Федеральное агентство по образованию Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Омский государственный технический университет"

Л.М. Леонова, Н.Н. Чигрик

СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ

Учебное пособие

УДК 621.882 ББК 34.441 Л 47

Рецензенты:

Сковородников Е.И., доктор технических наук, профессор Омского государственного университета путей сообщения;

Юрков В.Ю., доктор технических наук, профессор Сибирский государственной автомобильно-дорожной академии

Вольф В.Д., заместитель начальника отдела главного технолога ОАО Омского производственного объединения "Радозавод им. А.С. Попова" (РЕЛЕРО).

Леонова Л.М., Чигрик Н.Н.

Л 47 Соединения разъемные резьбовые: учебное пособие для вузов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006.-110 с.

В предлагаемом учебном пособии дано описание способов изготовления изделий с резьбой, характеристики геометрических параметров резьбы в зависимости от технических и технологических условий изготовления и эксплуатации изделий для резьбового соединения. Изложены основные сведения о современном состоянии стандартизации технических средств измерения, методы контроля резьбы и резьбовых соединений, освещены основные правила изображения резьбы и резьбовых соединений в соответствии с требования государственных стандартов. Издание предназначено для студентов дистанционной, очной, заочной форм обучения механических и электромеханических специальностей, изучающих дисциплины "Инженерная графика", "Метрология, стандартизация и сертификация".

Введение

Научно-технический прогресс во всех отраслях науки и техники тесто связан с требованиями, предъявляемыми к объему и качеству продукции. С этой целью в современном машиностроении для обеспечения прочности разъемных соединений и сохранения плотности стыка в процессе длительной эксплуатации деталей машин достаточно широкое распространение получили резьбовые соединения.

Совершенствование элементов конструкций изделий с резьбой, которые весьма разнообразны как по форме и точности изготовления, так и по материалу, покрытию, классу прочности, невозможны без знания теоретического материала об образовании резьбы и способах ее получения.

Материал, изложенный в пособии, предназначен для студентов первого и второго курсов технических специальностей, изучающих дисциплину "Инженерная графика". С целью улучшения качества образовательного процесса изучения этой дисциплины, в учебном пособии изложены современные промышленные способы изготовления изделий с резьбой, характеристики геометрических параметров резьбы в зависимости от технических и технологических условий изготовления и эксплуатации изделий для резьбового соединения.

Инженерная графика, как точная наука, строится на основе исходных понятий о методах конструирования промышленных изделий в соответствии с требованиями государственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Условием изучения и усвоения стандартов в технических дисциплинах понимается не формальное заучивание стандартов, а понимание их геометрических оснований и правильного применения, содержащихся в них правил, требований и рекомендаций. Например, ГОСТ 23887 — 79 четко дает понятия видов соединений составных частей изделий, их изображения и обозначения. Согласно этому нормативному документу соединения подразделяются на разъемные и неразъемные. Соединения, не предусматривающие возможность их разборки без повреждения, называют неразъемными. Разъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей.

В учебном пособии акцент сделан на анализ ключевых понятий способов образования резьбы, видов резьбы и резьбовых соединений, которые оказывают достаточно большое влияние на качество промышленной продукции, изложены основные сведения о технических средствах измерения и методах контроля резьбы и резьбовых соединений.

1. Понятие об образовании винтовой линии, винтовой поверхности, резьбы

В машиностроении широко используются изделия, имеющие винтовые поверхности. По конструктивному назначению их можно классифицировать на три группы:

- крепежные изделия, употребляемые для разъемного неподвижного соединения деталей, приборов;
- изделия с резьбой для преобразования вращательного движения в поступательное;
- изделия специального назначения, например металлорежущий инструмент: сверла, фрезы, щетки для очистки дымоходных труб (кольцевой косой геликоид).

В основе образования резьбы лежит винтовое движение некоторой фигуры относительно прямой называемой осью винтового движения. Если движение совершает точка, то пространственную кривую, образованную точкой, называют винтовой линией или гелисой.

1.1. Винтовые линии

1.1.1. Цилиндрическая винтовая линия

Цилиндрическая винтовая линия образуется путем движения точки, совершающей равномерно-поступательное движение по прямой, параллельной некоторой оси, вокруг которой прямая, в свою очередь, вращается равномерно. Представим себе прямой круговой цилиндр, закрепленный в патрон токарного станка, и резец, подведенный к боковой поверхности цилиндра (рис. 1.1). Конечную точку резца обозначим точкой A. Если цилиндр оставить неподвижным, а резец перемещать вдоль оси цилиндра, т.е. сообщить ему равномерно-поступательное движение, то конец резца — точка A, оставит на боковой поверхности цилиндра след прямую линию. Если поступить наоборот, т.е. придать цилиндру равномерновращательное движение, в этом случае конец резца оставит на боковой поверхности след — окружность (рис. 1.2).

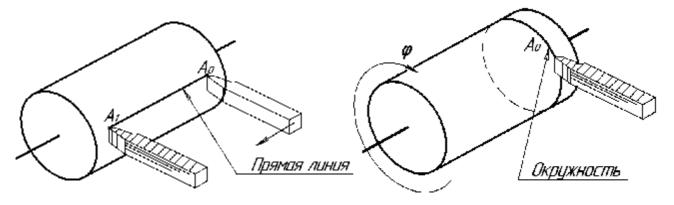


Рис. 1.1 Образование линии при поступательном движении резца

Рис. 1.2 Образование линии при вращении цилиндра

Если эти два движения (равномерно-поступательное и равномерно-вращательное) совершаются одновременно, то конец резца оставит на поверхности цилиндра линию, называемую цилиндрической винтовой линией (рис. 1.3).

