

УДК
744
М 545

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по курсу

Инженерная графика

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



Москва

1994

Список изменений в наименовании ГОСТов.

Наименование ГОСТа	Было	Стало
Радиусы закруглений и фаски	ГОСТ 10-64	ГОСТ 10948-64
Винты установочные с коническим концом	ГОСТ 1476-84	ГОСТ 1476-93
Винты установочные со шлицом и плоским концом	ГОСТ 1477-84	ГОСТ 1477-93
Винты установочные с квадратной головкой и цилиндрическим концом	ГОСТ 1482-75	ГОСТ 1482-84
Концы болтов, винтов и шпилек	ГОСТ 12414-66	ГОСТ 12414-94
Гайки круглые шлицевые	ГОСТ 11871-80	ГОСТ 11871-88
Шайбы стопорные многолапчатые	ГОСТ 11872-80	ГОСТ 11872-89
Пробки со шлицом резьбовые конические	ГОСТ 12721-67	ГОСТ 12217-66
Оси	ГОСТ 9650-71	ГОСТ 9650-80
Пружины сжатия и растяжения	ГОСТ 13766-68	ГОСТ 13766-86

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено
учебным управлением МЭИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по курсу

Инженерная графика
РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Москва

Издательство МЭИ

1994

УДК

744

М 545

УДК 744 : 621.882 (077)

Резьбовые соединения. Пивоваров В.Р. / Под ред. И.В.Гордеевой.
- М.: Изд-во МИИ, 1994. - 43 с.

Содержат сведения об образовании винтовых линий, поверхностей и резьбы. Описаны различные типы резьб, их условное изображение и обозначение на чертежах. Дается описание стандартных крепежных деталей и выполненных с их помощью соединений. Рассматривается порядок выбора элементов болтового, шпильчатого и винтового соединений. Приведены задания на выполнение указанных соединений и примеры их изображения на чертеже. В приложениях приведены справочные материалы на стандартные крепежные детали.

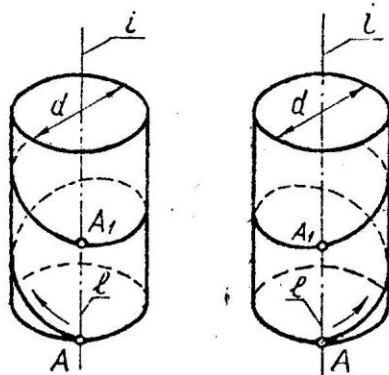
Для студентов, изучающих курс "Основы разработки конструкторской документации" в инженерной графике.

© Московский энергетический институт, 1994 г.

1. ВИНТОВЫЕ ЛИНИИ И ПОВЕРХНОСТИ

Траектория движения точки, равномерно вращаемой вокруг некоторой оси и одновременно равномерно перемещаемой вдоль этой оси, называется винтовой линией. Винтовая линия может быть выполнена на различных поверхностях вращения - на цилиндрической, конической или тороидальной.

Наиболее распространена цилиндрическая винтовая линия, образование которой можно интерпретировать как траекторию точки A , равномерно движущейся вдоль образующей l , при равномерном вращении самой образующей l вокруг оси вращения l (рис.1.1).



а) левая

б) правая

Рис.1.1. Образование винтовой линии

За один оборот из исходного положения точка A приходит в положение A_1 . При этом участок винтовой линии AA_1 называют витком.

Параметрами винтовой линии являются:

1. Диаметр цилиндра - d .

2. Шаг или ход AA_1 - расстояние между соседними витками винтовой линии, измеренное вдоль образующей l .

3. Направление - правое и левое (рис.1.1). Точка А, движущаяся вправо и вверх, образует винтовую линию правого направления, а движущаяся влево - левого направления.

При построении проекций цилиндрической винтовой линии расположим ось вращения ℓ вертикально. Тогда на виде сверху проекцией винтовой линии будет окружность, а на виде спереди винтовая линия спроецируется в синусоиду с амплитудой, равной диаметру цилиндра d и периодом равным шагу P (рис.1.2).

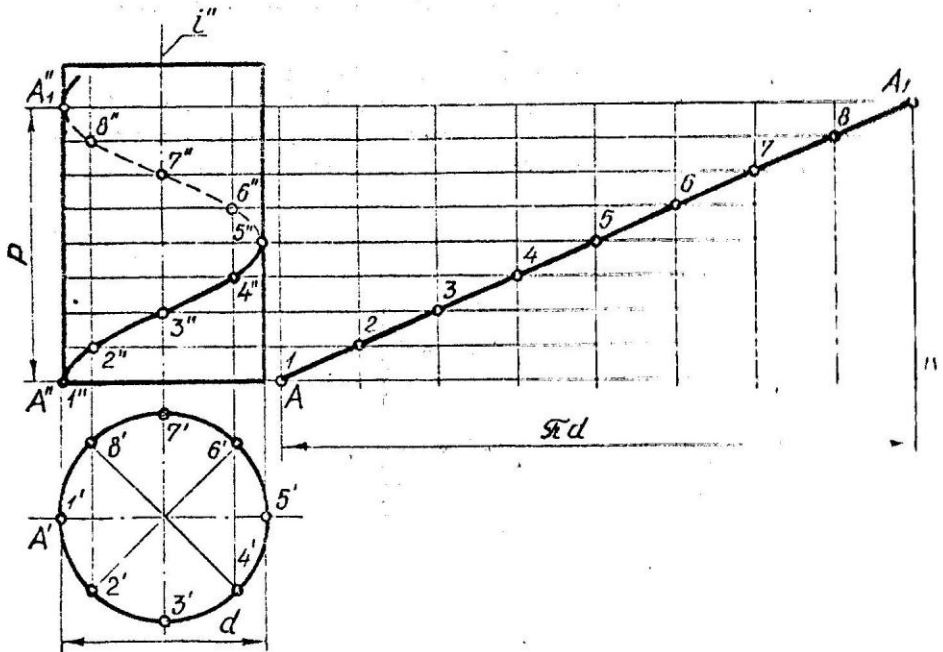


Рис.1.2. Проекция и развертка винтовой линии

Разверткой винтовой линии (рис.1.2) является гипотенуза прямоугольного треугольника AA_1B , катеты которого равны соответственно длине окружности πd и шагу или ходу винтовой линии P . При этом α - угол наклона гипотенузы AA_1 к катету AB называется углом подъема винтовой линии.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{p}{\pi d}$$

Если винтовую линию выбрать в качестве направляющей линии, а прямую, проходящую через ось вращения, в качестве образующей ℓ_1 или ℓ_2 (рис.1.3), то получим кинематически заданную винтовую поверхность или геликоид. Если при этом образующая перпендикулярна оси, то геликоид называют прямым, а если не перпендикулярна - наклонным.

При одновременном винтовом движении двух пересекающихся образующих ℓ_1 и ℓ_2 получаем винтовой выступ, ограниченный двумя винтовыми поверхностями (рис.1.3).

Форму винтового выступа можно получить при осевом сечении горизонтально-проецирующей плоскостью β' (рис.1.3). При горизонтальном сечении винтового выступа получаем фигуру, близкую к окружности, ограниченную двумя спиралями Архимеда.

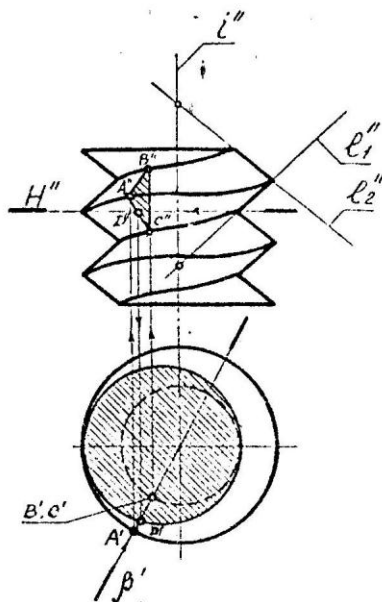


Рис.1.3. Обрезание винтового выступа

2. РЕЗЬБА

Цилиндр с винтовым выступом называют цилиндрическим винтом, который на практике часто получают нарезкой на токарном станке. Поэтому в технике винтовые выступы называют резьбой, а соединения деталей с их помощью - резьбовыми соединениями. Резьбовые соединения деталей относятся к разъемным соединениям.

Резьба - это поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. При этом форма плоского контура, образующего резьбу, определяет профиль резьбы.

