

**Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный технологический университет»**

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методические указания

2010

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный технологический университет»

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методические указания

Казань
КГТУ
2010

Составители: доц. Л.М. Васильева
ст.преп. И.В. Грудинина
ст.преп. С.Ф. Дебердеева
ст.преп. М.Е. Кирыгина

Резьбовые соединения: методические указания / Л.М. Васильева [и др.];
Федер. агентство по образованию, Казан. гос. технол. ун-т. — Казань: КГТУ,
2010.— 40 с.

Содержат теоретический и справочный материалы по резьбам,
резьбовым изделиям и резьбовым соединениям.

Приведены задания, порядок их выполнения и оформления.

Предназначены для студентов механических и технологических
специальностей всех форм обучения.

Подготовлены на кафедре инженерной компьютерной графики и
автоматизированного проектирования.

Печатаются по решению методической комиссии по информатике и
информатизации учебного процесса.

Рецензенты: канд. техн. наук, доц. *Н.И. Еникеева*
канд. техн. наук, доц. *В.Н. Сосков*

Введение

В промышленности широко распространены различные виды соединений деталей и сборочных единиц, которые подразделяются на подвижные, обеспечивающие перемещение одной детали относительно другой, и неподвижные, где две или несколько деталей жестко соединены друг с другом.

Каждый из этих типов соединений подразделяют на две основные группы: разъемные и неразъемные.

Разъемными называются такие соединения, которые позволяют производить многократную сборку и разборку сборочной единицы без повреждения деталей.

Неразъемными называются соединения, которые могут быть разобраны лишь путем разрушения одного из элементов конструкции.

Наибольшее распространение среди разъемных соединений получили резьбовые – соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее их относительную неподвижность или перемещение одной детали относительно другой. На практике резьбовые соединения осуществляются непосредственно свинчиванием соединяемых деталей, имеющих резьбу, или с помощью специальных соединительных деталей: болтов, винтов, шпилек, фитингов и других.

Цель и содержание задания:

- изучение основных резьб, применяемых в машиностроении, их параметров, условного изображения и обозначений;
- ознакомление с крепежными деталями, их конструктивным и упрощенным изображениями, условным обозначением;
- изображение разъемных соединений: болтового и шпильчного.

Задание на графическую работу дано в прил. 1.

1.РЕЗЬБЫ

Основным элементом всех резьбовых соединений является *резьба* — поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. На практике в качестве такого контура может выступать резец токарного станка, равномерно движущийся вдоль цилиндра, вращающегося с постоянной скоростью вокруг своей оси (рис. 1.1а).

Резец, внедряясь в тело цилиндра, вырезает винтовую канавку, образуя на стержне резьбу (рис. 1.1б).

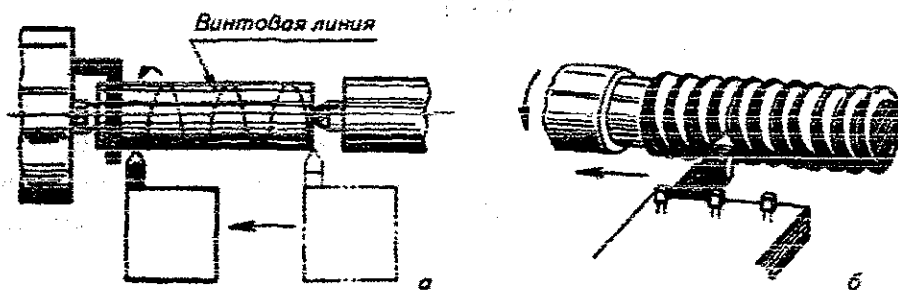


Рис. 1.1. Схема образования винтовой линии (а) и образование резьбы на стержне (б)

1.1. Классификация резьб

Резьбы классифицируются по следующим признакам:

- в зависимости от формы поверхности, на которую нанесена резьба, резьбы подразделяются на *цилиндрические* и *конические*;
- в зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия, резьбы подразделяются на *наружные* и *внутренние*;
- в зависимости от формы профиля, различают резьбы *треугольного*, *прямоугольного*, *трапецеидального*, *круглого* профилей.

По эксплуатационному назначению резьбы делятся на:

- *крепежные* (метрическая, дюймовая и др.), обеспечивающие полное и надежное неподвижное соединение деталей при статических и динамических нагрузках;
- *трубные и арматурные* (трубные цилиндрическая и коническая, круглая для санитарно-технической арматуры и др.), обеспечивающие герметичность соединения;
- *кинематические* (трапецеидальная, упорная, прямоугольная), служащие для преобразования вращательного движения в прямолинейное с восприятием больших усилий при сравнительно малых скоростях движения.

В зависимости от направления винтовой линии, различают *правые* и *левые* резьбы (рис. 1.2).

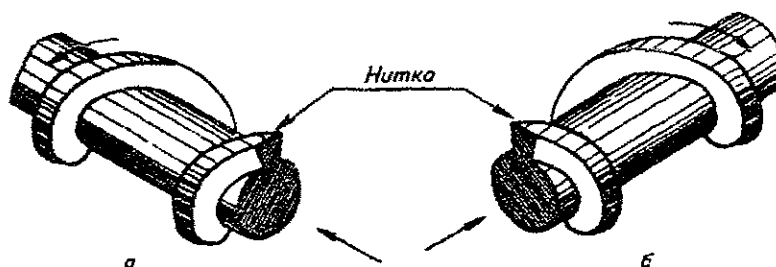


Рис. 1.2. Пример левой (а) и правой (б) резьбы

По числу заходов резьбы подразделяются на *однозаходные* и *многозаходные* (двух-, трехзаходные и т.д.) (рис. 1.3).

Для наиболее распространенных резьб стандартизованы форма и размеры профиля и основные параметры.

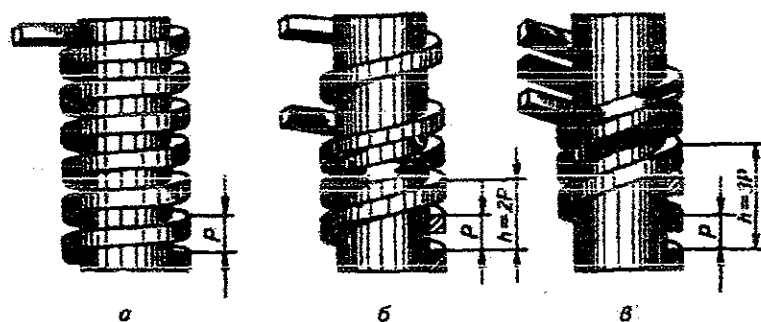


Рис. 1.3. Резьба с разным числом заходов:
а — одним; б — двумя; в — тремя

1.2. Основные параметры резьбы

К основным параметрам резьбы относятся (рис. 1.7):

- *профиль* резьбы — контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось;
- *угол профиля* — угол между боковыми сторонами профиля;
- *шаг резьбы* P — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 1.3, 1.7);
- *ход резьбы* h — расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 1.3);
- *наружный диаметр резьбы* (d — для болта, D — для гайки) — диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 1.7);
- *внутренний диаметр резьбы* (d_1 — для болта, D_1 — для гайки) — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы, или в вершины внутренней резьбы (рис. 1.7);
- *средний диаметр резьбы* (d_2 — для болта, D_2 — для гайки) — диаметр воображаемого, соосного с резьбой цилиндра, который пересекает витки резьбы таким образом, что ширина выступа резьбы и ширина впадины (канавки) оказываются равными (рис. 1.7). Средний диаметр резьбы является основным элементом, определяющим характер резьбового соединения и условия взаимозаменяемости соединяемых резьбой деталей.

1.3. Конструктивные элементы резьбы

К основным конструктивным элементам резьбы относятся (рис. 1.4):

сбег резьбы — участок резьбы неполного профиля, получаемый, по технологическим причинам, в зоне перехода резьбы изделия к цилиндрической поверхности;

проточка резьбовая — кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, выполняемые для выхода нарезающего инструмента: делается с целью получения одинакового профиля резьбы на всем нарезанном участке без сбегов;

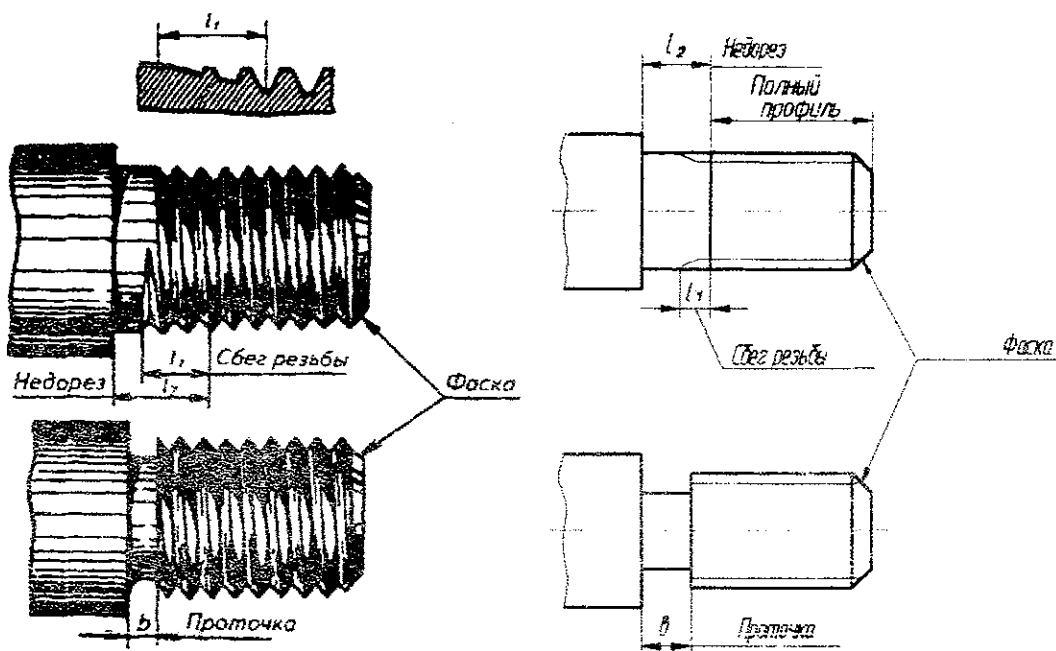


Рис. 1.4. Конструктивные элементы резьбы

недорез — участок изделия, включающий сбег и недовод резьбы; под недоводом понимается величина ненарезанной части детали между концом сбегов и опорной поверхностью детали;

фаска — кромка цилиндрического стержня или отверстия, срезанная в виде усеченного конуса; обеспечивает удобство сопряжения деталей, устраняет острую режущую кромку на торцах деталей.

1.4. Изображение резьбы на чертеже

На чертежах резьба изображается условно.

Резьба на стержне изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы, включая фаску (рис. 1.5а). На изображениях, перпендикулярных оси, по

внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте.

