болта  $l$ , мм, определяется по выражению (1)  
 $l = 30 + 42 + 0,15 \times d + 0,8 \times d + 0,3 \times d = 72 + 1,25 \times d = 72 + 1,25 \times 36 = 72 + 45 = 117$  (мм).

По ГОСТ 7798-70 из двух промежуточных чисел 115 и 120 принимаем большее значение, то есть  $l = 120$  мм.

Длина нарезанной части  $l_0 = 2d + 6$  мм = 78 мм. Принято по ГОСТ 7798-70), что также соответствует формуле  $l_0 = 2d + 6$  мм.

*На чертежах вместо буквенных указывают числовые значения размеров.*

**На чертеж соединения болтом наносят следующие размеры:** наружной резьбы болта с численным значением диаметра (например, M20), длины болта и длины нарезанной части, толщины соединяемых деталей, размер под ключ, который определяется построением.



**Задаются:**

$d$  - наружный диаметр резьбы

$M$  - тип резьбы

$l$  - длина болта

$l_0$  - длина резьбы

**Определяются расчетом:**

$d_1 = 0,85d$   $D = 2d$   $R = 1,5d$

$h = 0,7d$   $D_{ш} = 2,2d$   $R_1 = d$

$H = 0,8d$   $S_{ш} = 0,15d$   $c = 0,13d$

$A = 1,1d$   $K = 0,3d$

**Определяются построением:**

$S$  - размер под ключ

**Рис.15.** Пример выполнения учебного чертежа "Соединение болтом"

## 6. Разработка чертежа соединения шпилькой

Шпильки применяют тогда, когда в конструкции соединения нет места для головки болта или когда невозможно просверлить сквозное отверстие под болт.

**Шпилька** представляет собой цилиндрический стержень с

резьбой (преимущественно треугольного профиля) на обоих концах (рис. 16). Одним нарезанным концом длиной  $\ell_1$ , называемым посадочным, шпильку ввинчивают в гнездо детали, а на резьбу другого конца (стяжного) длиной  $\ell_0$  навинчивают гайку. При этом длиной шпильки принимается параметр  $\ell$ .