Резьбы классифицируют:

1. По форме профиля - треугольные, прямоугольные, трапециевидные, круглые и др.
2. По форме поверхности, на которой нарезана резьба - цилиндрические, конические.
3. По расположению резьбы на поверхности стержня или отверстия - внешние и внутренние.
4. По назначению - крепежные, ходовые, специальные.
5. По направлению винтовой поверхности - правые и левые.
6. По числу заходов - однозаходные, многозаходные.

Изображение резьбы на чертежах регламентирует ГОСТ 2.311-68.

Резьбу изображают:

1. На стержне - сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру резьбы d и сплошными тонкими - по внутреннему диаметру d_1 (см. табл. 1). На виде перпендикулярном торцу стержня по внутреннему диаметру проводят сплошной тонкой линией дугу $3/4$ окружности, не оканчивающуюся на осях (рис.2.1).



Рис.2.1. Изображение резьбы на стержне

2. В отверстии - сплошными основными по внутреннему диаметру d_1 и сплошными тонкими - по наружному диаметру d . Штриховку

в разрезах и сечениях проводят до сплошной основной линии (рис.2.2).

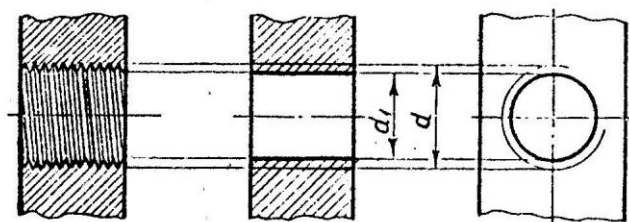


Рис.2.2. Изображение резьбы в отверстии

Границу резьбы изображают сплошной толстой основной линией или штриховкой, если резьба невидимая (рис.2.3).

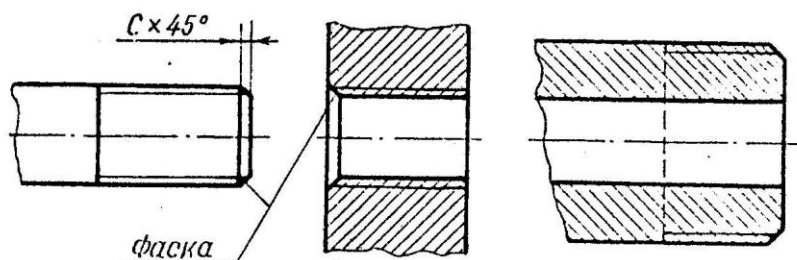


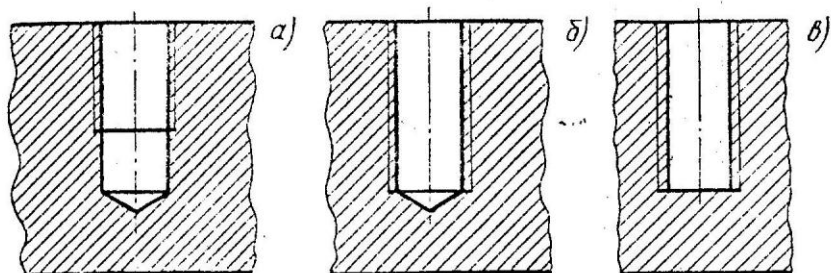
Рис.2.3. Изображение границы резьбы и фаски

Фаска - срезанная в виде усеченного конуса кромка цилиндрического или конического стержня или отверстия. Фаска способствует центровке режущего инструмента при нарезании резьбы, облегчает соединение деталей, ликвидирует острую внешнюю кромку на торцах деталей (рис.2.3).

Фаску обозначают: $C \times 45^\circ$ (C - высота конуса) и выбирают по ГОСТ 10549-80 (см. Табл. I, Приложения 7), можно принять $C \approx R$ (шагу).

На изображении перпендикулярном торцу детали фаску не показывают.

Несквозное (глухое) отверстие с резьбой называется гнездом. Заканчивается конусом, получающимся при сверлении (рис.2.4 а). На чертеже, по которому резьбу не выполняют, допускается изображать резьбу доходящей до конца отверстия (рис.2.4 б, в).



а – конструктивное; б, в – упрощенное

Рис.2.4. Изображение резьбы в глухом отверстии

Рассмотрим изображение резьбового соединения. Поскольку соединение предполагает наличие двух деталей, то одна из деталей является охватываемой (стержень), а другая – охватывающей (отверстие). Условность изображения резьбового соединения состоит в том, что предпочтение отдается изображению охватываемой детали, т.е. стержню (рис.2.5).

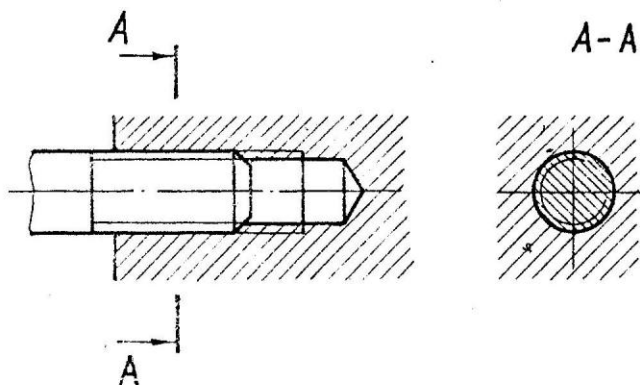


Рис.2.5. Изображение резьбового соединения

Основными параметрами резьбы являются: профиль, наружный диаметр резьбы d , ее шаг P , направление и число заходов.

Шаг резьбы - это расстояние между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля, в направлении, параллельном оси резьбы.

Профиль резьбы - это контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. Существуют различные типы резьб, отличающихся профилем (рис.2.6).

Размер резьбы определяется наружным диаметром профиля, его называют также номинальным диаметром резьбы.

Направление резьбы может быть правым или левым. Для правой резьбы вращение детали по часовой стрелке приводит к ее перемещению вдоль оси от наблюдателя, а для левой - наоборот.

Резьба может быть однозаходной или многозаходной. Многозаходная резьба получается в результате одновременного винтового перемещения нескольких одинаковых профилей по поверхности цилиндра. Число профилей определяет число заходов, которое обозначается буквой Z . Практически число заходов легко определяется в поперечном сечении многозаходного винта. Там получаются фигурные выступы, число которых соответствует числу заходов винта.

Ход винта t_o - это осевое перемещение винта при повороте на 360° в неподвижной гайке:

$$t_o = P \cdot Z.$$

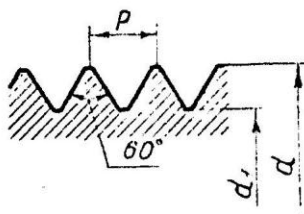
Для однозаходной резьбы ход равен шагу.

Резьбу с нестандартным профилем с нанесением всех размеров изображают при помощи местного разреза, либо выносного элемента (рис.2.7). Дополнительные сведения - число заходов, направление резьбы и др. - наносят на полке линии-выноски в виде надписи с добавлением слова резьба.

В обозначении резьбы указывается ее основные параметры: тип резьбы, размер, шаг, направление, число заходов.

Резьба каждого типа имеет условное обозначение:

- M - метрическая;
- G - трубная цилиндрическая;
- R - наружная трубная коническая;
- R_c - внутренняя трубная коническая;
- S - упорная;
- T_r - трапецидальная;
- R_d - круглая.



Резьба метрическая

ГОСТ 9150-81

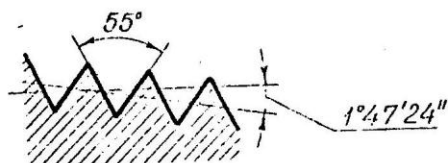
ГОСТ 8724-81

ГОСТ 24705-81



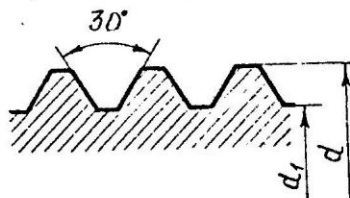
а) Резьба двоймовая
ОСТ НКТП 1260

б) Резьба трубная дюймовая
ГОСТ 6357-81

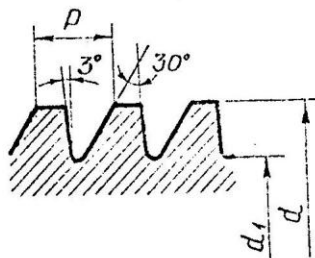


Резьба трубная коническая
ГОСТ 6211-81

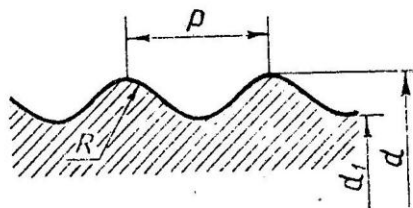
- для двоймовой конической
угол = 60°
ГОСТ 6111-69