Резьба в отверстии изображается сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими – по наружному (рис.1.5б). На изображении, перпендикулярном оси, по внутреннему диаметру проводят окружность сплошной основной линией, а по наружному – дугу, примерно равную $\frac{3}{4}$ окружности, - сплошной тонкой линией. Фаски на стержне с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображают. Границу резьбы на стержне и в отверстии изображают в конце полного профиля резьбы (до сбega) основной линией, которую проводят до наружного диаметра резьбы (рис. 1.5).

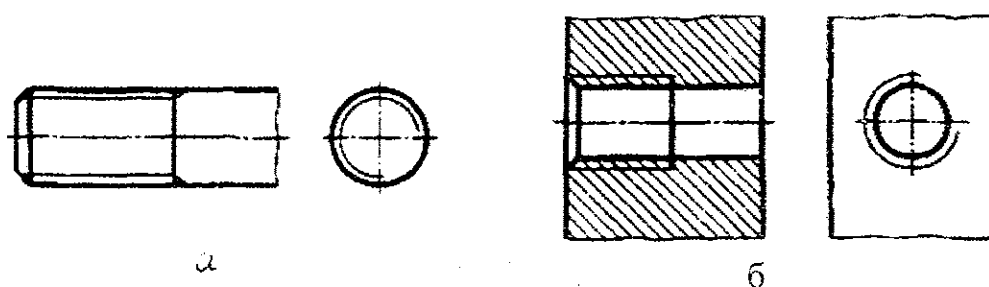


Рис. 1.5. Пример изображения резьбы на стержне (а) и в отверстии (б)

Расстояние между линиями, изображающими наружный и внутренний диаметры резьбы, должно быть не менее 0,8 мм и не больше шага резьбы. Сбег резьбы в учебных чертежах указывают только у шпильки тонкой сплошной линией под углом примерно 30° к оси резьбы.

В резьбовых соединениях резьба условно вычерчивается на стержне, в отверстии – только та часть резьбы, которая не закрыта стержнем (рис. 1.6)

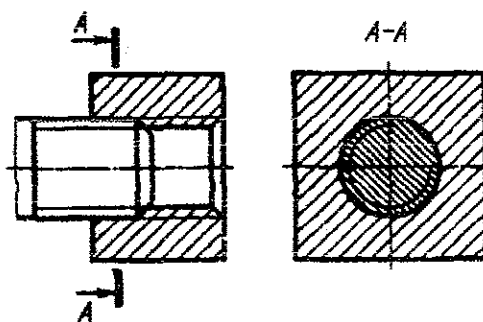


Рис. 1.6. Пример изображения резьбы в резьбовых соединениях

Штриховку в разрезах и сечениях доводят до сплошной основной линии, т.е. до линии наружного диаметра наружной резьбы и линии внутреннего диаметра внутренней резьбы.

1.5. Основные типы резьб и их обозначение

1.5.1. Крепежные резьбы

Метрическая резьба (рис. 1.7). Основным принятым к производству типом крепежной резьбы в нашей стране является метрическая резьба треугольного профиля с углом $\alpha = 60^\circ$. Размеры ее элементов задаются в миллиметрах. Диаметры и шаги метрической резьбы общего назначения даны в прил. 2.

Метрическую резьбу выполняют с крупным и мелким шагами. По стандарту для каждого наружного диаметра резьбы устанавливается одно значение крупного шага и несколько мелких, поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают, а мелкий указывают.

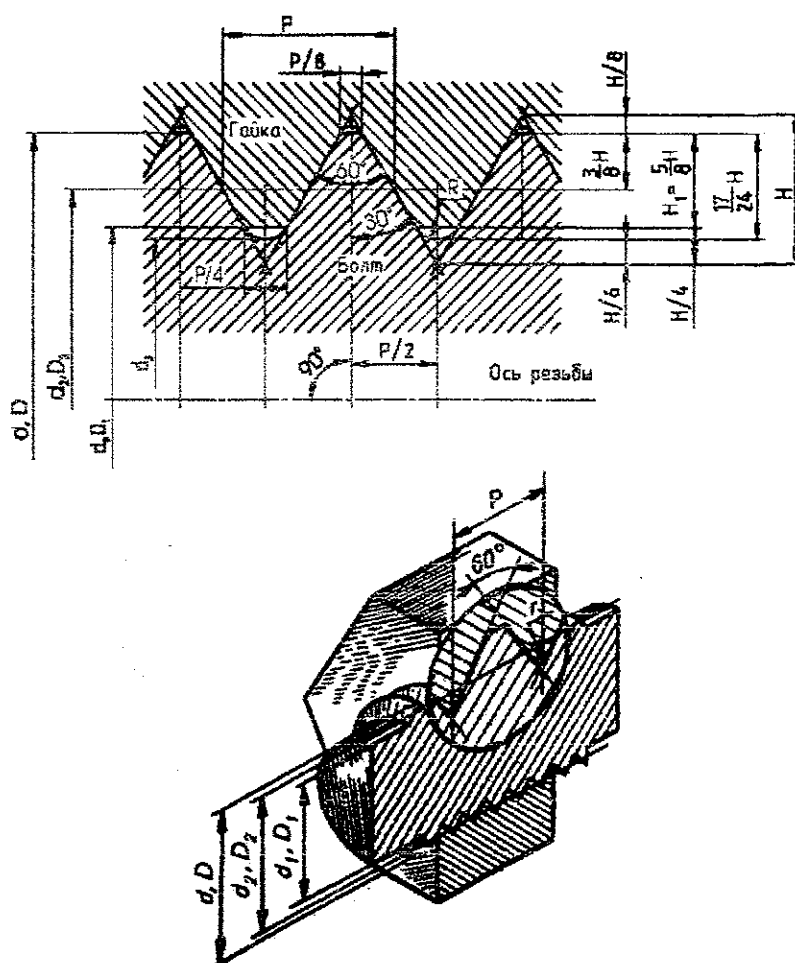


Рис. 1.7. Профиль и основные размеры метрической резьбы

Примеры обозначения наружной резьбы (на стержне):

M20 (M — метрическая; 20 — наружный диаметр резьбы с крупным шагом (2,5), не указанным в обозначении; 6 g — поле допуска);

M20 X 1 — 6g (M — метрическая; 20 — наружный диаметр резьбы; 1 — размер мелкого шага; 6g — поле допуска);

M20 X 1 LH — 6g (дополнительно обозначена левая резьба - LH).

Примеры обозначения внутренней резьбы (в отверстии):

M20 — 6H; M20 X 1 — 6H; M20 X 1 LH — 6H (обозначение резьбы расшифровывают, как указано выше, кроме обозначения поля допуска в отверстии — 6H).

При обозначении многозаходной метрической резьбы принято указывать величину хода и шаг: M20 X 3 (P) — 6 g, где 3 — ход, P — шаг.

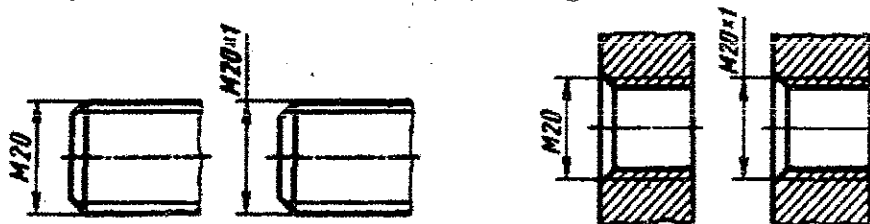


Рис. 1.8. Пример обозначения метрической резьбы на стержне и в отверстии

В учебных чертежах по дисциплине «Инженерная графика» при обозначении резьб указание поля допуска необязательно (рис.1.8, 1.15, 1.17).

1.5.2. Трубные и арматурные резьбы

В современной технике широко применяются трубопроводы. Трубопровод состоит, как правило, из ряда соединенных между собой деталей, арматуры, контрольно-измерительных приборов, компенсирующих устройств и т.д. Детальями трубопровода называют его отдельные составные части и их простейшие соединения: трубы, отводы, переходы, заглушки, фитинги и т.д.

Для получения резьбового соединения труб на их концах снаружи нарезают трубную цилиндрическую или коническую резьбу.

Основным параметром для конструктивного расчета трубопровода служит величина условного прохода, который примерно равен внутреннему номинальному диаметру трубы.

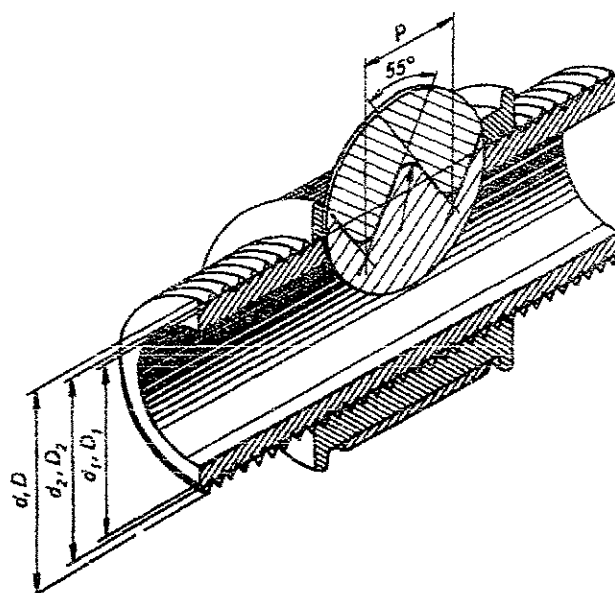
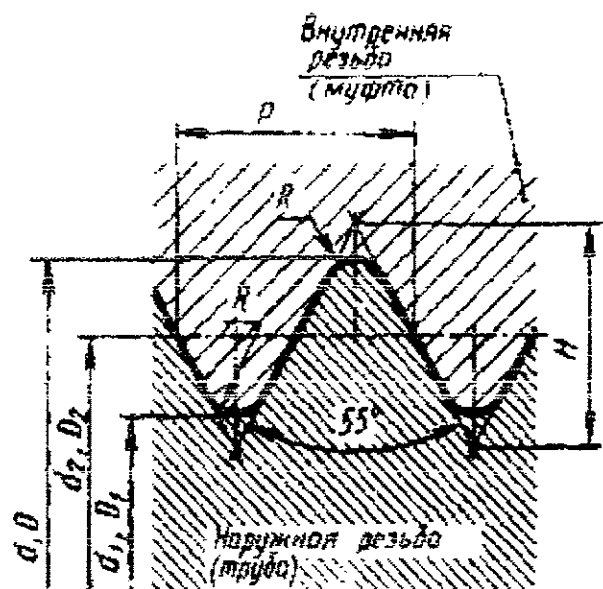


Рис. 1.9. Профиль и основные размеры трубной цилиндрической резьбы

Профиль трубной цилиндрической резьбы (рис. 1.9) имеет скругления вершин и впадин, что делает резьбу более герметичной, чем метрическая. Угол профиля равен 55° .