После одного полного оборота конечная точка резца совершит по поверхности цилиндра путь от точки A_0 до точки A_1 , находящейся на одной образующей с точкой A_0 , т.е. образует часть винтовой линии, называемую витком. Длина отрезка A_0A_1 по образующей называется ходом P_h винтовой линии.

Если представить себе, что к круговому цилиндру подведены не один, а два резца, и придать цилиндру равномерно-вращательное движение, а резцам равномерно-поступательное, то конец каждого резца, т.е. точки A_0 и B_0 , оставят на поверхности цилиндра две самостоятельные цилиндрические винтовые линии с одинаковым ходом (рис.1.4).

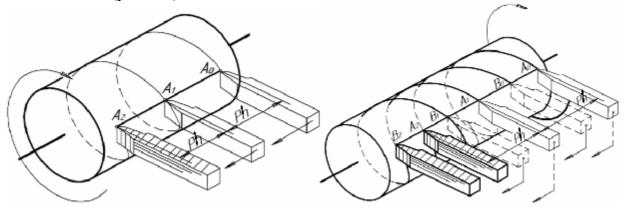


Рис. 1.3 Образование цилиндрической винтовой линии

Рис. 1.4 Образование двух винтовых линий на цилиндре

Цилиндрическую винтовую линию можно получить путем навивания прямоугольного треугольника на прямой круговой цилиндр (рис. 1.5). При этом катет A_0A_0 треугольника должен быть равен длине окружности основания цилиндра πD , а катет A_1A_0 — произвольной величине P_h — ходу винтовой линии, тогда P_h гипотенуза A_0A_1 навернутого треугольника является цилиндрической винтовой линией. Отсюда вытекает обратное: если развернуть боковую поверхность кругового цилиндра с винтовой линией, то она превращается в наклонную прямую — гипотенузу прямоугольного треугольника. Угол между гипотенузой A_0A_1 и катетом A_0A_0 (который равен πD) треугольника называют углом подъема и обозначают его Ψ .

Очевидно
$$tg\Psi = \frac{|A_0A_1|}{\pi D}$$
; где $|A_0A_1|$ — абсолютное значение A_0A_1 .

Цилиндрическая винтовая линия может иметь как правое, так и левое направление, что легко можно установить по фронтальной проекции видимой части вертикально расположенного цилиндра; если винтовая линия поднимается вправо (рис. 1.6, а), то она имеет правое направление, а если влево, то левое (рис. 1.6, б).

Цилиндрическая винтовая линия является пространственной кривой, т.е. такой, у которой все точки не лежат в одной плоскости. Такая линия называется линией двоякой кривизны. Она может быть изображена на плоскости только своими проекциями.

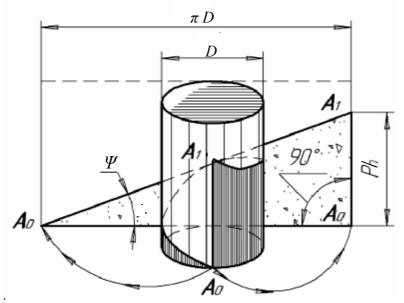


Рис. 1.5 Развёртка цилиндрической винтовой линии

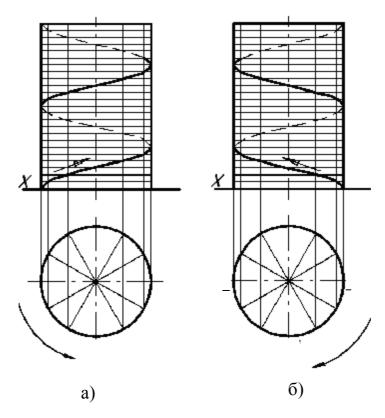


Рис. 1.6 Цилиндрическая винтовая линия: а — правая цилиндрическая винтовая линия; б — левая цилиндрическая винтовая линия

На рис. 1.6 одна из проекций витка винтовой линии является окружностью, а другая проекция — синусоидой. На развертке цилиндра (рис. 1.5) винтовая линия преобразуется в прямую — гипотенузу A_0A_1 . Следовательно, цилиндрическая винтовая линия — геодезическая линия, кратчайшим образом соединяющая, в общем случае, на поверхности цилиндра вращения две любые ее точки.

1.1.2 Коническая винтовая линия

Коническая винтовая линия образуется от движения точки, совершающей равномерно-поступательное движение по прямой – образующей прямого кругового конуса и в то же время равномерно вращающейся вокруг его оси (рис. 1.7).

Если придать резцу равномерно-поступательное движение, а конусу равномерно-вращательное, то в результате конец резца, т.е. точка A_0 оставит на поверхности конуса линию называемую конической винтовой линий. В приведенном примере точка A_0 после одного оборота переместиться из положения A_0 в положение A_1 , образуя первый виток, а после второго оборота переместиться из положения A_1 в положение A_2 и образует второй виток. Расстояние, параллельное оси конуса от точки A_0 до точки A_1 , называется ходом конической винтовой линии.

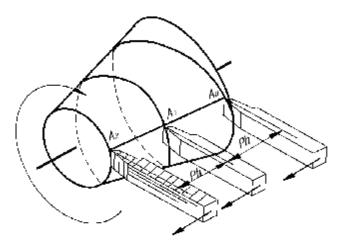


Рис. 1.7 Образование конической винтовой линии

Коническая винтовая линия может быть как правого, так и левого направления.