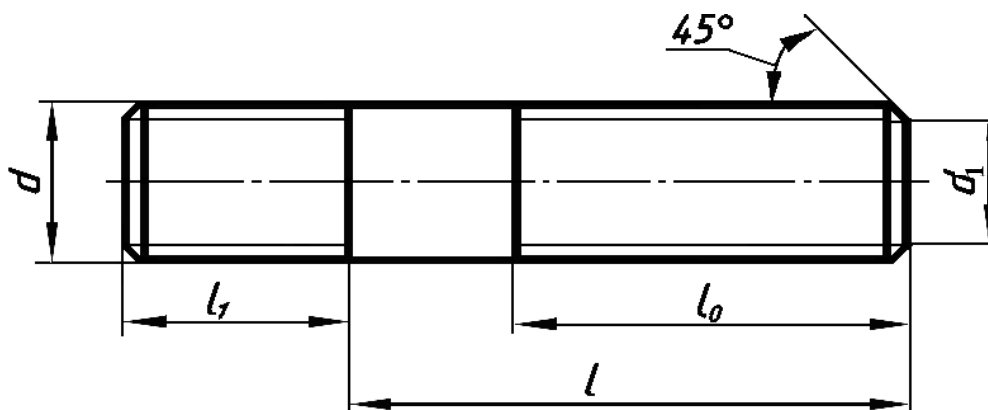


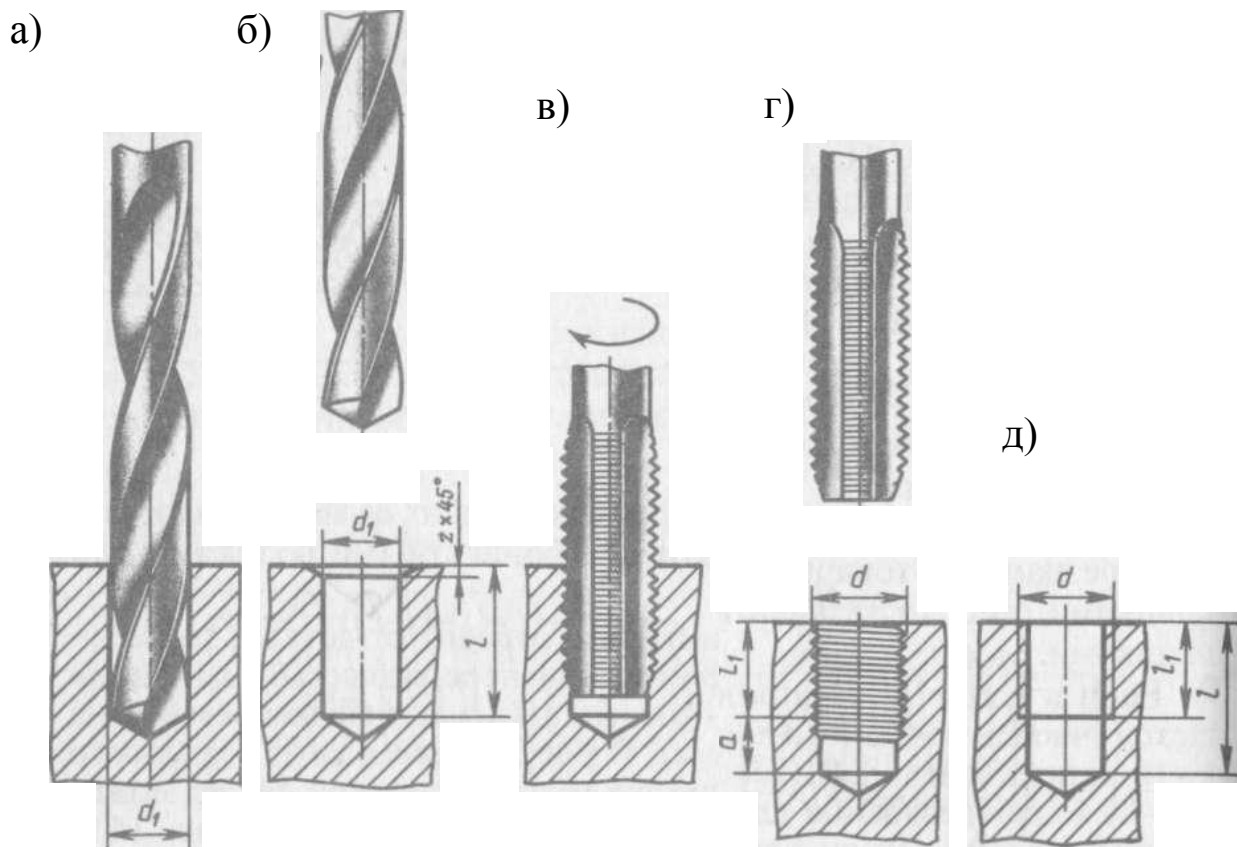
Рис. 16. Чертеж шпильки

Длина посадочного конца шпильки  $\ell_1$  зависит от материала детали, в которую она ввинчивается (табл. 2).

Таблица 2

Длина ввинчиваемого конца $\ell_1$	ГОСТ		Материал, в который ввинчиваются шпильки
	Шпильки нормальной точности В	Шпильки повышенной точности А	
$d$	22032-76	22033-76	Сталь, бронза, латунь и т.п.
$1,25d$	22034-76	22035-76	Ковкий и серый чугун
$1,6d$	22036-76	22037-76	Ковкий и серый чугун
$2d$	22038-76	22039-76	Легкие сплавы
$2,5d$	22040-76	22041-76	Легкие сплавы (допускается сталь)
$\ell_1 = \ell_0$	22042-76	22043-76	Без ограничения

Последовательность получения резьбы в гнезде представлена на рис. 17.