Резьба трапецидальная
однозаходная ГОСТ 9484-81
многозаходная ГОСТ 24739-81



Резьба упорная
ГОСТ 10177-82



Резьба круглая ГОСТ 13536-68

Рис. 2.6. Стандартные профили резьб

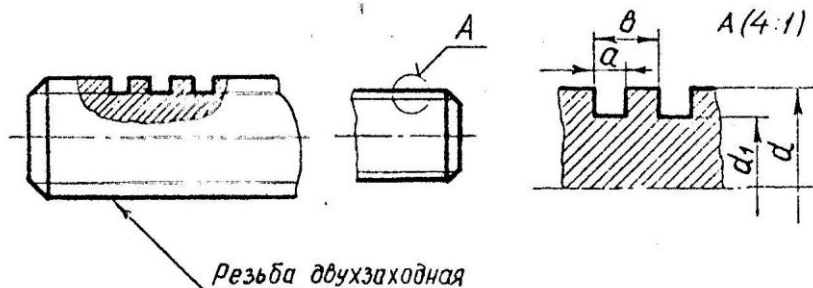
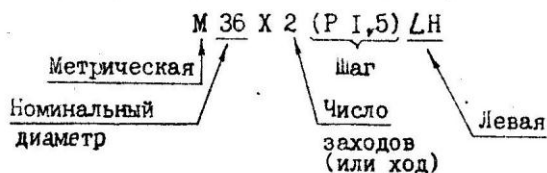


Рис.2.7. Изображение нестандартной резьбы

Пример обозначения резьбы метрической, номинального диаметра 36 мм, двухзаходной с шагом 1,5 мм, левой:



При одном и том же размере резьба может иметь несколько значений шагов. Наибольшее распространение имеет однозаходная правая резьба с крупным шагом. Для такой резьбы обозначение состоит из буквы М и значения номинального диаметра: М 36.

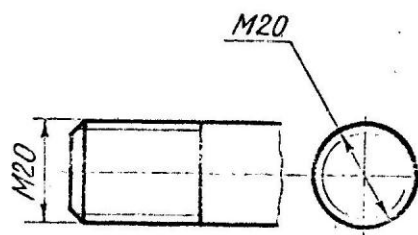
Размер трубной резьбы обозначают числом, выраженным простой дробью в дюймах. Дюйм – это мера длины, равная 25,4 мм. Так, обозначение $R \frac{3}{4}$ следует читать: резьба трубная коническая наружная $\frac{3}{4}$ дюйма, а $G1\frac{1}{2}$ – резьба трубная цилиндрическая, наружная полтора дюйма. Число здесь обозначает внутренний диаметр трубы (диаметр на просвет), снаружи которой нарезана трубная резьба.

Примеры обозначения резьб на чертежах приведены на рис.2.8.

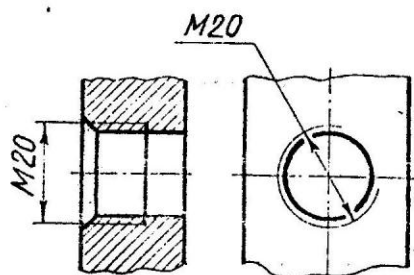
3. ВИДЫ СТАНДАРТНЫХ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Основными стандартными крепежными деталями резьбовых соединений являются болты, шпильки, гайки, винты и шайбы.

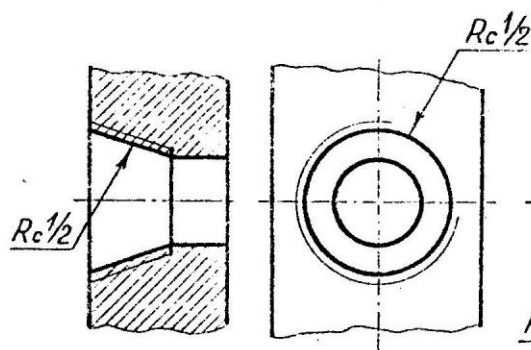
При изображении стандартных крепежных деталей на чертежах



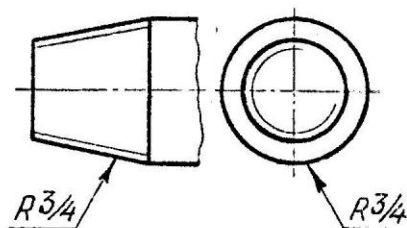
а) Метрическая на стержне



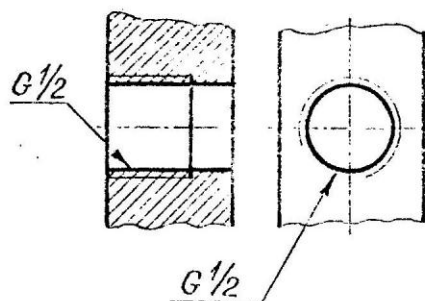
б) Метрическая в отверстии



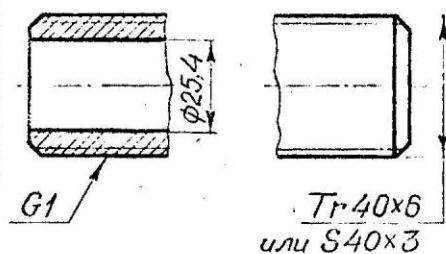
в) Коническая трубная в отверстии



г) Коническая трубная на стержне



д) Цилиндрическая трубная



е) Трапецеидальная или упорная

Рис.2.8. Обозначения резьб на чертежах деталей

общего вида и сборочных допускаются упрощения согласно ГОСТ 2.315-68. В учебных чертежах не следует изображать фаски на гайках, шайбах, головках болтов и на концах резьбовых стержней болтов и шпилек.

Болт (рис.3.1) – это цилиндрический стержень с резьбой для гайки на одном конце и головкой (чаще шестигранной) на другом. Болты изготавливаются различной степени точности и различного исполнения.

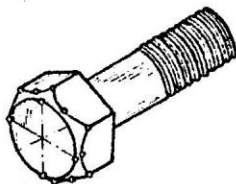


Рис.3.1. Болт

Болт на чертеже располагают так, чтобы на виде спереди было изображено три грани шестигранной головки. Построение изображения болта производится после выбора его конструктивных размеров по ГОСТ 7798-70 (см.табл.5). Так как болты и гайки закручивают гаечным ключом, то размер "под ключ" S , заданный в указанном стандарте является основным при построении изображения головки болта. Выбрав конструктивные размеры болта, его вычерчивают в определенной последовательности (рис.3.2).

Для построения изображения головки болта можно подсчитать диаметр описанной окружности шестиугольника D по формуле:

$$D = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot S, \text{ где } S - \text{размер "под ключ".}$$

Этот диаметр задается в стандарте, он является диаметром заготовки для болта и поэтому приведено его минимальное значение. Вычертив эту окружность и разделив ее на шесть частей, получаем профильную проекцию головки болта.

При пересечении конической фаски с гранями шестигранника получаются гиперболы 1-2-3, 3-4-5 и т.д. На чертеже болта эти гиперболы обычно заменяют дугами окружностей с радиусами $R \approx 1,5d$

и $R1$ (рис.3.2), размер которого определяется построением.

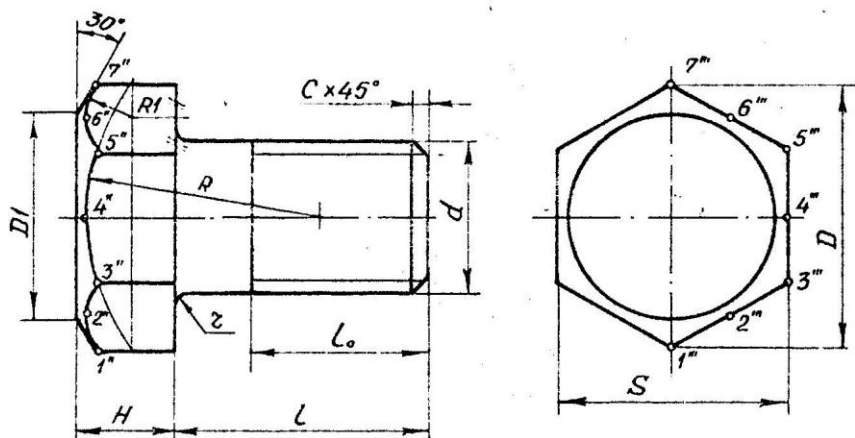


Рис.3.2. Чертеж болта

Для облегчения наложения ключа на головку болта при его завинчивании или отвинчивании, а также для ликвидации острых кромок на головке болта выполняют фаску, представляющую собой коническую поверхность, образующая которой составляет угол 30° с торцевой плоскостью головки. Указанная коническая поверхность пересекается с торцевой плоскостью головки по параллели $D1$. Диаметр этой параллели зависит от размера "под ключ" S и задается целым числом в пределах $D1 = (0,9 - 0,95)S$.