Трубная цилиндрическая резьба задается по внутреннему диаметру трубы, который называется диаметром трубы «в свету» и определяется как *условный проход трубы*.

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы входит буква *G*, размер резьбы в дюймах (без знака $"$), приблизительно равный *условному*

проходу трубы, переведенному в дюймы, класс точности среднего диаметра резьбы — *A* или *B* (менее точный).

Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы :

G 1/2 — A; G 3/4 — B.

Размер трубной резьбы наносят на полке линии-выноски. Стрелка доходит до сплошной основной линии (рис. 1.10).

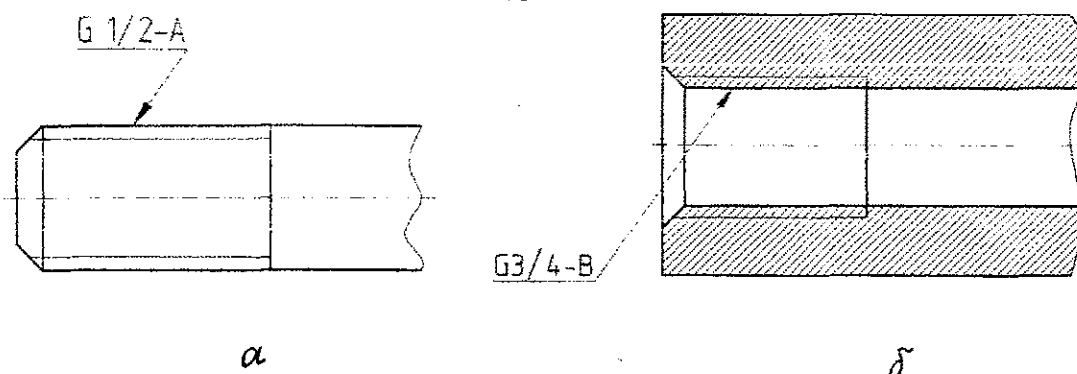


Рис. 1.10. Пример обозначения трубной цилиндрической резьбы:
а — наружная; *б* — внутренняя

Трубная коническая резьба по ГОСТ 6211-81 применяется в конических резьбовых соединениях и в соединениях наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой. Она обеспечивает повышенную герметичность соединения. Угол профиля 55° , конусность 1:16.

Так как у конической резьбы диаметр непрерывно изменяется, то ее размер относят к сечению в основной плоскости (примерно посередине длины наружной резьбы). В этом сечении диаметр конической резьбы равен диаметру трубной цилиндрической. Положение основной плоскости указывается на рабочем чертеже — берется из стандарта (рис. 1.11).

Наружная резьба обозначается буквой *R*, внутренняя — *Rc*.

Примеры обозначения трубной конической резьбы (рис. 1.11):

R 1 1/2; Rc 1 1/2.

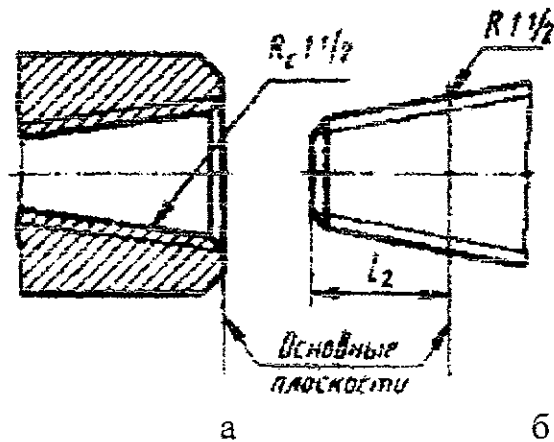


Рис. 1.11. Пример обозначения трубной конической резьбы:
а – внутренняя; б – наружная

Резьба круглая для санитарно-технической арматуры применяется для шпинделей вентилей смесителей и туалетных и водопроводных кранов (рис.1.12), изготавливается по ГОСТ 13536-68 только с резьбой $d=12$ мм.

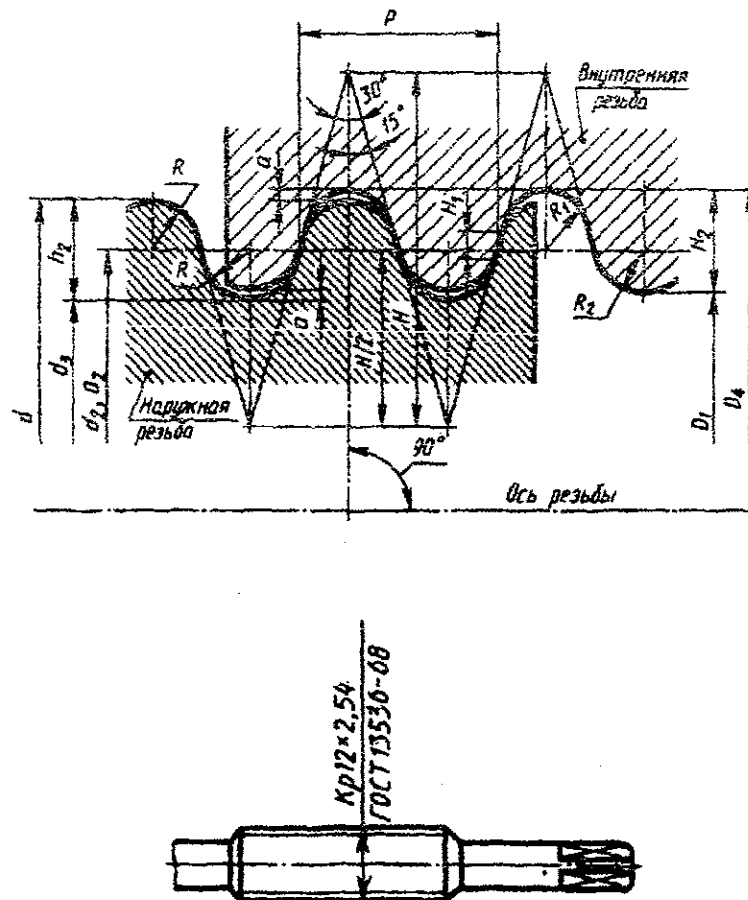


Рис.1 12. Профиль и условное обозначение
круглой резьбы

Пример обозначения (рис. 1.12):

$Kp\ 12 \times 2,54\ ГОСТ\ 13536-68$, где 2,54 — шаг резьбы в мм.

1.5.3. Ходовые резьбы

Тrapeцеидальная резьба. Профиль резьбы — равнобокая трапеция с углом $\alpha = 30^\circ$ (рис. 1.13). Резьба применяется для передачи осевых усилий и движения в ходовых винтах. Симметричный профиль резьбы позволяет применять ее для реверсивных винтовых механизмов.

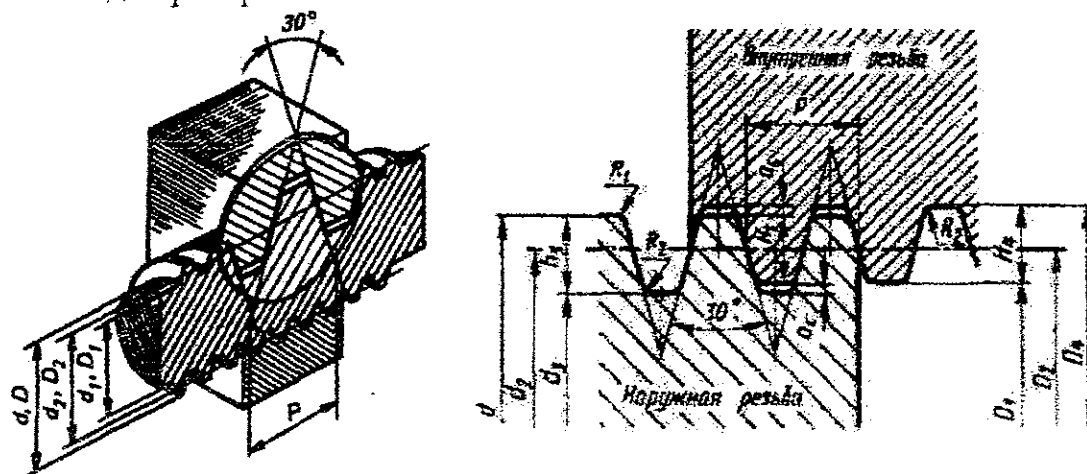


Рис. 1.13. Профиль и основные размеры трапецеидальной резьбы

Примеры обозначения однозаходной трапецеидальной резьбы (рис 1.14):

$Tr\ 18 \times 4 — 8e$ (Tr — трапецеидальная, 18 — номинальный диаметр резьбы на стержне; 4 — шаг; 8e — поле допуска);

$Tr\ 18 \times 4\ LH — 8e$ (та же резьба, но левая).

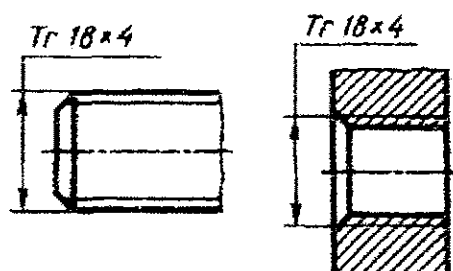


Рис. 1.14. Пример обозначения трапецеидальной резьбы

Пример обозначения многозаходной трапецеидальной резьбы:

$Tr\ 40 \times 9\ (P3) — 8e$ (Tr — трапецеидальная, 40 — номинальный диаметр резьбы на стержне, 9 — ход, 3 — шаг, 8e — поле допуска).

Упорная резьба. Профиль резьбы по ГОСТу 10177—82 — неравнобокая трапеция с углом рабочей стороны 3° и нерабочей — 30° (рис. 1.15). Этот же стандарт регламентирует и основные размеры резьбы.

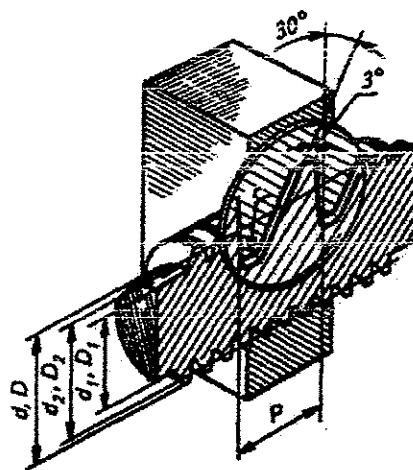


Рис. 1.15. Профиль и основные размеры упорной резьбы

Примеры обозначений упорной резьбы (рис. 1.16):

S 80 × 16 — 7H (S — упорная; 80 — номинальный диаметр; 16 — шаг; 7H — поле допуска);

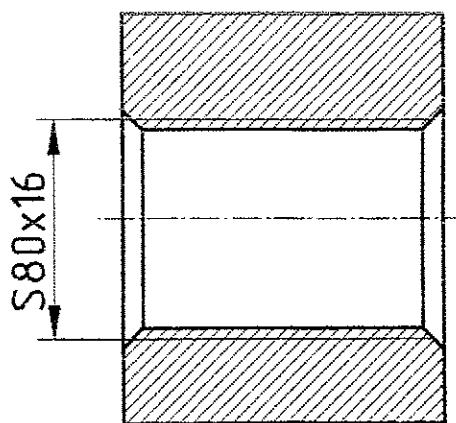


Рис. 1.16. Пример обозначения упорной резьбы

S 80 × 16 LH — 7H (та же резьба, но левая);

S 80 X 20 (P5) — 7h (многозаходная резьба; 80 — номинальный диаметр, 20 — ход, 5 — шаг).