**Рис. 17.** Последовательность получения резьбы в гнезде

а - сверление отверстия (гнезда);

б - обработка фаски (острой кромки на торце отверстия, которую обрабатывают на конус с углом при вершине  $120^\circ$ . Наличие фаски облегчает врезание инструмента для нарезания резьбы);

в - нарезание резьбы метчиком.

г, д - соответственно, разрез резьбового гнезда и его изображение на чертеже.

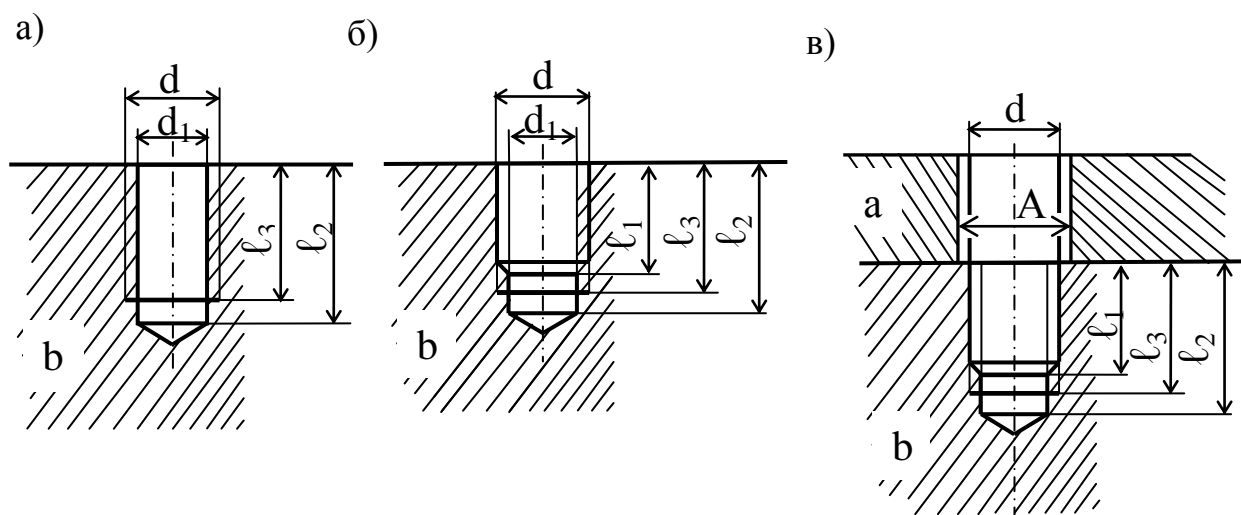
Последовательность выполнения чертежа соединения шпилькой (рис. 18) включает в себя следующие этапы:

1. Определяется по формуле длина посадочного конца шпильки  $l_1$ , в зависимости от материала детали (деталь б), в который он ввинчивается.
2. Гнездо под шпильку всегда вычерчивается с запасом (рис. 18 а). Запас определяется по формуле:  $l_2 = l_1 + 0,5d$ . Конец высверленного отверстия представляет собой конус с образующими под углом

120°. В глубину отверстия конусная часть не включается. Диаметр высверленного отверстия определяется по формуле  $d_1=0,85d$ .

3. Резьба в отверстии нарезается не до конца, при этом длина резьбы  $l_3$  определяется по формуле  $l_3= l_1+0,25d$  (рис. 18 б).

4. Вычерчивается присоединение второй детали (рис. 18 в). Диаметр отверстия детали  $a$  определяется по формуле  $A=1,1d$ .



**Рис. 18.** Последовательность построения посадочного конца шпильки (а, б) и присоединения второй детали (в)

5. Определяется по формуле длина шпильки.