Переход от головки болта к стержню скруглен радиусом Z . Указанное скругление, называемое "галтелью", предотвращает концентрацию напряжений при вибрационной нагрузке, что может привести к отрыву головки болта.

Структура условного обозначения болта состоит из наименования, типоразмера и нормативного документа:

Примеры обозначения болта:

1. Болт М 16 X 40 ГОСТ 7798-70 - болт с метрической резьбой, номинального диаметра 16 мм, с крупным шагом, длиной 40 мм.

2. Болт М 16 X 1,5 X 40 ГОСТ 7798-70 - то же, но с мелким шагом равным 1,5 мм.

Шпилька — это крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, на обоих концах которого нарезана резьба. Шпильки применяют в том случае, когда в изделии нет места для головки болта, либо невозможно просверлить сквозное отверстие. Шпильки подразделяют на шпильки общего применения и шпильки фланцевые. На рис.3.3 изображена стандартная шпилька общего применения, диаметр стержня которой равен номинальному диаметру резьбы.

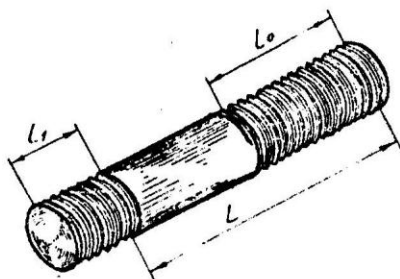


Рис.3.3. Шпилька

Резьбовой конец шпильки, длина которого обозначена на рисунке L_1 , называется посадочным, т.к. он заворачивается в одну из скрепляемых деталей. На свободный резьбовой конец L_0 наворачивается гайка. Номинальная длина шпильки L определяется без учета длины посадочного конца L_1 .

Размеры стандартных шпилек в зависимости от номинального диаметра резьбы выбирают по ГОСТ 22032-76 — ГОСТ 22043-76 (см.табл.6 и табл.7).

Пример условного обозначения шпильки:

Шпилька М 16 Х120 ГОСТ 22032-76 — шпилька с метрической резьбой, с крупным шагом, длиной 120 мм.

Винт (рис.3.4) — это деталь, представляющая цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом. Винты делятся на крепежные и установочные.

Крепежные винты применяют для разъемных соединений деталей без применения гаек.

Форма головки крепежного винта может быть самой разнообразной, в том числе и шестигранной. Наибольшее распространение получили винты с цилиндрической, полукруглой, потайной и полупотайной головками. Перечисленные винты заворачиваются в деталь с помощью от-

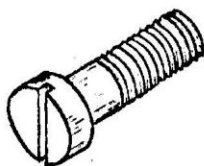


Рис.3.4. Крепежный винт с цилиндрической головкой

вертки. Для этого на головке винта сделана прорезь, которая получила название шлиц. На изображении с торца винта шлиц условно показывается утолщенной линией под углом 45° к рамке чертежа. Крепежные винты представлены в приложении 8 (см.табл.8-11).

Установочные винты применяются в сборочных единицах для регулировки зазоров, а также для фиксации деталей при сборке. Конструкции установочных винтов отличаются большим разнообразием. Некоторые типы установочных винтов изготавливаются без головки с прямым шлицем или с шестигранным углублением под ключ. Форма головки установочных винтов может быть круглой, квадратной или шестигранной. В зависимости от назначения установочные винты выполняются с цилиндрическими, коническими, плоскими, ступенчатыми, сферическими и засверленными концами. Изображения установочных винтов различных стандартов приведены на рис.3.5.

Пример условного обозначения винта:

Винт 2 М 16 X 1,5 X 40 ГОСТ 1491-80 – винт второго исполнения, с метрической резьбой номинального диаметра 16 мм, с мелким шагом 1,5 мм, длиной 40 мм.

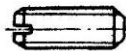
Гайка – это крепежная деталь со сквозным резьбовым отверстием. Она предназначена для навинчивания на резьбовой конец болта или шпильки при осуществлении резьбового соединения. Гайки изготавливаются разной точности, высоты, исполнения и формы наружной поверхности. Наибольшее распространение получили шестигранные гайки с одной фаской (исполнение 1), либо с двумя фасками (исполнение 2). Гайка изображена на рис.3.6.

Конструктивные размеры стандартных шестигранных гаек нормальной точности выбирает по ГОСТ 5915-70 (см.табл.2) в зависимости от номинального диаметра резьбы. Изображение гайки по выбранным

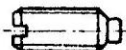
ГОСТ 1476-84



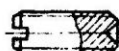
ГОСТ 1477-84



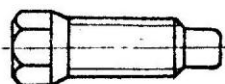
ГОСТ 1478-84



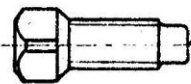
ГОСТ 1479-84



ГОСТ 1481-84



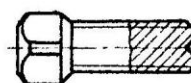
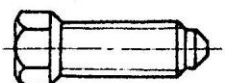
ГОСТ 1482-84



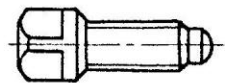
ГОСТ 1483-84



ГОСТ 1485-84



ГОСТ 1486-84



ГОСТ 14738-84

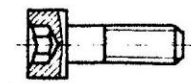


Рис. 3.5 Установочные винты

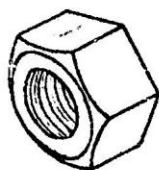


Рис.3.6. Гайка исполнения 2

конструктивным размерам строят в той же последовательности, что и головку болта.

Пример условного обозначения гайки:

Гайка 2 М 16 ГОСТ 5915-70 – гайка исполнения 2, с метрической резьбой, номинального диаметра 16 мм, с крупным шагом, по ГОСТ 5915-70.

Шайба – стандартная деталь, имеющая форму плоского кольца. Шайба не имеет резьбы. Она подкладывается под гайку с целью предотвращения повреждения поверхности скрепляемой детали при завинчивании гайки, а также способствует равномерному распределению давления от гайки на соединяемые детали.

Кроме обычных шайб применяют и пружинные шайбы, которые предотвращают самоотвинчивание гайки при вибрациях. Пружинные шайбы изготавливаются из упругой стали и имеют косую поперечную просечку под углом 75° к плоскости опоры.

Изображение обычной и пружинной шайб приведены на рис.3.7.



а) Обычная



б) Пружинная

Рис.3.7. Шайбы

Конструктивные размеры шайб выбирают по ГОСТ 11371-78 и ГОСТ 6402-70 (см. табл. 3 и табл. 4).

Пример обозначения шайбы:

Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78 – шайба исполнения 2, для стержня крепежной детали диаметром 12 мм.

На сборочных чертежах стандартные крепежные детали изображаются нерассеченными.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАНДАРТНЫХ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СОЕДИНЕНИЙ

Болтовое соединение (рис. 4.1) осуществляется с помощью болта, гайки и шайбы. В скрепляемых деталях сверлится отверстие, диаметр d_0 которого превышает номинальный диаметр d резьбы болта и равен $1,1 d$. В это отверстие вставляют стержень болта, затем на него одевают шайбу и с помощью гаечного ключа накручивают гайку, стягивая соединяемые детали между головкой болта и гайкой. Особенностью болтового соединения является то, что стержень болта не имеет резьбового соединения со скрепляемыми деталями.