Прямоугольная (квадратная) резьба имеет высокий КПД и дает большой выигрыш в силе, поэтому подобные резьбы применяют для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах. Прямоугольные (квадратные) резьбы не стандартизованы. На чертеже приводят все их параметры (рис.1.17).

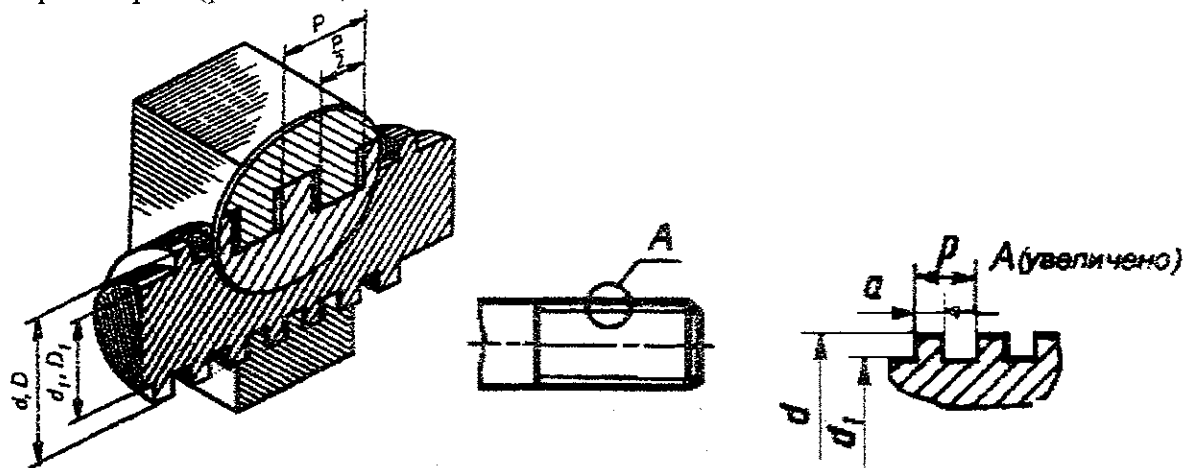


Рис. 1.17. Профиль и основные параметры прямоугольной (квадратной) резьбы

2. СТАНДАРТНЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ С РЕЗЬБОЙ

2.1. Болты

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом (рис. 2.1). Обычно болты применяют для соединения деталей не очень большой толщины, фланцев (рис. 2.2), при необходимости частого соединения и разъединения деталей.

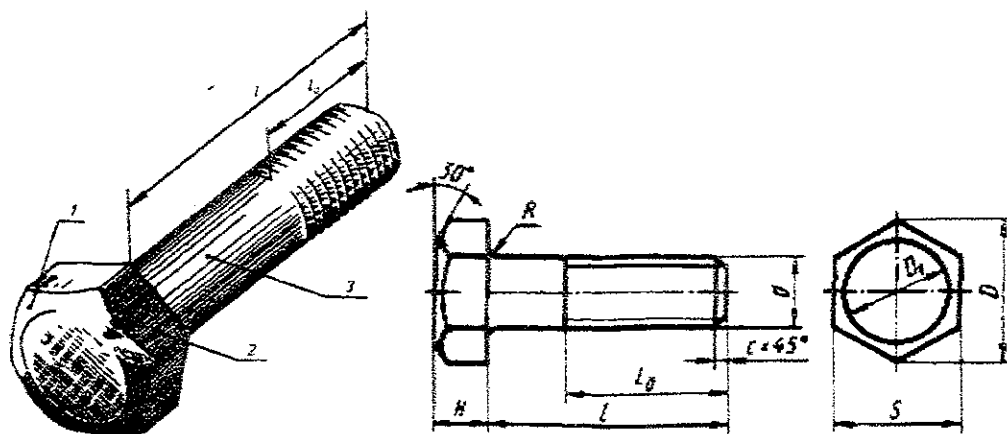


Рис. 2.1. Элементы болта: 1 – фаска; 2 – головка; 3 – стержень;
 l – рабочая длина; l_0 – длина резьбы

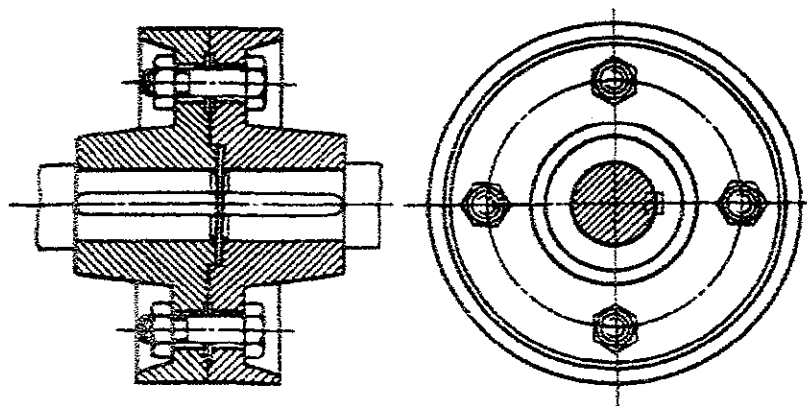


Рис. 2.2. Фланцевая муфта с болтовым соединением

Головка болта может иметь разную форму: шестигранную, квадратную, прямоугольную, полукруглую, коническую с квадратным подголовком или усом.

Наибольшее применение получили болты с шестигранной головкой. При скреплении деталей на резьбу болта наворачивается гайка, также чаще всего шестигранной формы.

Основные размеры болтов с шестигранной головкой класса точности А (ГОСТ 7805-70) и В (ГОСТ 7798-70) приведены в прил. 3.

Пример условного обозначения болта нормальной точности с шестигранной головкой: болт исполнения 1 (не указывают), с крупным шагом (не указывают), длиной 60 мм, класс прочности 5.8, без покрытия:

Болт М12 — 6g X 60.5.8 ГОСТ 7798—70.

На учебных чертежах всех крепежных изделий ограничиваются указанием параметров резьбы (d и P) и их длины.

2.2. Шпильки

Если болт нельзя пропустить насквозь через обе детали (в случае, когда одна деталь существенно большей толщины), вместо него ставится шпилька, представляющая собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах (рис. 2.3).

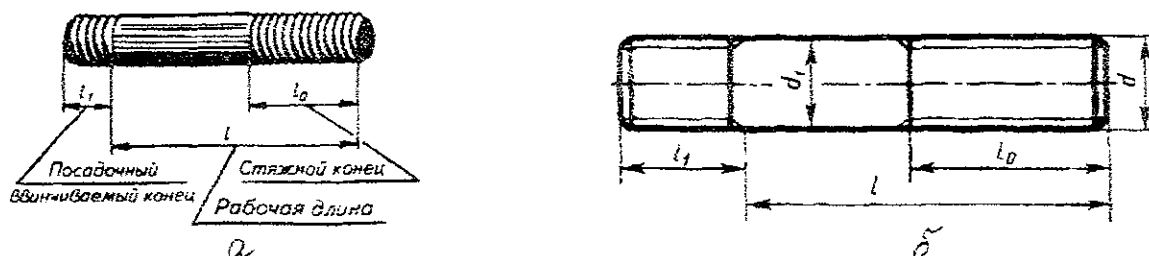


Рис. 2.3. Наглядное изображение и чертеж шпильки:
а – элементы шпильки; б – параметры для ее вычерчивания

Один конец шпильки ввинчивается до отказа в одну из соединяемых деталей, после чего на другой конец устанавливают скрепляемую деталь и навинчивают гайку (рис. 2.4).

Часть шпильки длиной l (рабочая длина шпильки), на которую устанавливается деталь и навинчивается гайка, называется гаечным, или стяжным, концом.

Резьбовой конец шпильки l_1 , ввинчиваемый в деталь, называется ввинчиваемым, или посадочным, концом. Длина ввинчиваемого конца подбирается, в зависимости от пластичности материала детали, в которую ввертывается шпилька (табл.).

**Зависимость длины ввинчиваемого конца шпильки
от материала изделия**

Длина ввинчиваемого конца	ГОСТ на шпильки нормальной точности	Область применения
$l_1 = d$	22032-76	Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях и деталях из титановых сплавов
$l_1 = 1,25d$	22034-76	Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна

$l_1=1,6d$	22036-76	Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна
$l_1=2d$	22038-76	Для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов
$l_1=2,5d$	22040-76	Для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов

д. Длина гладкой (ненарезанной) части шпильки должна быть не менее 0,5

Длины шпильки l и резьбового конца l_0 , в соответствии с ГОСТ 22032-76, приведены в прил. 4 (табл.).

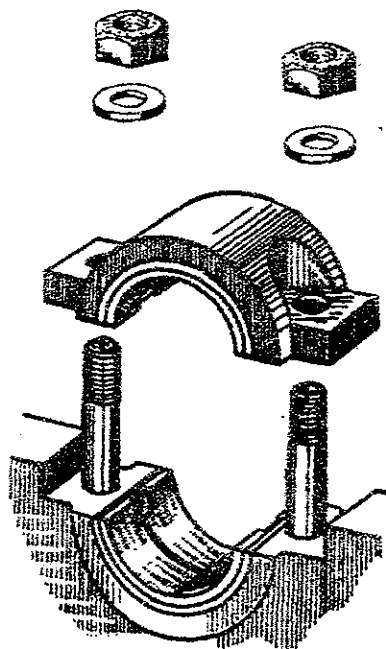


Рис. 2.4. Последовательность соединения деталей шпильками

Пример условного обозначения шпильки с номинальным диаметром резьбы

$d = 16$ мм, с крупным шагом $P = 2$ мм, полем допуска $6g$ и рабочей длиной

$l = 120$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

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

2.3. Гайки

Гайки различаются по форме поверхности, типу исполнения и точности изготовления. Гайки, которые навинчиваются на болты и шпильки, чаще всего шестигранной формы, реже - квадратной. Кроме шестигранных и квадратных гаек, в машиностроении применяются гайки специальной формы: круглые, гайки-барашки и пр.

Шестигранные гайки выпускают в двух исполнениях — с одной и двумя коническими фасками (рис. 2.5).