На рис. 1.8 показано построение проекций конической винтовой линии. Горизонтальная проекция основания конуса разделена на 12 равных частей.

Соответственно такое же количество образующих нанесено на фронтальную проекцию конуса. Ход P_h разделен на 12 равных частей, и через каждое деление проведены проекции параллелей. На горизонтальной проекции нанесены проекции параллелей (концентрические окружности). Точки пересечения соответствующих проекций образующих с соответствующими проекциями параллелей дадут

проекции конической винтовой линии. Горизонтальная проекция будет являться спиралью Архимеда, а фронтальная – синусоидой с уменьшающейся высотой витков ("затухающая кривая").

Винтовая линия на конусе не является геодезической. Винтовые линии могут быть построены на любой поверхности вращения, в частности, в технике они используются не только на цилиндре или конусе, но и на сфере и гиперболоиде вращения.

1.2. Винтовые поверхности

Винтовые поверхности образуются при винтовом движении произвольной линии. Наибольшее применение в технике имеют линейчатые винтовые поверхности (геликоиды), образованные винтовым движением отрезка прямой.

На рис. 1.9 показана винтовая цилиндрическая лента шириной b. На образующей цилиндра можно отметить любое количество точек перемещающихся вдоль нее с одинаковой скоростью. При вращении образующей все точки опишут гелисы одинакового хода. Производящие гелисы, образованные точками A и B, расположены на равном расстоянии b. Такие гелисы лежат в основе образования многозаходных резьб.

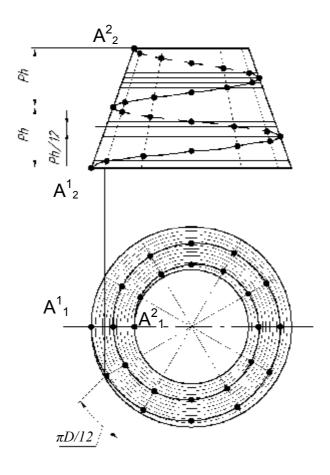


Рис. 1.8 Коническая винтовая линия

На рис. 1.9 показана винтовая цилиндрическая лента шириной b. На образующей цилиндра можно отметить любое количество точек перемещающихся вдоль нее с одинаковой скоростью. При вращении образующей все точки опишут гелисы одинакового хода. Производящие гелисы, образованные точками A и B, расположены на равном расстоянии b. Такие гелисы лежат в основе образования многозаходных резьб.

На рис. 1.10 показано построение левого прямого геликоида, ограниченного двумя гелисами. Производящий отрезок AB скользит по направляющей гелисе, пересекая во всех своих положениях её ось под 90° (то есть оставаясь параллельным горизонтальной плоскости проекций). Ход и окружность (горизонтальную проекцию гелисы) делят на одинаковое число равных частей и из точки B_1 , и B_2 проводят линии связи до пересечения с одноимёнными горизонталями. Цилиндр на рис. 1.10 изображен непрозрачным.

На рис. 1.11 производящий отрезок AB скрещивается с осью направляющей гелисы (a_1,a_2) под углом 90° во всех своих положениях касаясь направляющего цилиндра, оставаясь параллельным горизонтальной плоскости проекций. Такую винтовую поверхность называют винтовым цилиндроидом.

Производящий отрезок AB скользя по направляющей гелисе может пересекать ее по некоторым постоянным углом — это наклонный или архимедовый геликоид.

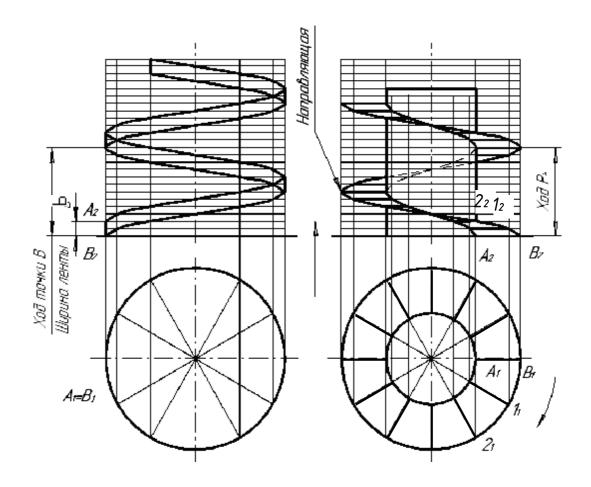


Рис. 1.9 Винтовая лента

Рис. 1.10 Прямой геликоид

В конволютном геликоиде производящий отрезок AB, скользя по направляющей гелисе скрещивается с ее осью под некоторым постоянным углом.

1.3 Образование резьбы

Резьба образуется при винтовом движении некоторой плоской фигуры, задающий так называемый профиль резьбы, расположенный в одной плоскости с осью поверхности вращения. Всякая любая цилиндрическая или коническая винтовая резьба образуется от перемещения профиля резьбы, причем одна из сторон этого профиля лежит на образующей цилиндра или конуса, и описывает винтовую ленту, а вершины профиля перемещаются по винтовым линиям.

Типы резьбы зависят от формы выбранной плоской фигуры, т.е. от профиля резьбы. Резьбы могут быть треугольные — когда профилем является треугольником; трапецеидальные — профиль трапеция; квадратными — профиль квадрат (рис. 1.12, 1.13). Образование винта с трапецеидальной резьбой можно представить, как навивание на цилиндр трапецеидальной призмы; навиваемая призма образует выступы резьбы, между которыми образуются впадины. Хотя в действительности резьба образуется не навиванием призмы на цилиндрический стержень, а наоборот, резьба образуется выточкой впадин на его поверхности.