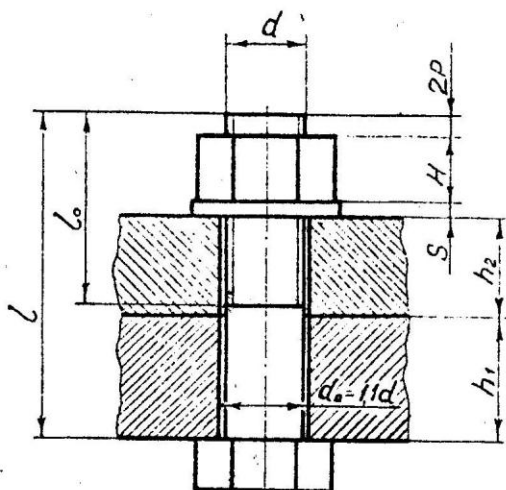


Рис. 4.1. Болтовое соединение

Для выбора параметров деталей резьбового соединения исходными данными являются номинальный диаметр стержня крепежной детали d , толщины скрепляемых деталей h_1 и h_2 . Вначале необходимо приблизительно подсчитать длину болта L . Она складывается из толщин соединяемых деталей h_1 и h_2 , высоты шайбы s , высоты гайки H и запаса резьбы $2P$.

$$L \approx h_1 + h_2 + s + H + 2P.$$

Шаг резьбы P , а также диаметр резьбы по впадинам стержня находим в табл.1 приложения, конструктивные размеры гайки, шайбы и болта в табл.2,3,4 и 5 соответственно. Подсчитав примерную длину болта, находим по табл.5 ближайшую стандартную длину болта L и длину нарезанной части L_0 .

Номинальный диаметр сквозного отверстия под болт d_0 выбирается по ГОСТ 11284-75. В учебных чертежах допускается выбирать

$$d_0 \approx 1,1 d.$$

Изображение болтового соединения необходимо выполнять по выбранным конструктивным размерам деталей.

Шпильчатое соединение (рис.4.3) отличается от болтового тем, что шпилька вворачивается посадочным концом в одну из соединяемых деталей, т.е. имеет с ней резьбовое соединение. Длина посадочного конца шпильки L_1 (рис.3.3) зависит от предела прочности материала, в который шпилька вворачивается и выбирается по ГОСТ 22032-76+ГОСТ 22040-76. Чем мягче материал, тем длиннее должна быть выбрана длина посадочного конца. Поэтому выбор деталей шпильчатого соединения начинают с определения длины посадочного конца L_1 по табл. 6,7.

Определив L_1 , необходимо посчитать глубину сверления и нарезки резьбы в детали с резьбовым отверстием (рис.4.2), предварительно определив параметры резьбы P и d_1 по табл. 1.

Глубина сверления под резьбу $L_2 = L_1 + 6P$.

Глубина нарезки резьбы $L_3 = L_1 + 2P$.

Размер фаски C выбирается из табл.1 в зависимости от номинального диаметра резьбы такой же как для стержня. Далее подсчитывают так же, как и для болта, приближенную длину шпильки L (без учета посадочного конца L_1).

Затем по табл.7 находят стандартное значение длины шпильки L и длину нарезанной части L_0 . Затем выполняют чертеж шпильчатого соединения по выбранным конструктивным размерам деталей.

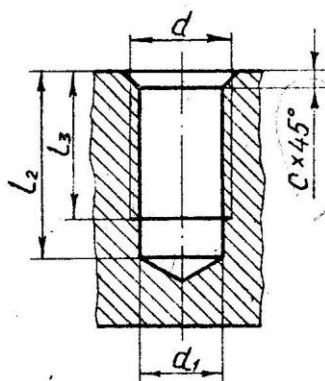


Рис.4.2. Резьбовое отверстие в детали под шпильку

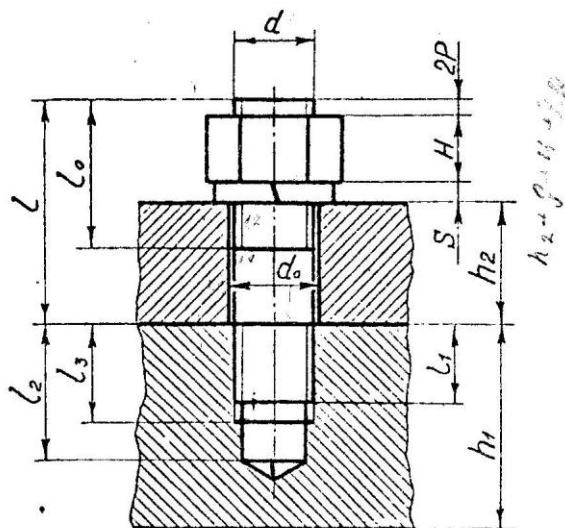


Рис.4.3. Шпильчное соединение

При этом резьба в глухом отверстии условно изображается как показано на рис.2.4.

В винтовом соединении (рис.4.4) также, как и в шпильчном соединении, винт вворачивается в одну из соединяемых деталей. Отличие от шпильчного соединения состоит в том, что роль гайки выполняет головка винта. При расчете длины винта вначале определяют длину той части винта, которая должна быть ввернута в деталь. Эта величина, обозначенная L_1 на рис.4.4 зависит от материала детали с резьбовым отверстием и находится для стального винта также, как и длина L_1 посадочного конца шпильки. Затем подсчитывается примерная длина L для винта с цилиндрической головкой:

$$L \approx L_1 + h_2 - H,$$

а для винтов с другими видами головки:

$$L \approx L_1 + h_2.$$

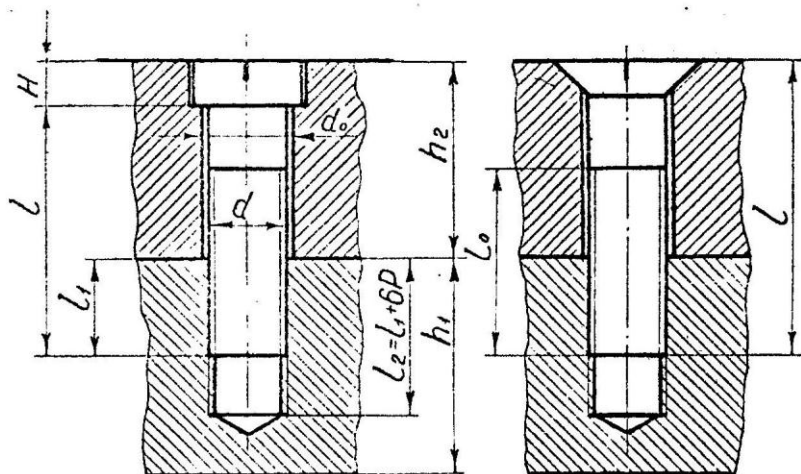


Рис.4.4. Винтовое соединение

По табл.3 для винтов с любой формой головки находим ближайшую большую стандартную длину винта L^* . Все остальные конструктивные размеры находятся, в зависимости от формы головки винта, по табл.3...II. После этого по выбранным размерам выполняют сборочный чертеж винтового соединения. При этом шлиц показывается условно утолщенной линией. Примечания выполнения сборочных чертежей бол-

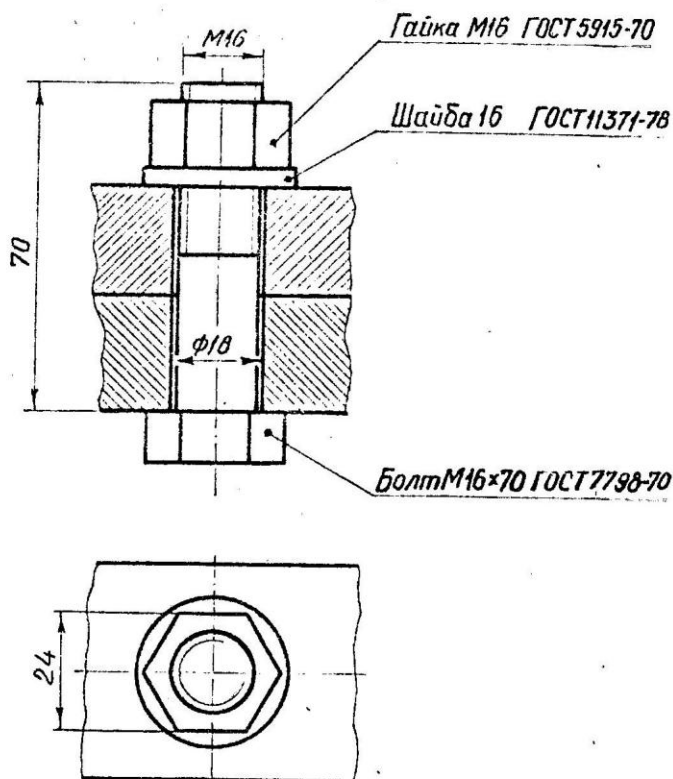
* При $L > L_2$ следует скорректировать L_2 .

тового, шпилечного и винтового соединений приведены в приложениях 1, 2 и 3, соответственно.

Задания на выполнение болтового, шпилечного и винтового соединений приведены в приложениях 4, 5 и 6, соответственно.

Справочные материалы для выбора конструктивных размеров стандартных крепежных деталей помещены в приложении 7 (таблицы I...II).