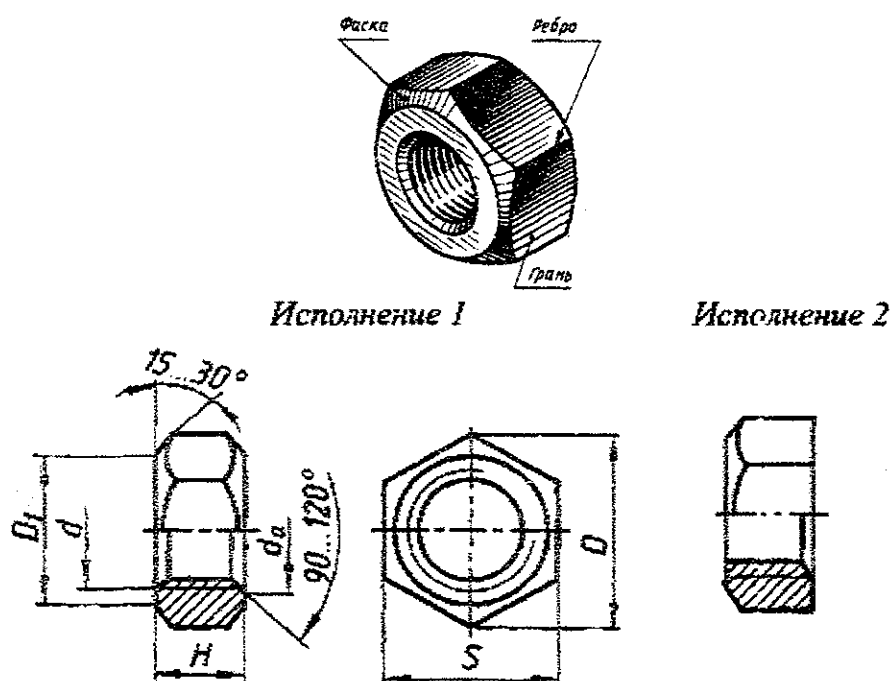


Рис. 2.5. Наглядное изображение и чертеж гайки в двух исполнениях

Основные размеры шестигранных гаек по ГОСТ 5915-70 приведены в прил.5 (табл.).

Пример условного обозначения шестигранной гайки 2 исполнения с диаметром резьбы $d=12$ мм, с крупным шагом $P=1,75$ мм, полем допуска 6H, классом прочности 5, без покрытия:

Гайка М12 — 6H.5 ГОСТ 5915—70

2.4. Шайбы

При сборке резьбовых соединений под гайки или головки болтов обычно подкладывают шайбы. Они позволяют увеличить опорную поверхность под гайкой, предохранить поверхность детали от задиранья ее гранями гайки, а

при неровностях на наружной поверхности детали - предотвратить перекос гайки.

Различают круглые, пружинные, стопорные и другие шайбы.

Круглые шайбы изготавливают без фаски и с односторонней фаской (ГОСТ 11371—78) (рис. 2.6).

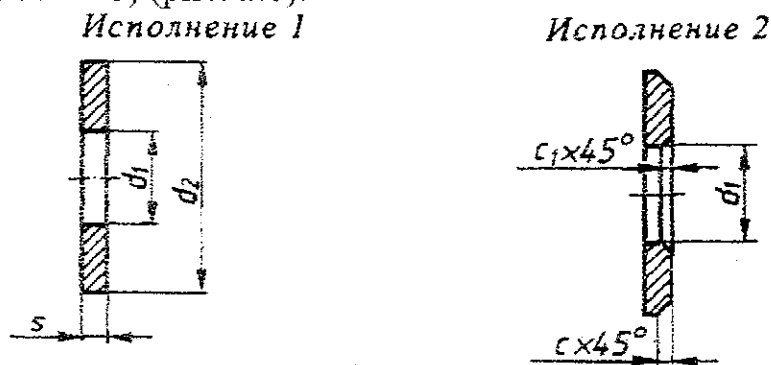


Рис. 2.6. Шайбы круглые

Основные размеры шайб нормальных по ГОСТ 11371-78 приведены в прил. 6 (табл.).

Пример условного обозначения шайбы 1 исполнения для крепежной детали диаметром 18 мм из материала группы 01 с покрытием толщиной 9 мкм:

Шайба 18.01.019 ГОСТ 11371—78.

3. ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СТАНДАРТНЫМИ РЕЗЬБОВЫМИ ДЕТАЛЯМИ

3.1. Соединение шпилькой

Соединение шпилькой состоит из шпильки, гайки и шайбы (рис. 3.1). В одной из соединяемых деталей (нижней) высверливают глухое отверстие. В нем нарезают резьбу. Шпильку посадочным концом l_1 ввинчивают в отверстие. Затем в присоединяемой детали просверливают отверстие диаметром $1,05 \dots 1,1d$ и надевают ее на шпильку. После этого на шпильку надевают шайбу и навинчивают гайку.

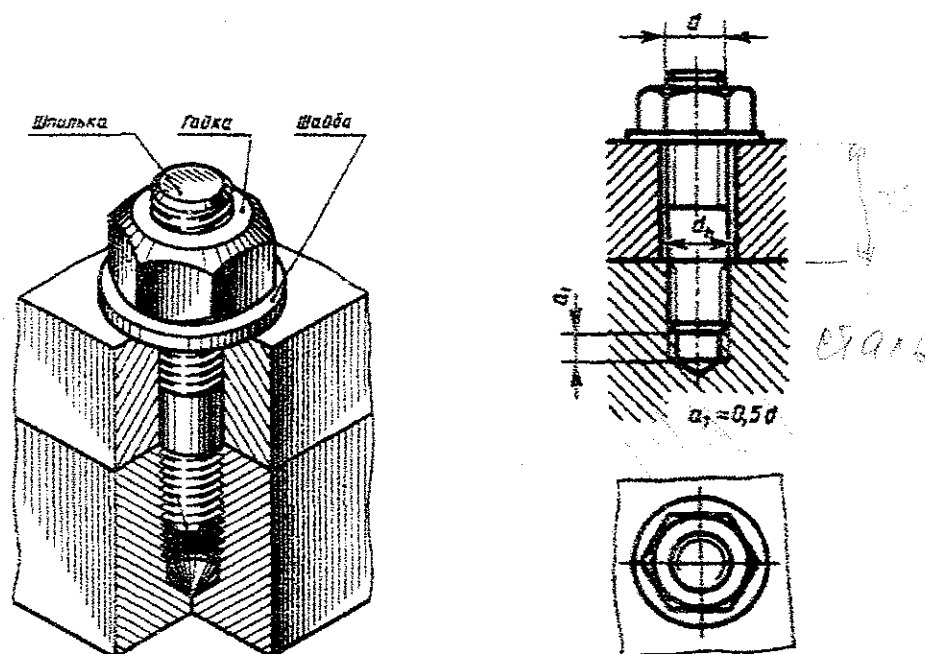


Рис. 3.1. Соединение деталей шпилькой

3.1.1. Выполнение графической работы «Соединение шпилькой»

Задание приведено в прил.1(табл.1) и содержит следующие параметры:

- номинальный диаметр шпильки d ;
- толщину скрепляемой детали b ;
- материал, из которого изготовлена деталь большей толщины.

По заданным параметрам необходимо произвести расчеты и выполнить:

- чертеж шпильки;
- чертеж гнезда под шпильку;
- сборочный чертеж соединения шпилькой.

На учебных чертежах изображение резьбовых соединений обычно строят по относительным размерам, являющимся функциями диаметра резьбы d и округляемым при расчетах до целых чисел. Эти размеры используют только для построения изображений, и на чертежах их указывать нельзя.

Порядок выполнения работы:

1) Расчет размеров шпильки.

Длина шпильки. Вычисляем расчетную длину шпильки по формуле

$$l_p = B + H_m + H_z + a,$$

где B — толщина скрепляемой детали; $H_{ш}$ — толщина шайбы ($H_{ш}=0,15d$); H — высота гайки ($H=0,8d$); a — запас резьбы на выходе из гайки ($a = 0,3 \dots 0,5 d$).

Подставляя значения всех этих величин в формулу, получим:

$$l_p = B + 0,15d + 0,8d + (0,3 \dots 0,5) d = B + 1,3d.$$

Стандартная длина шпильки l выбирается из нормального ряда длин, приведенного в прил.4 (табл.).

Длина ввинчиваемого конца l_1 определяется из таблицы приложения 4. Она включает сбеги резьбы. Сбег резьбы изображается сплошной тонкой линией под углом примерно 30° к основной линии контура шпильки от точки на расстоянии l_1 от торца (рис.3.2). Сплошная основная линия показывает длину полного профиля резьбы (без сбегов).

Длина резьбы стяжного конца l_0 находится из таблицы приложения 4 по размерам l и d . Она дается без учета сбегов.

Высота фаски — $c=0,15d$

Внутренний диаметр резьбы $d_1=0,85d$

По рассчитанным размерам выполняется чертеж шпильки, на котором указываются размеры d, l, l_1, l_0, c (рис.3.2)

2. Расчет гнезда под шпильку.

Шаг резьбы P определяем из таблицы прил. 2, полагая, что используется резьба с крупным шагом.

Глубина сверления под резьбу $l_1+0,5d$, где l_1 — длина ввинчиваемого конца.

Длина полной (без сбегов) резьбы в отверстии l_1+2P . Изображение сбегов резьбы аналогично изображению сбегов резьбы на шпильке.

Высота фаски — $c=0,15d$.

По рассчитанным размерам вычерчиваем гнездо под шпильку, на котором указываются размеры: диаметр резьбы, глубина сверления, длина полной резьбы и размер фаски (рис.3.2).

3. Расчет шпилечного соединения.

Диаметр отверстия в скрепляемой детали $d_0=1,1d$

Размеры гайки:

Диаметр описанной окружности $D=2d$;

Высота гайки $H=0,8d$;

Размеры шайбы:

Диаметр шайбы $D_{ш}=2,2d$.

Толщина шайбы $H_{ш}=0,15d$.

Вычерчиваем соединение шпилькой (рис. 3.2). При этом необходимо

учитывать следующее:

1. На главном изображении гайку принято показывать тремя гранями.
2. По ГОСТ 2.305—68 болты, винты и шпильки в продольном разрезе изображают нерассеченными. На сборочных чертежах нерассеченными, как правило, изображают также гайки и шайбы.

3. Глубина ввинчивания шпильки равна длине ввинчиваемого конца l_1 (включая сбеги). Сбег резьбы на шпильке и в гнезде не показывается.

4. Резьба в отверстии (гнезде) изображается на полную его глубину.

5. Смежные детали штрихуют с наклоном в разные стороны. Штриховка для одной и той же детали должна быть в одну сторону на всех изображениях.

6. При конструктивно-упрощенном изображении гайки гиперболы, получающиеся от среза конической фаски, заменяют дугами окружности с радиусами $R_1 = 1.5d$; $R_3 = d$ и R_2 (по построению) — (см. рис.3.5). Эти дуги касаются горизонтальной плоскости, ограничивающей гайку. На виде сверху окружность, изображающая фаску, должна быть вписана в шестиугольник.