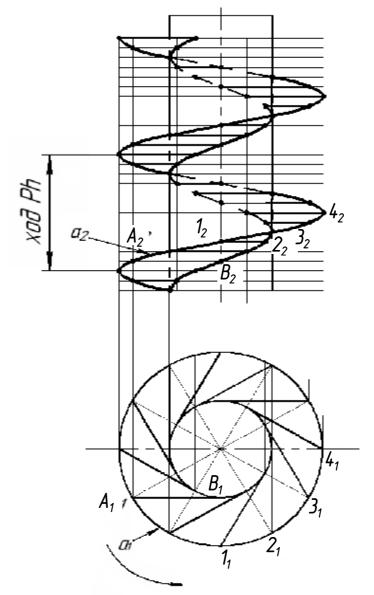


Рис. 1.11 Винтовой цилиндроид

Если призма при одном обороте вокруг цилиндра переместится на расстояние, равное ходу винтовой линии, то такой винт называют одноходовым или винтом с ходом в одну нитку. Таким образом, ходом винта называется величина, на которую перемещается вдоль оси винт во время завинчивания на один оборот.

Резьбу можно получить способом, подобным способу получения винтовой линии. Предположим, что подведенный к цилиндру конец резца имеет форму равнобочной трапеции (рис. 1.14). Если цилиндру придать вращательное движение, а резец углублять на величину *b*, то на цилиндре получится проточка, форма и размеры которой будут соответствовать концу резца. Если резцу придать равномернопоступательное движение, параллельное оси вращения цилиндра и одновременно вращательное движение, то на цилиндре получится резьба. В зависимости от формы заточки конца резца и образуется соответствующий профиль резьбы. В приведенном примере резьба имеет трапецеидальный профиль.

Номинальные размеры параметров резьбы являются общими как для наружной (резьбы на стержне), так и для внутренней резьбы (резьбы в отверстиях).

К теоретическим параметрам резьбы относят:

- $-d_2(D_2)$ средний диаметр резьбы, под которым понимают диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, образующая которого пересекает профиль резьбы в точках, где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы для однозаходной резьбы или половине номинального хода, поделенной на число заходов для многозаходной резьбы;
- d (D) наружный диаметр резьбы, под которым понимают диаметр воображаемого цилиндра, описанного касательно к вершинам наружной резьбы или впадинам внутренней. Этот диаметр для большинства резьб принимают за номинальный;
- $-d_1(D_1)$ внутренний диаметр резьбы, под которым понимают диаметр воображаемого цилиндра, вписанного касательно к впадинам наружной резьбы или вершинам внутренней;
- P шаг резьбы, определяемый расстоянием между соседними одноименными боковыми сторонами профиля, измеренным в направлении, параллельном оси резьбы, на расстоянии, равном половине среднего диаметра от этой оси;
- $-P_h$ ход резьбы, определяемый величиной относительного осевого перемещения винта (гайки) за один оборот. Эта величина оценивается расстоянием между ближайшими одноименными сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности в направлении, параллельном оси резьбы;
- $-\alpha$ угол профиля резьбы, определяемый между боковыми сторонами профиля в осевой плоскости;
- α/2 половина угла профиля, определяется между боковой стороной профиля и перпендикуляром, опущенным из вершины исходного профиля симметричной резьбы на ось резьбы;
- Н высота исходного профиля, под которым понимают высоту остроугольного профиля, полученного при продолжении боковых сторон профиля до их пересечения (это относится к резьбам с треугольным профилем);
- $-H_{I}$ рабочая высота профиля, под которым понимают высоту соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьбы в направлении, перпендикулярном к оси резьбы;
- $-H_2$ высота профиля, определяемая расстоянием между вершиной и впадиной профиля в направлении, перпендикулярном к оси резьбы;
- Ψ угол подъема резьбы, под которым понимают угол, образованный касательной к винтовой линии в точке, лежащей на среднем диаметре, и плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы Угол подъема определяется формулой: $tg\Psi = P/\pi d_2$;
- l длина свинчивания резьбы (высота гайки), под которой понимают длину соприкосновения винтовых поверхностей наружной и внутренней резьбы в осевом направлении.

Эти параметры у стандартной резьбы регламентируются соответствующими нормативными документами, например, профиль и параметры метрической резьбы регламентированы ГОСТ 8724-81 и ГОСТ 24705-81.

На рис. 1.15 показаны резьбовые стержни с различными профилями резьбы.