93 XXX XXX XXX XXX

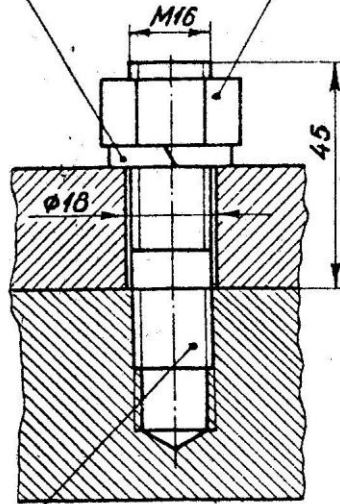
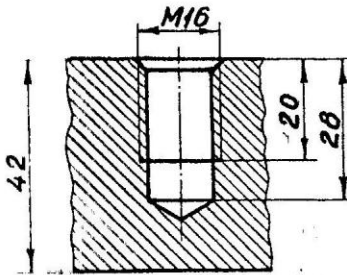
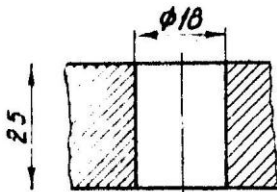


					XXXX.XXXXXXX.XXXXСБ			
Изм	Лист	№ док. ил.	Подп.	Дата	БОЛТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ Чертеж сборочный			
Разраб	Петров	Иссл.	2002					
Пров.	Рудцов	Рис.	31.02					
Т. контр.								
И. контр.					Лист	Масса	Масштаб	
Утв	Рудцов	Рис.	2003		у		1:1	
					Лист	Листов 1		
					МЗИ ИГ			
					Пт-1-85			

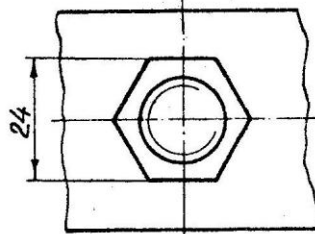
У. XXX XXX XXX XXXX

Гайка 2М16 ГОСТ5915-70

Шпилька 16 ГОСТ6402-70



Шпилька М16х45 ГОСТ22032-76



XXXX.XXXXXXX.XXXСБ

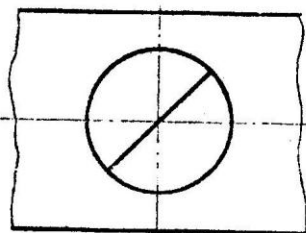
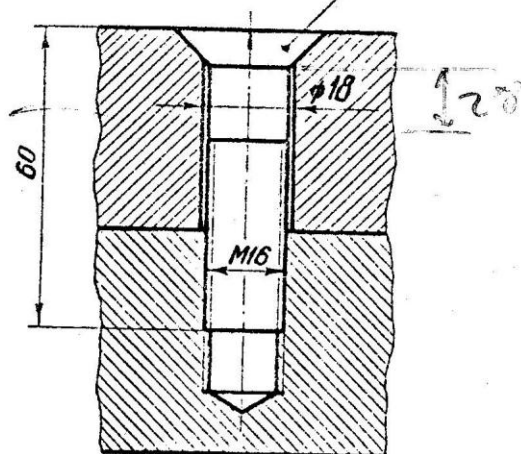
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изд	1	Петров	Петров	30.03
Проб	1	Рудцов	Руд	30.03
И контр				
И контр				
Упр	Рудцов	Руд		07.04

Шпильчатое соединение
Чертеж сборочный

Лит.	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист	Листов 1	
МЭИ ИГ		Пт-1-85

93 XXX'XXX XXX' XXXX

Винт М16×60 ГОСТ17475-80



				XXXX.XXXXXXX.XXXСБ		
Изм	Лист	№ докум	Код	ВИНТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ Чертеж сборочный		
Разраб	Петров	Состав	3002			
Пров.	Рудиков	Лист	3102			
Т. контр.						
И. контр.						
Утв.	Рудиков	Дата	07.03			
				Лит	Масса	Масштаб
				у		1:1
				Лист	Листов 1	
				МЭИ ИГ Пт-1-85		

Задания на болтовое соединение, мм

Для нечетных номеров заданий гайка ГОСТ 5915-70 исполнения 1, шайба ГОСТ 11371-78 исполнения 1.

Для четных номеров заданий гайка ГОСТ 5915-70 исполнения 2, шайба ГОСТ 6402-70.

Вариант	Номинальный диаметр резьбы болта d	Толщина соединяемых деталей (см. рис. 4.1)	
		h_1	h_2
1	16	32	18
2	18	36	32
3	20	25	20
4	24	32	20
5	14	28	18
6	16	32	12
7	20	32	18
8	24	40	32
9	22	28	16
10	16	40	14
11	20	22	18
12	24	40	22
13	16	45	14
14	18	32	16
15	20	36	20
16	22	32	22
17	16	25	20
18	20	28	18
19	24	25	22
20	18	36	16
21	22	40	18
22	24	45	22
23	18	40	22
24	16	28	22
25	18	40	18
26	14	32	20
27	20	45	25
28	24	32	25
29	16	35	28
30	22	45	18

Приложение 5

Задания на шпилечное соединение, мм

Для нечетных номеров заданий гайка ГОСТ 5915-70 исполнения 2, шайба ГОСТ 6402-70.

Для четных номеров заданий гайка ГОСТ 5915-70 исполнения I, шайба ГОСТ II371-78 исполнения I.

Вариант	Номинальный диаметр резьбы шпильки d	Толщина и материал соединяемых деталей (см. рис. 4.3)		
		h_1	h_2	
1	18	45	32	Сталь
2	20	60	34	Чугун
3	16	65	30	Алюминий
4	14	40	32	Латунь
5	20	56	38	Чугун
6	20	75	40	Алюминий
7	18	45	38	Бронза
8	14	42	32	Чугун
9	16	65	36	Алюминий
10	20	50	45	Сталь
11	18	55	42	Чугун
12	16	66	48	Алюминий
13	20	50	58	Латунь
14 v	16	45	40	Чугун
15	14	56	42	Алюминий
16	18	45	48	Бронза
17	20	56	42	Чугун
18	16	60	45	Алюминий
19	20	50	56	Сталь
20	14	46	45	Чугун
21	18	70	53	Алюминий
22	16	45	50	Латунь
23	20	60	53	Чугун
24	12	46	30	Алюминий
25	14	40	50	Сталь
26	16	56	53	Чугун
27	16	64	50	Алюминий
28	18	45	53	Латунь
29	20	58	56	Алюминий
30	16	74	48	Алюминий

Задания на винтовое соединение, мм

Вариант	Номинальный диаметр резьбы винта d	Толщина и материал соединяемых деталей			Винт ГОСТ
		h_1	h_2		
1	20	50	50	Сталь	1491-80
2	16	50	38	Чугун	17473-80
3	14	45	40	Бронза	17474-80
4	20	60	40	Чугун	17475-80
5	16	48	42	Сталь	1491-80
6	14	42	48	Латунь	17473-80
7	16	50	32	Чугун	17474-80
8	14	55	44	Бронза	17475-80
9	20	70	34	Чугун	1491-80
10	16	55	50	Сталь	17473-80
11	14	48	35	Чугун	17474-80
12	16	46	45	Латунь	17475-80
13	20	60	35	Чугун	1491-80
14	14	45	42	Бронза	17473-80
15	16	52	34	Чугун	17474-80
16	20	62	46	Сталь	17475-80
17	16	55	35	Чугун	1491-80
18	14	48	43	Латунь	17475-80
19	20	65	38	Чугун	17474-80
20	16	50	42	Бронза	17475-80
21	14	56	36	Чугун	1491-80
22	16	55	45	Сталь	17473-80
23	20	62	34	Чугун	17474-80
24	14	46	43	Латунь	17475-80
25	16	55	33	Чугун	1491-80
26	20	58	50	Бронза	17473-80
27	14	54	36	Чугун	17474-80
28	16	50	48	Сталь	17475-80
29	14	55	40	Чугун	1491-80
30	20	60	48	Бронза	17475-80

Резьба метрическая. Основные размеры, мм
(Извлечение из ГОСТ 24705-81)