На сборочном чертеже проставляются размеры Md , l , b , d_0 и S , (размер «под ключ» гайки S определяется из таблицы приложения 5 для соответствующего диаметра резьбы d). На полках-выносках указываются условные обозначения крепежных изделий (раздел 2).

Образец графической работы «Соединение шпилькой» выполнен для исходных данных (рис.3.2):

- номинальный диаметр шпильки $d=16$;
- толщина скрепляемой детали $b=30$;
- материал, из которого изготовлена деталь большей толщины — *бронза*

СОЕДИНЕНИЕ ШПИЛЬКОЙ

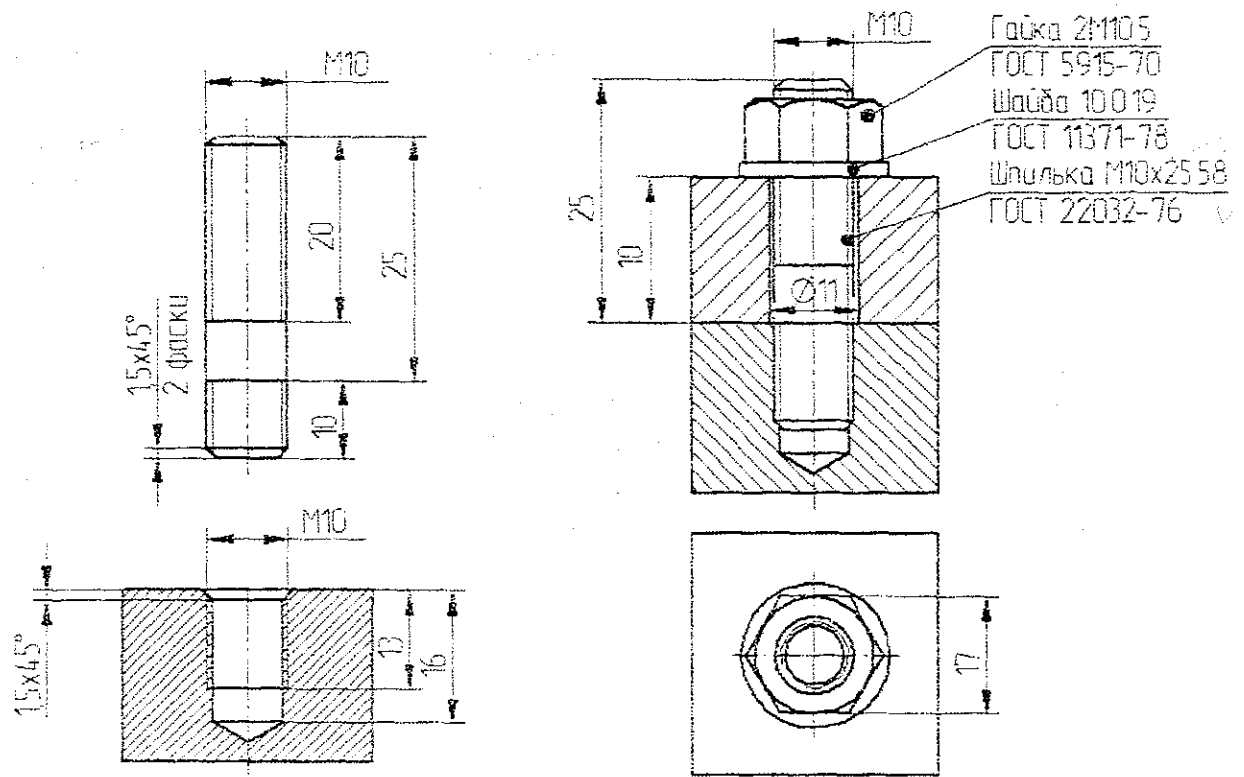


Рис. 3.2. Образец графической работы «Соединение шпилькой»

3.2. Соединение болтом

Соединение болтом состоит из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей (рис. 3.3). В скрепляемых деталях (рис. 3.4а) просверливают отверстие диаметром $(1,05... 1,1) d$, где d — диаметр резьбы болта. В отверстие вставляют болт, конец которого должен выходить наружу за пределы соединяемых деталей примерно на $1,3 d$ (рис. 3.4б). На болт надевают шайбу (рис. 3.4в) и затем навинчивают гайку (рис. 3.4г).

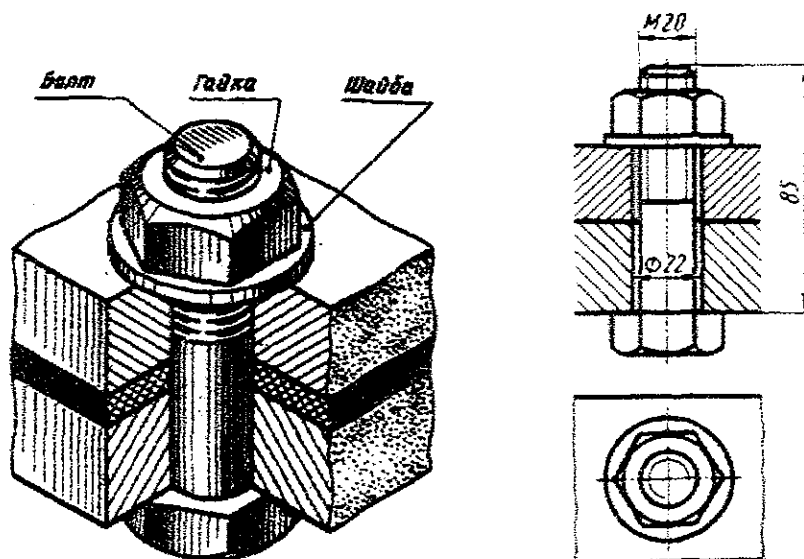


Рис. 3.3. Соединение деталей болтом

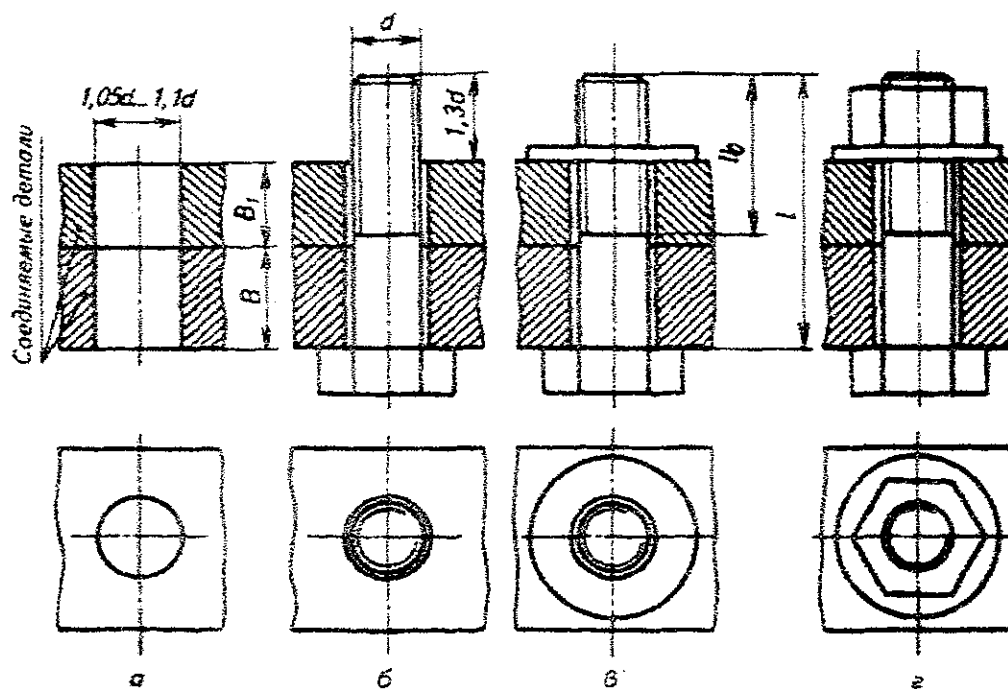


Рис. 3.4. Последовательность соединения деталей болтом

3.2.1. Выполнение графической работы «Соединение болтом»

Задание приведено в прил. 1 (табл.2) и содержит следующие параметры:

- номинальный диаметр резьбы болта d ;
- толщину скрепляемых деталей B_1 ; B_2

- По заданным параметрам необходимо произвести расчеты и выполнить:
- сборочный чертеж соединения болтом в трех изображениях;
 - упрощенное изображение болтового соединения.

Учебный чертеж болтового соединения, так же, как для соединения шпилькой строят по относительным размерам, являющимся функциями диаметра резьбы d и округляемым при расчетах до целых чисел (рис.3.5). Эти размеры используют только для построения изображений, и на чертежах их указывать нельзя.