**Длиной шпильки  $l$**  считается ее длина без посадочного конца. Она определяется толщиной  $\delta_1$  прикрепляемой детали  $a$ , высотой гайки и шайбы, длиной конца шпильки, выходящей над гайкой и вычисляется по формуле:

$$l = \delta_1 + S_{ш} + H_r + k \quad (2)$$

где  $\delta_1$  - толщина прикрепляемой детали  $a$ ;

$S_{ш}$  - толщина шайбы  $0,15d$ ;

$H$  - высота гайки  $0,8d$ ;

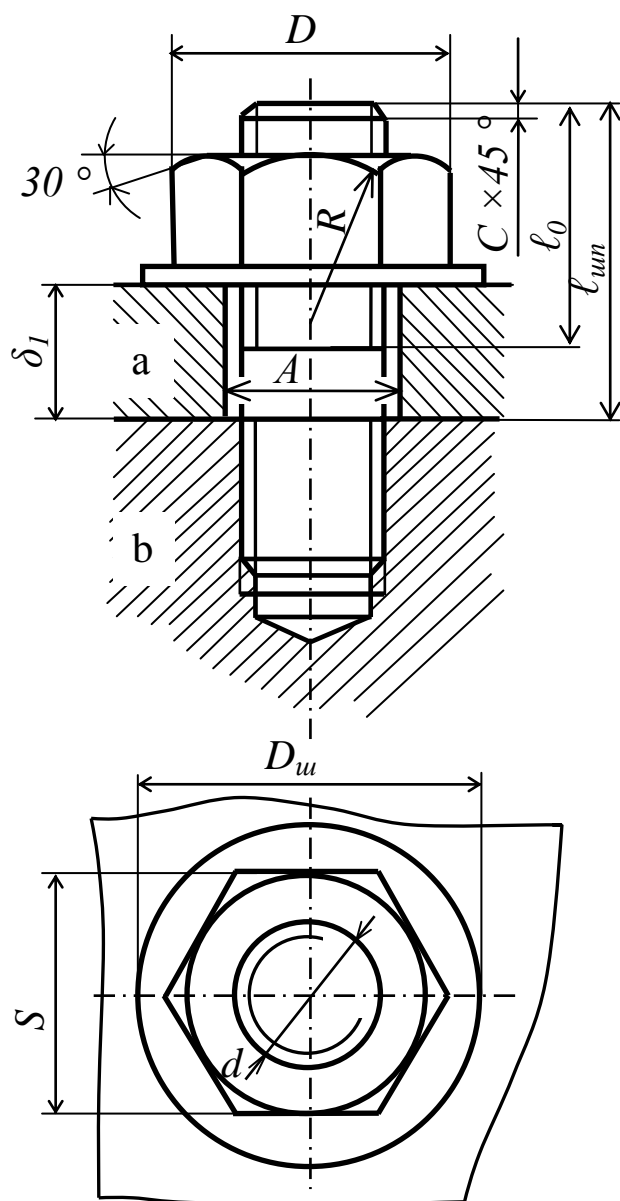
$k$  - длина выхода конца шпильки за гайку с учетом высоты фаски, равной  $0,35d$ .

6. Рассчитывается длина шпильки с учетом которой по табличным данным определяется длина нарезки резьбы  $l_0$ .

**На чертеж соединения шпилькой наносят следующие размеры:** наружной резьбы шпильки с численным значением диаметра (например,  $M20$ ), длины шпильки и длины нарезанной части, толщины присоединяемой детали, размер под ключ, который опреде-

ляется построением.

Пример выполнения учебного чертежа "Соединение шпилькой" представлен на рис. 19.



**Задаются:**

$d$  - наружный диаметр резьбы

$M$  - тип резьбы

$\delta_1$  - толщина присоединяемой детали  $a$

Материал детали  $b$

**Определяются расчетом:**

$$D = 2d \quad R = 1,5d$$

$$D_{шп} = 2,2d \quad H_T = 0,8d$$

$$S_{шп} = 0,15d \quad c = 0,13d$$

$$A = 1,1d \quad \kappa = 0,35d$$

**Определяются построением:**

$S$  - размер под ключ

**Рис.19.** Пример выполнения учебного чертежа "Соединение шпилькой"

Исходные данные к выполнению графического задания по «Разъемным соединениям» представлены в табл. 3.