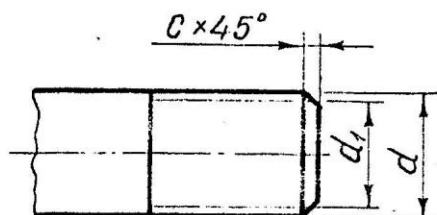
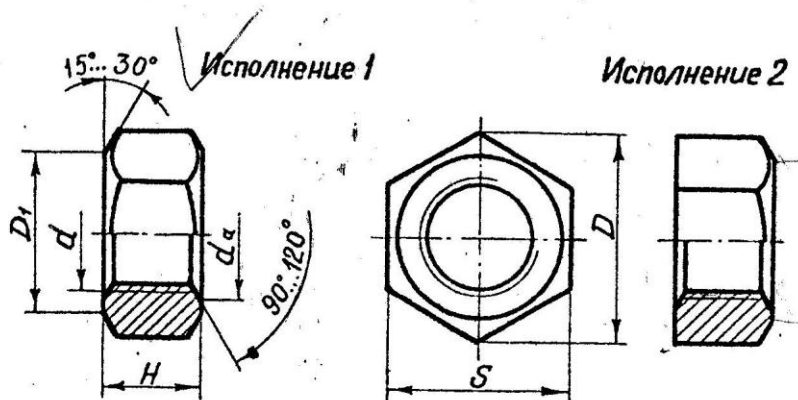


Таблица I

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг крупный P	Фаска. C	внутренний диаметр резьбы d_1
4	0,7	0,5	3,242
5	0,8	1,0	4,134
6	1	1,0	4,917
7	1	1,0	5,917
8	1,25	1,6	6,647
9	1,25	1,6	7,647
10	1,5	1,6	8,376
11	1,5	1,6	9,376
12	1,75	1,6	10,106
14	2	2,0	11,835
16	2	2,0	13,835
18	2,5	2,5	15,294
20	2,5	2,5	17,294
22	2,5	2,5	19,294
24	3,0	2,5	20,752

Гайки шестигранные (нормальной точности)
(Извлечение из ГОСТ 5915-70), мм



$$D_1 = (0,9 - 0,95) S \quad - \text{целое число}$$

Таблица 2

Номинальный диаметр резьбы d	Диаметр фаски d_a	Размер "под ключ" S	Диаметр описанной окружности D не менее	Высота H
4	4,6	7	7,5	3,2
5	5,75	8	8,6	4,0
6	6,75	10	10,9	5
8	8,75	13	14,2	6,5
10	10,8	17	18,7	8
12	13,0	19	20,9	10
14	15,1	22	23,9	11
16	17,3	24	26,2	13
18 ✓	19,4	27	29,6	15
20	21,6	30	33,0	16
22	23,7	32	35,0	18
24	25,9	36	39,6	19

Шайбы нормальные
(Извлечение из ГОСТ II37I-78), мм

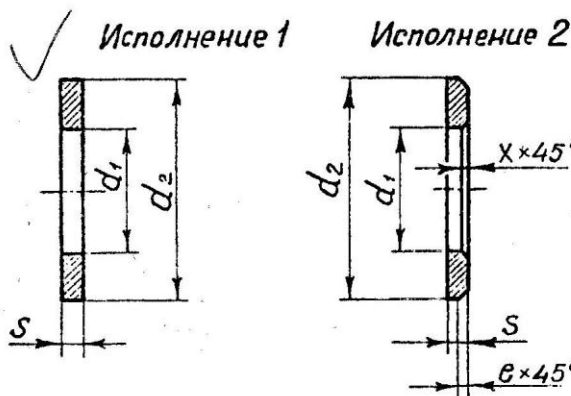


Таблица 3

Номинальный диаметр резьбы болта или шпильки d	d_1	d_2	s	e	χ , не менее
4	4,3	9	0,8	0,2 - 0,4	0,4
5	5,3	10	1,0	0,25 - 0,5	0,5
6	6,4	12,0	1,6	0,4 - 0,8	0,8
8	8,4	16	1,6	0,4 - 0,8	0,8
10	10,5	20	2,0	0,5 - 1,0	1,0
12	13	24	2,5	0,6 - 1,25	1,25
14	15	28	2,5	0,6 - 1,25	1,25
16	17	30	3	0,75 - 1,5	1,5
18	19	34	3	0,75 - 1,5	1,5
20	21	37	3	0,75 - 1,5	1,5
22	23	39	3	0,75 - 1,5	1,5
24	25	44	4	1,0 - 2,0	1,5

Шайбы пружинные
(Извлечение из ГОСТ 6402-70), мм

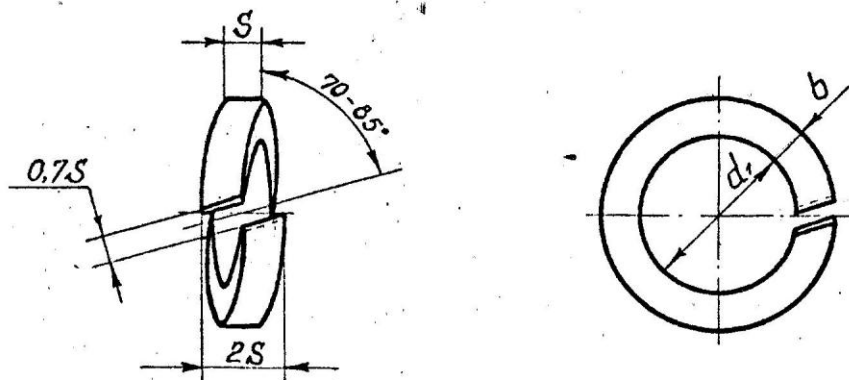
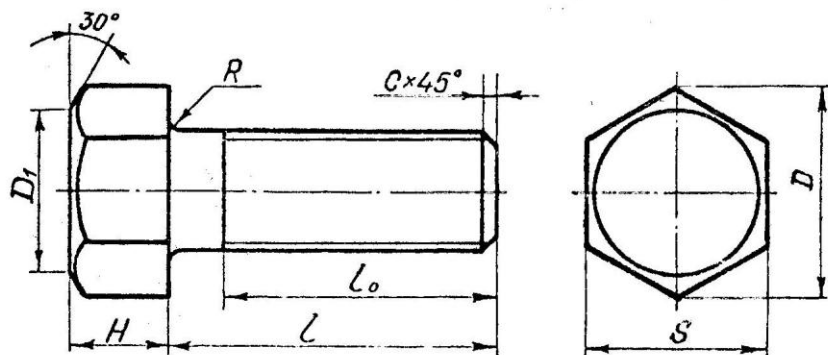


Таблица 4

Номинальный диаметр резьбы болта или шпильки d	Номинальный диаметр d_1	$S = b$
4	4,1	1,2
5	5,1	1,2
6	6,1	1,6
8	8,2	2,0
10	10,1	2,5
12	12,2	3,5
14	14,2	4,0
16	16,3	4,5
18	18,3	5,0
20	20,5	5,5
22	22,5	6,0
24	24,5	6,5

Болты с шестигранной головкой
Нормальной точности (извлечение из ГОСТ 7798-70), мм



$$D_1 = (0,9 - 0,95) S \quad - \text{целое число}$$

Таблица 5

Номинальный диаметр резьбы	S	H	D , не менее	R	Длина резьбы L_0
4	7,0	2,8	7,7	0,2 - 0,35	14
6	10	4	10,9	0,25 - 0,6	18
8	13	5,3	14,2	0,4 - 1,1	22
10	17	6,7	18,7	0,4 - 1,1	26
12	19	7,5	20,9	0,6 - 1,6	30
14	22	8,8	24	0,6 - 1,6	34
16	24	10	26,7	0,6 - 1,6	38
18	27	12	29,6	0,6 - 1,6	42
20	30	12,5	33	0,8 - 2,2	46
22	32	14	35	0,8 - 2,2	50
24	36	15	39,6	0,8 - 2,2	54

Номинальная длина болта выбирается из ряда: 8; 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120

Болты с длиной L , заключенной в скобки, применять не рекомендуется.

При длине $L \geq L_0$ резьба нарезается до головки.