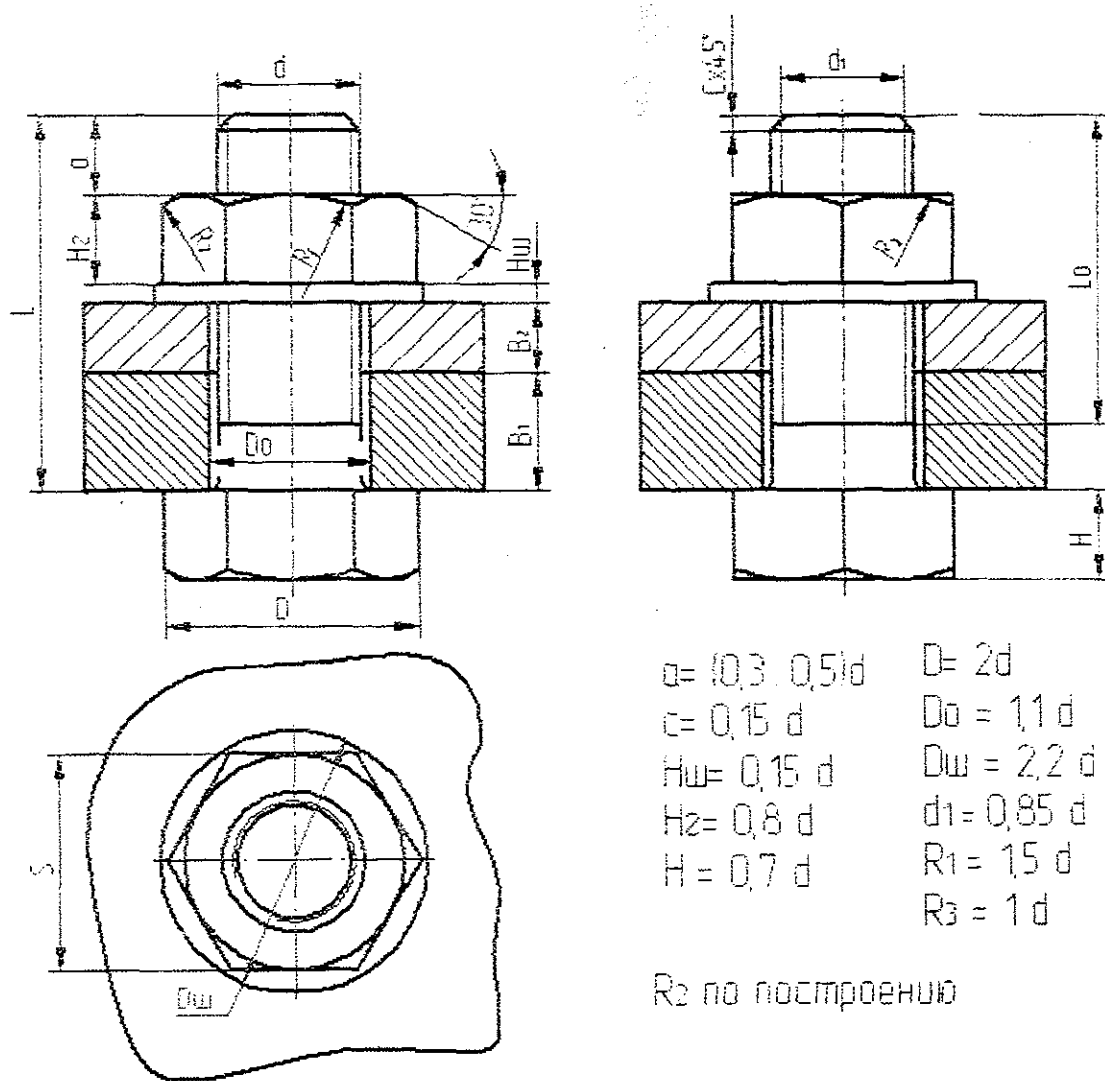


Рис.3.5. Соединение болтом

Порядок выполнения работы:

1. Расчет размеров болта.

Длина болта. Вычисляем расчетную длину болта по формуле

$$l_p = B_1 + B_2 + H_w + H_2 + a,$$

где B_1, B_2 — толщин скрепляемых деталей; $H_{ш}$ — толщина шайбы ($H_{ш}=0,15d$); H_e — высота гайки ($H_e=0,8d$); a — запас резьбы на выходе из гайки

$$(a = 0,3 \dots 0,5 d).$$

Подставляя значения всех этих величин в формулу, получим:

$$l_p = B_1 + B_2 + 0,15d + 0,8d + (0,3 \dots 0,5) d = B_1 + B_2 + 1,3d.$$

Стандартная длина болта l выбирается из нормального ряда длин, приведенного в прил.3 (табл.1).

Длина резьбы l_0 определяется из табл. 1 прил. 3 по номинальному диаметру резьбы d и длине болта l

$$\text{Высота головки болта } H=0,7d$$

Размер «под ключ» головки болта S определяем из прил. 3 (табл.3.1) по номинальному диаметру резьбы d .

2. Расчет болтового соединения.

$$\text{Диаметр отверстия в скрепляемых деталях } d_0=1,1d$$

Размеры гайки:

$$\text{Диаметр описанной окружности } D=2d;$$

$$\text{Высота гайки } H_e = 0,8d;$$

Размеры шайбы:

$$\text{Диаметр шайбы } D_{ш} = 2,2d.$$

$$\text{Толщина шайбы } H_{ш} = 0,15d.$$

По рассчитанным размерам выполняем соединение болтом.

При вычерчивании болтового соединения необходимо учитывать следующее:

1. На главном изображении гайку принято показывать тремя гранями.

2. По ГОСТ 2.305—68 болты, винты и шпильки в продольном разрезе изображают нерассеченными. На сборочных чертежах нерассеченными, как правило, изображают также гайки и шайбы.

3. Смежные детали штрихуют с наклоном в разные стороны. Штриховка для одной и той же детали должна быть в одну сторону на всех изображениях.

4. При конструктивно упрощенном изображении гайки гиперболы, получающиеся от среза конической фаски, заменяют дугами окружности с радиусами $R_1=1,5d$; $R_3=d$ и R_2 (по построению) (рис.3.5). Эти дуги касаются горизонтальной плоскости, ограничивающей гайку. На виде сверху окружность, изображающая фаску, должна быть вписана в шестиугольник.

На сборочном чертеже проставляются размеры md, l, B_1, B_2, d_0 и S , (размер «под ключ» гайки S определяется из таблицы прил. 5 для соответствующего диаметра резьбы d). На полках-выносках указываются условные обозначения крепежных изделий (раздел 2).

Образец графической работы «Соединение болтом» (рис. 3.6) выполнен для исходных данных:

- номинальный диаметр болта $d=20$;
- толщина скрепляемых деталей $B_1=20$; $B_2=10$.

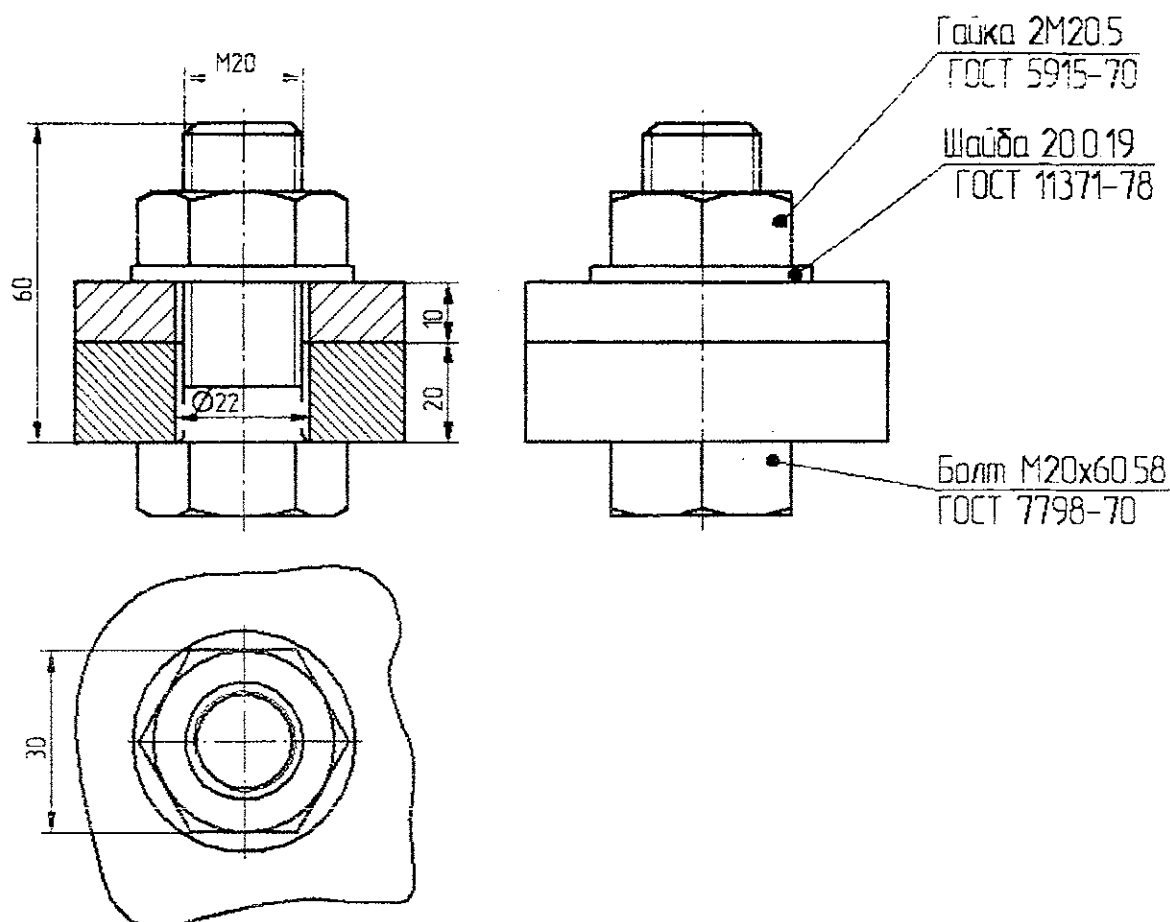
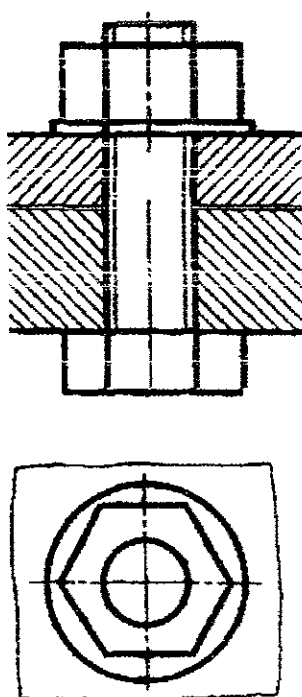


Рис.3.6. Образец графической работы «Соединение болтом»

3.2.2. Упрощенное изображение болтового соединения

На чертежах общего вида и сборочных чертежах используются, как правило, упрощенные изображения крепежных деталей и их соединений. На рис.3.7. представлено упрощенное изображение болтового соединения. На нем не показаны фаски, зазоры между стержнем болта и отверстиями в скрепляемых деталях, резьба нанесена по всей длине стержня, на виде сверху не показан внутренний диаметр резьбы.



*Рис.3.7. Упрощенное изображение
болтового соединения*

Приложения

Приложение 1

Таблица 1.Задания по теме «Соединение шпилькой»

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номинальный диаметр шпильки d,мм	M12	M10	M16	M18	M36	M20	M24	M30	M30	M36	M10	M12	M10	M16	M18
Материал детали	Титан. сплав	Ковкий чугун	Серый чугун	Сталь	Бронза	Серый чугун	Серый чугун	Ковкий чугун	Алюм. сплав	Бронза	Серый чугун	Сталь	Бронза	Ковкий чугун	Серый чугун
Толщина скрепляемой детали b,мм	25	25	30	30	40	30	30	30	35	50	20	25	30	30	30

№ варианта	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номинальный диаметр шпильки d,мм	M24	M30	M36	M12	M20	M12	M16	M30	M12	M10	M20	M16	M20	M12	M36
Материал детали	Ковкий чугун	Сталь	Бронза	Сталь	Серый чугун	Алюм. сплав	Серый чугун	Бронза	Алюм. сплав	Алюм. сплав	Латунь	Сталь	Латунь	Алюм. сплав	Сталь
Толщина скрепляемой детали b,мм	30	35	40	25	30	25	30	40	25	25	30	28	30	25	40

Таблица 2.Задания по теме «Соединение болтом»

№ варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номинальный диаметр шпильки d,мм		M12	M10	M16	M18	M36	M20	M24	M20	M30	M30	M10	M12	M24	M16	M20
Толщина скрепляемой детали b,мм	B ₁	10	8	10	12	20	15	14	14	15	20	6	8	12	8	12
	B ₂	15	14	20	18	30	20	16	16	30	35	16	14	20	20	18