Таблица 3

№ варианта	Соединение болтом			Соединение шпилькой		
	d болта	Толщина деталей		d шпильки	толщина присоединяемой детали	материал второй детали
		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>			
1	24	30	25	20	40	сталь
2	27	20	40	24	20	сталь
3	24	30	30	22	18	чугун
4	22	20	30	20	20	сталь
5	20	30	35	27	30	чугун
6	30	10	35	18	35	сталь
7	22	40	25	30	25	чугун
8	18	35	25	27	35	сталь
9	20	30	30	24	45	чугун
10	22	25	40	22	20	сталь
11	24	20	35	20	35	чугун
12	27	35	25	18	30	сталь
13	30	20	35	24	20	чугун
14	16	25	25	20	25	сталь
15	18	35	25	18	20	чугун
16	20	25	40	16	20	сталь
17	18	25	25	22	20	чугун
18	22	30	40	22	25	сталь
19	24	20	30	24	20	чугун
20	18	25	30	27	30	сталь
21	20	35	25	22	18	чугун
22	22	35	35	18	25	сталь
23	24	25	25	16	20	чугун
24	30	20	30	30	30	сталь
25	27	30	30	27	25	чугун
26	16	20	25	20	30	сталь
27	30	20	40	24	20	чугун



## 6. Вопросы для контроля знаний

1. Что такое резьба?
2. Классификация резьб?
3. Что относится к основным параметрам резьбы?
4. Что называется шагом и ходом резьбы?
5. Как условно изображается резьба на чертежах?
6. Каково условное изображение резьбы на стержне и в отверстии?
7. В чём отличие в обозначениях метрической и трубной резьбы?
8. Как изображается и обозначается резьба с нестандартным профилем?
9. Какая резьба называется специальной?
10. Какие детали входят в состав болтового соединения?
11. Какие детали входят в состав шпилечного соединения?
12. В чём отличие в изображении упрощенных и неупрощенных изображений болтовых и шпилечных соединений?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чекмарев А.А. Инженерная графика / А.А. Чекмарев. – М.: Высшая школа, 1998. – 365 с.
2. Золотарева Н.Л. Инженерная графика. Учебное пособие пособие для студентов, обучающихся по направлению 080502 «Экономика и управление на предприятии по отраслям» / Ю.А. Цеханов, Л.В. Менченко. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. арх-строит. ун-т, 2012. – 99 с.
3. Власов М.П. Инженерная графика / М.П. Власов. – М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
4. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учеб. для немаш. спец. вузов / А.А. Чекмарев. – М.: Высшая школа, 2007. – 365 с.
5. ЕСКД. Государственные стандарты. – М., 1984.
6. СПДС. Государственные стандарты. – М., 1977.
7. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: Учебник для вузов / В.С. Левицкий. М.: Высшая школа, 2007. – 435 с.
8. Федоренко В.А. Справочник по машиностроительному черчению / Шошин А.И. - Л.: Машиностроение, 1987. – 447 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Содержание работы.....	
Указания выполнению и оформлению графического задания по «Разъемным соединениям».....	3
2. Общие сведения о разъемных соединениях.....	4
3. Общие сведения о резьбах.....	4
3.1. Основные параметры резьбы.....	5
3.2. Классификация резьбы.....	7
3.3. Изображение резьбы и резьбовых соединений на чертежах. Резьба наружная и внутренняя .....	8
3.4. Общие требования к обозначению резьбы на чертежах.....	9
4. Соединение болтом.....	10
5. Разработка чертежа соединения болтом.....	14
6. Разработка чертежа соединения шпилькой.....	16
7. Вопросы для контроля знаний.....	20
Библиографический список.....	21

## **РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Методические указания  
к расчетно-графической работе  
для студентов 1-го курса ПСК дневной формы обучения  
направления подготовки бакалавров

Составители: к.т.н., доц. Золотарева Наталия Леонидовна  
ст. препод. Менченко Людмила Владимировна

Подписано в печать . . .2018. Формат 60x84 1/16. Уч.-изд. л. .  
Усл.-печ. л. . Бумага писчая. Тираж 100 экз. Заказ № .

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии  
Воронежского государственного технического университета