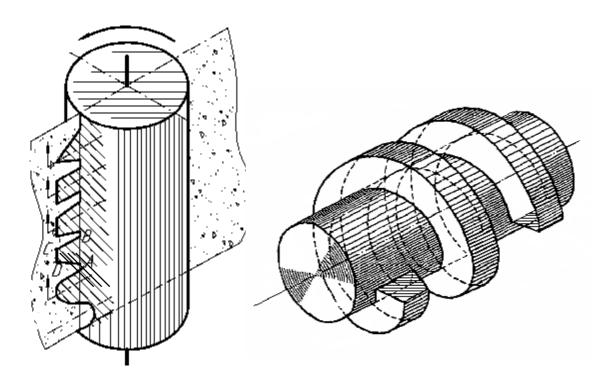


Рис. 1.12 Различные формы профиля резьбы

Рис. 1.13 Образование резьбы трапецеидального профиля

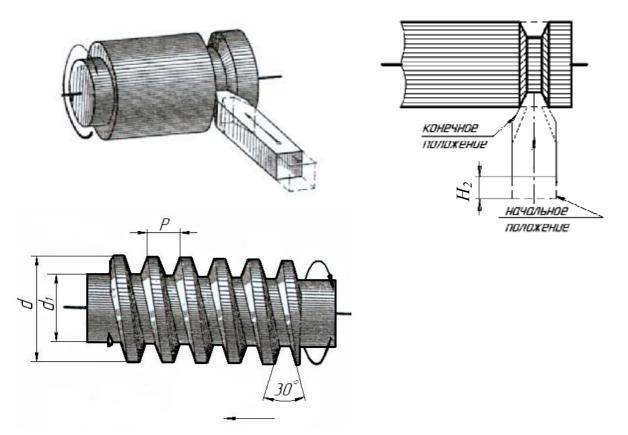


Рис. 1.14 Нарезание трапецеидальной резьбы

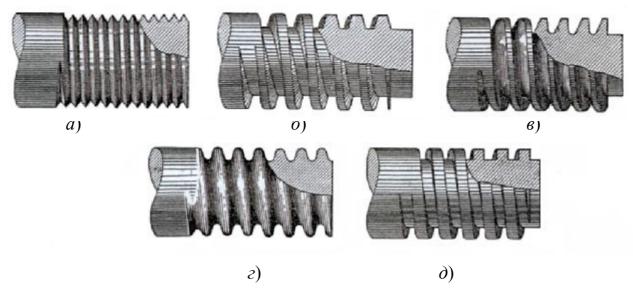


Рис. 1.15 Виды резьбы на стержне: a — треугольная, δ — трапецеидальная, ϵ — упорная, ϵ — круглая, δ — прямоугольная (квадратная)

1.3.1 Однозаходные резьбы

Резьбу, образованную движением одного профиля, называют *однозаходной*. Для получения одноходового винта достаточно навивать, например, треугольную призму так, чтобы витки прилегали один к другому, тогда при одном обороте во время завинчивания винт переместится на расстояние, равное величине шага, где ход P_h одноходового винта равен шагу резьбы, т.е. вводится понятие *шаг* резьбы, обозначаемый прописной латинской буквой P, под которым практически понимается расстояние по линии параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноменных боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону (рис. 1.16), таким образом, под *шагом* однозаходной резьбы подразумевается ход — расстояние, на которое переместится изделие с резьбой (винт при неподвижной гайке или гайка при неподвижном винте) за один оборот.

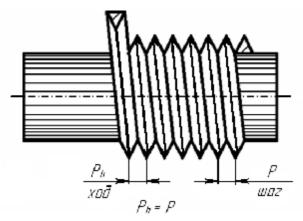


Рис. 1.16 Однозаходный винт

Рассмотрим построение винтовой поверхности, образованной треугольным профилем. Для построения необходимо иметь следующие параметры:

- 1. Внешний диаметр резьбы -d.
- 2. Внутренний диаметр резьбы $d_{1.}$
- 3. Направление винтовой линии правое.
- 4. Ход винтовой линии P_h .
- 5. Ширина винтовой лент- длина основания треугольного профиля, совпадающего с образующей цилиндрической поверхности и принимаемой равной ходу P_h .

Построение поверхности резьбы треугольного профиля, представленной на рис. 1.17 выполняется в соответствие нижеизложенному алгоритму:

- Окружности оснований цилиндров с диаметрами d и d_1 на горизонтальной плоскости проекций делим на равные части. Деления нумеруем в направлении вращательного движения точек E, B, C (вершин треугольника), образующих гелисы. (правое против движения часовой стрелки).
- Строим вертикальную проекцию цилиндров с диаметрами, равными d и d_{1} , отмечают ход P_{h} и делят его на то же количество частей.
- Строим винтовую ленту на цилиндре диаметром d_I и шириной, равной отрезку EC (основание треугольника EBC) с учетом непрозрачности цилиндра диаметром d_I .
- Строим винтовую линию точки B, лежащей на цилиндре диаметром d.
- Построим очерк поверхности. Для этого через точки делений окружности 1,2,3... основания цилиндра диаметром d проводят вертикальные линии связи до пересечения с горизонтальными вспомогательными прямыми 1,2,3... на Π_2 , проходящими через точки деления хода P_h винтовой резьбы (она образована двумя поверхностями кольцевого косого геликоида). Следует заметить, что очерк построенной поверхности ограничивается касательными прямыми линиями (рис. 18), проведенными к построенным фронтальным проекциям (синусоидам): гелисы (\cdot) B, гелисы (\cdot) E, гелисы (\cdot) C.

Последовательность построения винтовой поверхности и разреза A - A:

- 1) Строим положение производящего профиля *EBC* в каждый момент движения, зафиксированным соответствующим положением точек гелисы 1,2,3....
- 2) Точка встречи стороны BE производящего профиля EBC с секущей плоскостью, совпадает с точкой $E(E_1E_2)$.
- 3) Находим точку встречи производящей стороны BE (положения в (\cdot) I) с секущей плоскостью, получаем (\cdot) I^{I} (I_{2}^{I}, I_{1}^{I}) , принадлежащей ветки спирали Архимеда.
- 4) Находим точку 2^{I} (2_{I}^{I} , 2_{2}^{I}), как точку встречи стороны BE производящих треугольник BEC с плоскостью Γ .
- 5) Аналогично строим точки 3^l , 4^l , 5^l , 6^l и принадлежащие сечению однозаходной винтовой резьбы треугольного профиля. Сечение ограничивается двумя пересекающимися спиралями Архимеда. Винты с треугольным профилем наиболее распространены в машиностроении. Почти все крепежные изделия (болты, гайки, винты, шпильки и т.д.) выполняют с резьбой треугольного профиля.