№ варианта		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номинальный диаметр шпильки d,мм		M24	M30	M36	M12	M20	M14	M16	M30	M12	M10	M20	M16	M20	M12	M36
Толщина скрепляемой детали b,мм	B ₁	12	15	25	6	10	6	8	12	5	6	10	12	12	8	20
	B ₂	18	20	35	18	20	20	28	20	20	14	20	18	18	16	40

**Диаметр и шаги метрической цилиндрической резьбы
общего назначения**

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	
	Крупный	Мелкий
6	1	0,75; 0,5
8	1,25	1; 0,75; 0,5
10	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
12	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
18	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	3	2; 1,5; (1)
30	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
36	4	3; 2; 1,5; 1
42	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
48	5	(4); 3; 2; 1,5; 1

Основные размеры болтов с шестигранной головкой
нормальной точности по ГОСТ 7798-70

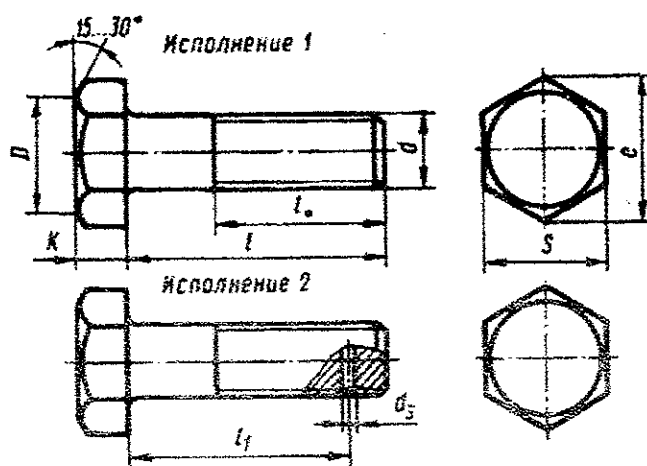
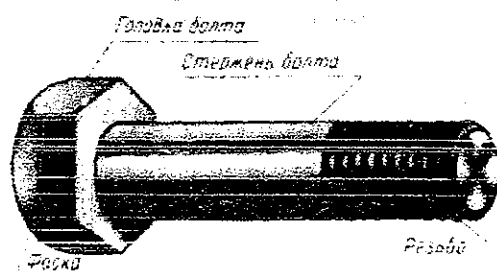


Таблица 1. Длина болтов с шестигранной головкой нормальной точности по
ГОСТ 7798-70, мм

Номинальная длина болта l	Длина резьбы l_0					
	M6	M8	M10	M12	M16	M18
	l_0	l_0	l_0	l_0	l_0	l_0
8	*	*	—	—	—	—
10	*	*	*	—	—	—
12	*	*	*	—	—	—
14	*	*	*	*	—	—
16	*	*	*	*	—	—
20	*	*	*	*	*	*
25	18	*	*	*	*	*
30	18	22	*	*	*	*
35	18	22	26	*	*	*
40	18	22	26	30	*	*
45	18	22	26	30	38	*
50	18	22	26	30	38	42
55	18	22	26	30	38	42
60	18	22	26	30	38	42

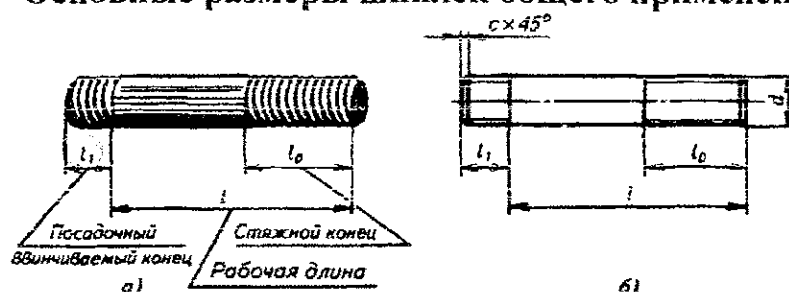
65	18	22	26	30	38	42
70	18	22	26	30	38	42
75	18	22	26	30	38	42
80	18	22	26	30	38	42
90	18	22	26	30	38	42
100	—	22	26	30	38	42
110	—	—	26	30	38	42
Номинальная длина болта l	$M20$	$M24$	$M30$	$M36$	$M42$	$M48$
	l_0	l_0	l_0	l_0	l_0	l_0
25	*	—	—	—	—	—
30	*	—	—	—	—	—
35	*	*	—	—	—	—
40	*	*	—	—	—	—
45	*	*	*	—	—	—
50	*	*	*	*	—	—
55	46	*	*	*	*	—
60	46	*	*	*	*	—
65	46	54	*	*	*	*
70	46	54	*	*	*	*
75	46	54	66	*	*	*
80	46	54	66	*	*	*
90	46	54	66	78	*	*
100	46	54	66	78	*	*
110	46	54	66	78	90	*
120	46	54	66	78	90	102

Примечание: Болты с размерами, расположенными выше ломаной линии, допускается выполнять с резьбой на всей длине стержня.

Таблица 2. Размеры шестигранных головок болтов по ГОСТ 7798-70

d	6	8	10	12	16	18	20	24	30	36	42	48
H	0	5	0	0	0,0	2,0	3,0	5,0	9,0	3,0	6,0	0,0
S	0	3	7	9	4	7	0	6	6	5	5	5

Основные размеры шпилек общего применения по ГОСТ 22032-76



Номиналь- ная длина шпильки (без свинчивае- мого конца l_1)	Длина гаечного конца l_0 при d											
	6	8	10	12	16	(18)	20	24	30	36	42	48
16	x	x	x									
(18)	x	x	x									
20	x	x	x									
(22)	x	x	x									
25	18	x	x	x								
(28)	18	22	x	x								
30	18	22	x	x								
(32)	18	22	x	x								
35	18	22	26	x	x	x						
(38)	18	22	26	30	x	x						
40	18	22	26	30	x	x	x					
(42)	18	22	26	30	x	x	x					
45	18	22	26	30	x	x	x	x				
(48)	18	22	26	30	38	x	x	x				
50	18	22	26	30	38	x	x	x				
55	18	22	26	30	38	42	x	x				
60	18	22	26	30	38	42	46	x				
65	18	22	26	30	38	42	46	x				
70	18	22	26	30	38	42	46	54				
75	18	22	26	30	38	42	46	54				
80	18	22	26	30	38	42	46	54				
(85)	18	22	26	30	38	42	46	54	66			
90	18	22	26	30	38	42	46	54	66	x		
(95)	18	22	26	30	38	42	46	54	66	78		
100	18	22	26	30	38	42	46	54	66	78		
(105)	18	22	26	30	38	42	46	54	66	78		
110	18	22	26	30	38	42	46	54	66	78	90	
(115)	18	22	26	30	38	42	46	54	66	78	90	
120	18	22	26	30	38	42	46	54	66	78	90	
130	24	28	32	36	44	48	52	60	72	84	96	
140	24	28	32	36	44	48	52	60	72	84	96	108

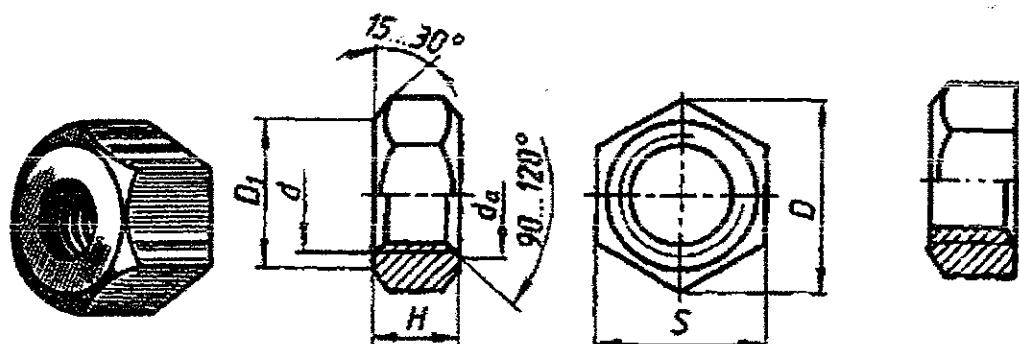
- Примечания: 1. Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять
2. Знаком х отмечены шпильки с длиной гаечного конца $l_0 = l - 0,5 d$

Приложение 5

**Основные размеры шестигранных гаек
нормальной точности по ГОСТ 5915-70**

Исполнение 1

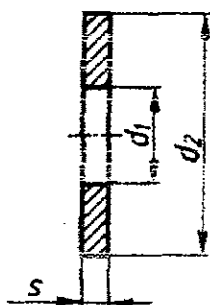
Исполнение 2



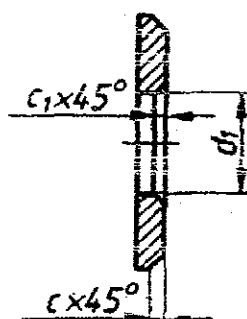
Номинальный диаметр резьбы d	Размер «под ключ» S	Диаметр описанной окружности D , не менее	Высота H
5	8	8,8	4
6	10	10,8	5
8	13	14,2	6,5
10	17	18,7	8
12	19	20,9	10
16	24	26,5	13
18	27	29,9	15
20	30	33,3	16
24	36	39,6	19
30	46	50,9	24
36	55	60,8	29
42	65	72,1	34
48	75	83,4	38

Основные размеры шайб нормальных по ГОСТ 11371-78

Исполнение 1



Исполнение 2



d	6	8	10	12	16	18
d_1 (Исп.1)	6,6	9	10,5	13,5	17,5	20
d_1 (Исп.2)	6,4	8,4	10,5	13	17	19
d_2	12	16	21	24	30	34
S	1,6	1,6	2	2,5	3	3

d	20	24	30	36	42	48
d_1 (Исп.1)	22	25,5	31,5	37,5	43,5	50,5
d_1 (Исп.2)	21	25	31	37	43	50
d_2	37	44	56	66	78	92
S	3	4	4	5	7	8

Список литературы

1. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению/ А.А. Чекмарев, В.К. Осипов.- М.: Высшая школа, 2003.- 493 с.
2. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей/ В. С. Левицкий.- М.: Высшая школа, 2002.- 429 с.
3. Федоренко, В.А. Справочник по машиностроительному черчению/ В.А.Федоренко В.А., А.И. Шошин.- Л.: Машиностроение, 1983.- 416 с.
4. Чекмарев, А.А. Инженерная графика/ А.А. Чекмарев.- М.: Высшая школа, 2000.- 365 с.

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Составители: *Л.М. Васильева*
И.В. Грудина
С.Ф. Дебердеева
М.Е. Кирягина

Корректор Ю.Е. Стрыхарь

Лицензия № 020404 от 6.03.97

Подписано в печать 26.02.10.

Формат 60x84 1/8.

Бумага офсетная.

Печать Riso.

4,65 усл.печ.л.

5,0 уч.-изд.л.

Тираж 100 экз.

Заказ 67

«С» 5.

Издательство Казанского государственного технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского государственного
технологического университета

420015, Казань, К.Маркса, 68