Таблица 6

Длина винчиваемого резьбового конца

Область применения	ГОСТ	Длина винчиваемого резьбового конца
Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых, латунных деталях из титановых сплавов	22032-76	$l_1 = d$
Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна	22034-76	$l_1 = 1,25 d$
Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна. Допускается применять в стальных и бронзовых деталях при пониженном пределе прочности.	22036-76	$l_1 = 1,6 d$
Для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов	22038-76 22040-76	$l_1 = 2 d$ $l_1 = 2,5 d$



Номинальная длина шпильки L (без резьбового конца L_r)		Длина резьбового конца L_0 при номинальном диаметре резьбы d									
		4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
	45	14	16	18	22	26	30	34	X	1X	X
	(48)	14	16	18	22	26	30	34	38	X	X
	50	14	16	18	22	26	30	34	38	X	X
	55	14	16	18	22	26	30	34	38	42	X
	60	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	65	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	70	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	75	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	80	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	85	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	90	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	(95)	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
	100	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46
Длина винчивае- мого резьбового конца L_r	d	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
	$1,25d$	5	6,5	7,5	10	12	15	18	20	22	25
	$1,6d$	6,5	8	10	14	16	20	22	25	28	32
	$2d$	8	10	12	16	20	24	28	32	36	40
	$2,5d$	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50

Знаком X отмечены шпильки с длиной резьбового конца

$L_0 = L - 0,5d$

Винты с цилиндрической головкой
(Извлечение из ГОСТ 1491-80), мм

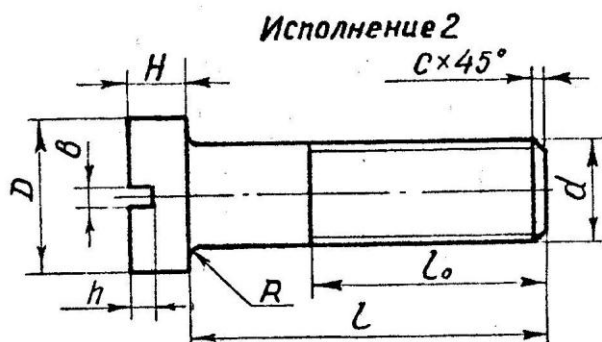


Таблица 8

Номинальный диаметр резьбы d	Диаметр головки D	Высота головки H	Шлиц		Радиус под головкой R	Длина резьбы L_0
			Ширина b	Глубина h		
4	7,0	2,6	1,0	1,4	0,35	14
5	8,5	3,3	1,2	1,7	0,5	16
6	10	3,9	1,6	2,0	0,6	18
8	13	5,0	2,0	2,5	1,1	22
10	16	6,0	2,5	3,0	1,1	26
12	18	7,0	3,0	3,5	1,6	30
14	21	8,0	3,0	3,5	1,6	34
16	24	9,0	4,0	4,0	1,6	38
18	27	10,0	4,0	4,5	1,6	42
20	30	11,0	4,0	4,5	2,2	46

Длины винтов берутся из ряда: 10; 11; 12; (13); 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; 110; 120.
Длины винтов, заключенные в скобки брать не рекомендуется.

Винты с полукруглой головкой
(Извлечение из ГОСТ 17473-80), мм

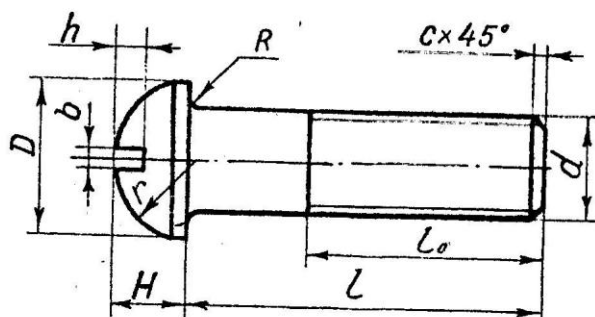


Таблица 9

Номинальный диаметр	Диаметр головки	Высота головки	Радиус сферы	Шлиц		Радиус под головкой	Длина резьбы
				Ширина	Глубина		
d	D	H	r	b	h	R	L_0
4	7	2,8	3,6	1,0	1,8	0,35	14
5	8,5	3,5	4,4	1,2	2,3	0,5	16
6	10	4,2	5,1	1,6	2,5	0,6	18
8	13	5,6	6,6	2	3,5	1,1	22
10	16	7	8,1	2,5	4	1,1	26
12	18	8	9,1	3	4,2	1,6	30
14 ✓	21	9,5	10,6	3	4,5	1,6	34
16	24	11	12,1	4	5	1,6	38
18	27	12	13,6	4	5,5	1,6	42
20	30	14	15,1	4	6	2,2	46

винты с полупотайной головкой
(Извлечение из ГОСТ 17474-80), мм

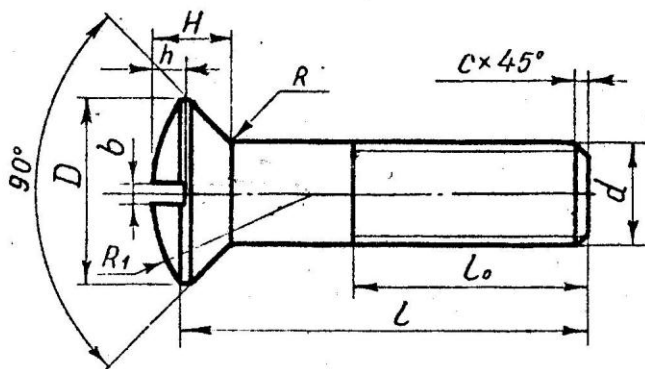


Таблица 10

Номинальный диаметр резьбы d	Диаметр головки D	Высота голов- ки H	Шлиц		Радиус под го- ловкой R	Радиус сферы голов- ки R_1	Длина резьбы L_0
			Ширина b	Глубина h			
4	7,4	3,2	1,0	1,4	0,35	6,0	14
5	9,2	3,8	1,2	1,8	0,5	7,0	16
6	11,0	4,5	1,6	2,2	0,6	8,5	18
8	14,5	6,0	2	2,8	1,1	11,5	22
10	18,0	7,5	2,5	3,5	1,1	14,0	26
12	21,5	9,0	3	4	1,6	19,0	30
14	25,0	10,5	3	4,5	1,6	22,0	34
16	28,5	12	4	4,5	1,6	26,0	38
18	32,5	13,5	4	5,5	1,6	28,0	42
20	36,0	15	4	6	2,2	32,0	46

БИНТЫ С ПОТАЙНОЙ ГОЛОВКОЙ
(Извлечение из ГОСТ 17475-80), мм

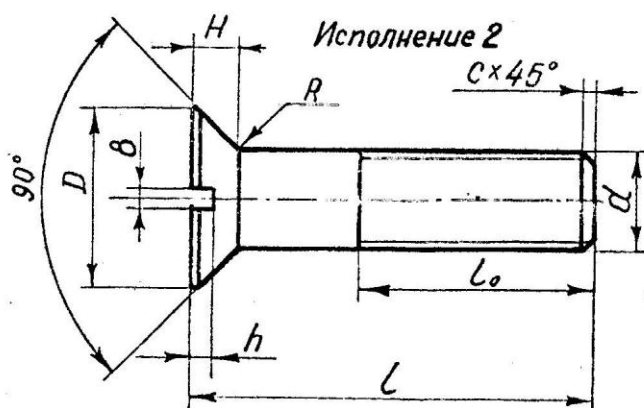


Таблица II

Номинальный диаметр ре- зьбы d	Диаметр головки D	Высота головки H	Шлиц		Радиус под головкой R	Длина резьбы L_0
			Ширина b	Глубина h		
4	7,4	2,2	1,0	1,1	0,35	14
5	9,2	2,5	1,2	1,2	0,5	16
6	11,0	3	1,6	1,5	0,6	18
8	14,5	4	2	2	1,1	22
10	18,0	5	2,5	2,5	1,1	26
12	21,5	6,0	3	2,5	1,6	30
14	25	7,0	3	3	1,6	34
16	28,5	8	4,0	3,5	1,6	38
18	32,5	9	4	4	1,6	42
20	36	10	4	4	2,2	46

Литература

1. Фролов С.А., Воинов А.В., Феоктистова Е.Д. Машиностроительное черчение. М.: Машиностроение, 1981. 304 с.
2. Боголюбов С.К. Черчение. М.: Машиностроение, 1985. 336 с.
3. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. Л.: Машиностроение, 1986. 447 с.

Содержание

1. Винтовые линии и поверхности.....	3
2. Резьба.....	6
3. Виды стандартных крепежных деталей.....	II
4. Определение параметров стандартных крепежных деталей для различных видов соединений.....	19
5. Приложения.....	24
Литература.....	4I

В.Р.Пивоваров
Редактор И.В.Гордеева

Методические указания
по курсу

Инженерная графика

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

(Кафедра инженерной графики)

Технический редактор Е.Н.Касьянова

Темплан издания МЭИ 1993(II) , метод.

Подписано к печати 1.03.94 г.

Формат 60x84/16

Печ.л.2,75 Уч.-изд.л.2,2

Тираж 1000 Изд. №94 Заказ 361

Типография издательства МЭИ, ротапринт,
Красноказарменная, 13