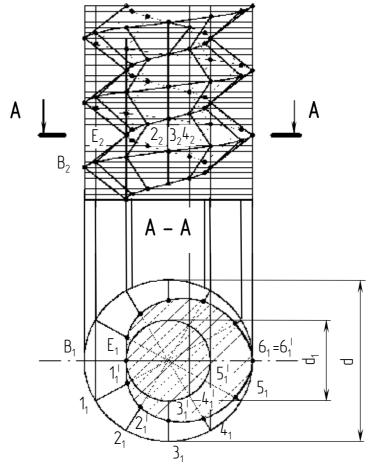


Рис. 1.17 Построение поверхности резьбы, образованной треугольным профилем

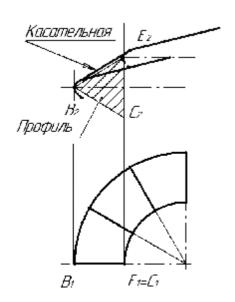


Рис.1.18 Построение касательной к гелисам точек профиля

Однако, чтобы не делать описания длительных и сложных построений, резьбы на изделиях, как правило, изображаются условно.

Различают правую и левую резьбы в зависимости от того, какая винтовая линия лежит в основе резьбы, правая или левая. Если ось наружной резьбы расположить вертикально перед наблюдателем, то у правой резьбы видимая часть витков поднимается слева направо, у левой резьбы — справа налево.

Если профиль перемещается по поверхности цилиндра вращения, резьбу называют цилиндрической, по поверхности конуса вращения – конической, по поверхности гиперболоида вращения – глобоидной. Резьба может быть выполнена на стержне (наружная резьба) и в отверстии (внутренняя резьба).

1.3.2 Многозаходные резьбы

Резьбу, образованную движением двух, трех и более *одинаковых* профилей называют многозаходной (двух-, трехзаходной и т.д.). Для получения двухходового винта надо одновременно навивать две треугольные призмы, расположенные рядом без промежутка. Во время завинчивания такой винт за один оборот переместится на расстояние двух шагов 2P ($P_h = 2P$), т.е. ход $P_h = 2P$, где 2 – число заходов (рис. 1.19).

Для получения трехзаходного винта надо одновременно навивать три треугольные призмы (рис. 20); тогда при одном обороте во время завинчивания такой винт переместится на расстояние трех шагов и, следовательно, ход трехзаходного винта будет равен 3P (Ph = 3P). Отсюда, делаем вывод, что, ход многозаходной резьбы получается умножением *шага* на число заходов – n:

$$P_h = P \times n$$
.

Многозаходные винты дают возможность получить большие перемещения винта вдоль его оси при одном обороте Для определения числа ходов винта достаточно осмотреть его торцовую поверхность и сосчитать на ней количество ниток. На рис. 1.21 показан торец винта, на котором видно три конца 1,2,3 ниток; следовательно, этот винт трехзаходный. Построение сечения трехходового винта прямо-угольного профиля аналогично построению сечения одноходовой винтовой поверхности треугольного профиля, описанного ранее.

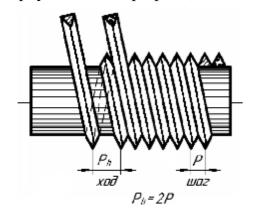


Рис. 1.19 Двухзаходный винт

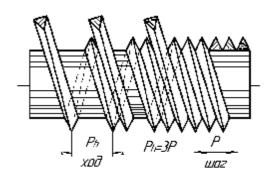


Рис.1.20 Трёхзаходный винт

1.4 Классификация резьбы

Резьба и резьбовые соединения широко распространены в технике. К их достоинствам относятся универсальность, надёжность, удобство сборки и разборки, простота изготовления. Классифицируем резьбы по наиболее характерным признакам. На рис. 1.22 показана схема классификации резьбы.

Резьбы подразделяются в зависимости от формы профиля на резьбы треугольного, прямоугольного, трапецеидального, круглого и других профилей; в зависимости от вида поверхности, на которой нарезана резьба, они классифицируются на цилиндрическую резьбу, расположена на поверхности цилиндра вращения, коническую – на поверхности конуса вращения, глобоидную – на поверхности гиперболоида вра-

щения; в зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или в отверстии они подразделяются на наружные и внутренние.

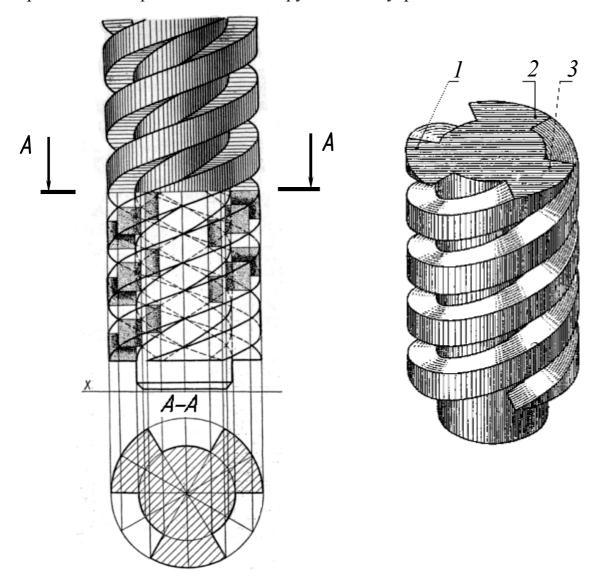


Рис. 1.21 Трёхзаходный винт прямоугольного профиля

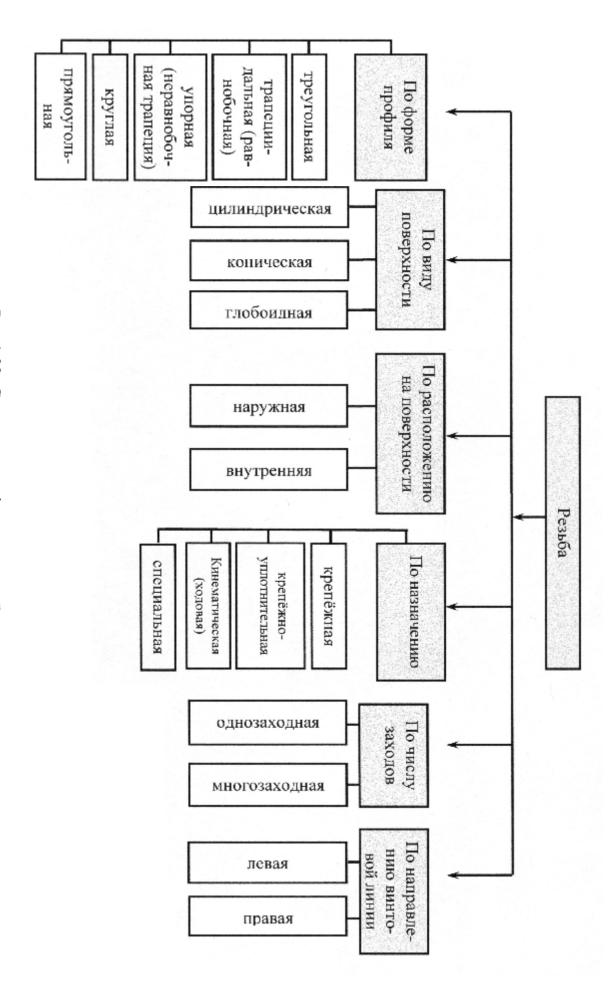
По эксплуатационному назначению резьбы подразделяются на резьбы общего назначения и специальные. В свою очередь, резьбы общего назначения делятся на крепёжные (метрическая, дюймовая), крепёжно-уплотнительные (трубные, конические) и кинематические-ходовые (трапецеидальные, упорные, прямоугольные). К специальным резьбам относятся резьбы со стандартным профилем, но нестандартным диаметром или шагом.

Кроме того, все резьбы разделяют на две группы:

- стандартизованные резьбы, т.е. резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом и диаметром;
- нестандартизованные резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованным.

По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные.

В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы.



2. Технологические параметры резьбы

Способы формообразования винтовых поверхностей на деталях можно классифицировать по виду обрабатывающих инструментов. На рисунке 2.1 представлена классификация способов изготовления винтовых поверхностей на деталях. Выбор способа изготовления деталей с винтовой поверхностью зависит от материала (металл, пластмасса, стекло и др.), от требований к условиям работы.



Рис. 2.1 Классификация способов изготовления винтовых поверхностей на деталях

2.1 Резьбонарезание

Широко распространённым способом изготовления резьбовых деталей в технологических процессах является резьбонарезание. С помощью резьбовых резцов и гребенок на токарно-винторезных станках выполняется нарезание резьбы как наружной, так и внутренней (для внутренней резьбы, начиная с $d=12\ mm$ и выше). Этот способ характеризуется относительно невысокой производительностью, поэтому в настоящее время он применяется в основном в мелкосерийном и индивидуальном производстве, а также при создании точных винтов, калибров, ходовых винтов и т.д. Достоинство его — простота режущего инструмента и сравнительно высокая точность получаемой резьбы.

Процесс нарезания резьбы резцом осуществляется за несколько проходов, число которых зависит от шага и высоты профиля резьбы и ряда других факторов.

Схематически способ нарезания резьбы резцом показан на рисунках: 1.1 - 1.4, 1.7, т.е. заключается в следующем: при одновременном вращательном движении детали, на которой вырезается резьба, и поступательном движении резца (вдоль оси детали) последний снимает (вырезает) часть поверхности детали в виде винтовой линии.

При нарезании ходовых резьб, особенно с крупным профилем, зачастую используют два резца для получения резьбы нормального профиля.

Процесс нарезания резьбы многозубой гребенкой в сравнении с нарезанием резцом является более производительным. Гребенка, рабочая часть которой со-

стоит из 5-8 зубьев, имеет по порядку различную высоту зубьев, последние из которых являются калибрующими и имеют полный профиль.

Работа по нарезанию распределяется между несколькими зубьями гребенки, благодаря чему сокращается число проходов и уменьшается время на обработку (рис. 2.2).

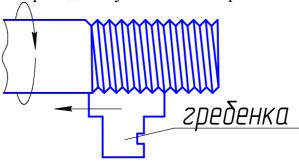


Рис. 2.2 Нарезание резьбы гребенкой

Нарезание крепежной резьбы в условиях серийного и массового производства производиться на токарных, револьверных и специальных станках при помощи плашек, резьбонарезных головок и метчиков.

Наиболее употребительные резьбонарезные инструменты: *плашки* – для нарезания резьбы на стержнях (болт, винт, шпилька и др.), т.е. наружной резьбы (рис. 2.3). По своим конструктивным особенностям плашки делятся на круглые (лерки) и раздвижные (клупповые).

метчики – для нарезания внутренней резьбы в гайках, в отверстиях с резьбой (рис. 2.4).

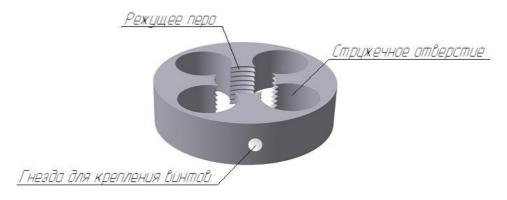


Рис. 2.3 Плашка круглая (лерка)

Метчик представляет собой стальной стержень с нарезанной на нем резьбой и разделенный продольными прямыми или винтовыми канавками, образующими режущие кромки. Эти же канавки служат для выхода стружки. По способу применения метчики разделяются на ручные и машинные. Нарезают резьбу комплектом из двух или трех метчиков (малого, среднего и нормального чистового) в зависимости от ее размера. Для метрической с крупным шагом и дюймовой резьбы комплект состоит из трех метчиков, для метрической с мелким шагом и трубной резьбы — из двух.

В виду устройства резьбонарезного инструмента (например: плашки; метчика) или при отводе резца (рис. 2.5), при переходе от участка поверхности с резьбой полного профиля (участка l) к гладкой поверхности образуется участок длиной (l_l) с постепенно уменьшающимся по высоте профилем.

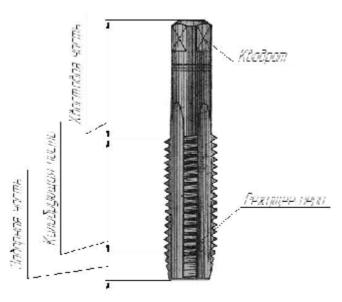


Рис. 2.4 Метчик

Этот участок (l_1) с неполноценной резьбой называется *сбегом* резьбы. Подобный сбег образуется и на конце глухого отверстия с резьбой, при применении метчика, у которого заборная часть имеет форму конуса (рис. 2.4, 2.7). Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей доводить инструмент до упора к ней, то образуется *недовод* резьбы. Сбег и недовод образуют недорез резьбы (рис. 2.5). Если требуется изготовить резьбу на стержне полного профиля, то для вывода резьбонарезного инструмента делают *проточку* шириной b, диаметр d_2 , которой меньше внутреннего диаметра d_1 резьбы (рис. 2.6).

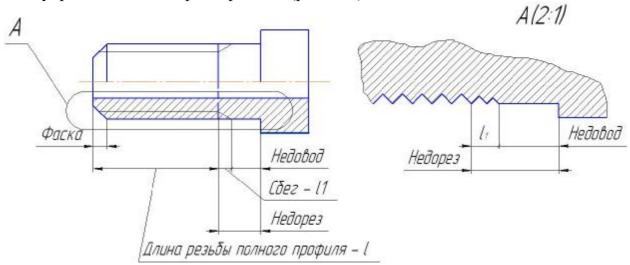


Рис. 2.5 Наружная резьба

Для изготовления резьбы полного профиля в отверстии делают *проточку* шириной b_1 , диаметр d_3 , которой больше номинального диаметра резьбы d (рис. 2.8).

Обычно до нарезания резьбы на конце стержня и в отверстии делают фаску предохраняющую крайние витки от повреждений и являющуюся направляющей в резьбовом соединении (рис. 2.6-2.8). Размер l_0 показывает положение проточки от торца детали (рис. 2.8).

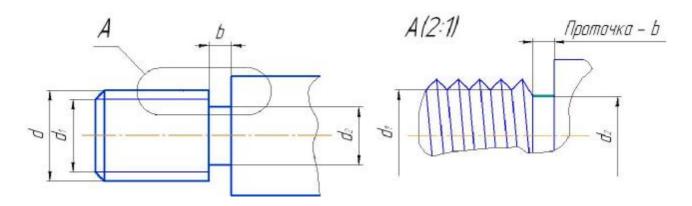


Рис. 2.6 Нарезание полного профиля резьбы на стержне

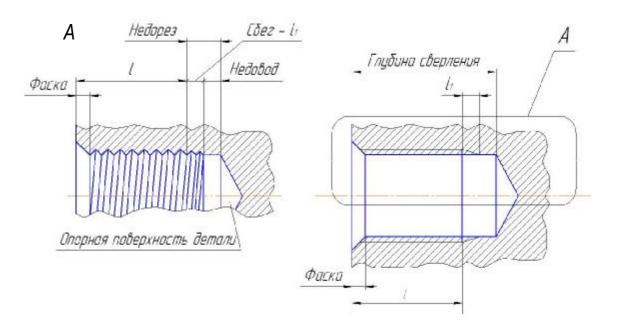


Рис. 2.7 Резьба в глухом отверстии

Размеры фасок, сбегов, недорезов и проточек стандартизованы (ГОСТ 10549-80*, ГОСТ 27148 - 86 Изделия крепёжные. Выход резьбы, сбеги, недорезы и проточки. Размеры).

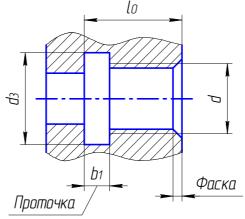


Рис. 2.8 Резьба полного профиля в отверстии

Последовательность изготовления глухого отверстия в детали сверлом и его условное изображение на чертежах показано на рис. 2.9. В начале сверлом

высверливают гнездо, глубина которого зависит от пластичности материала, куда в дальнейшем будет ввернута деталь (шпилька, винт...).

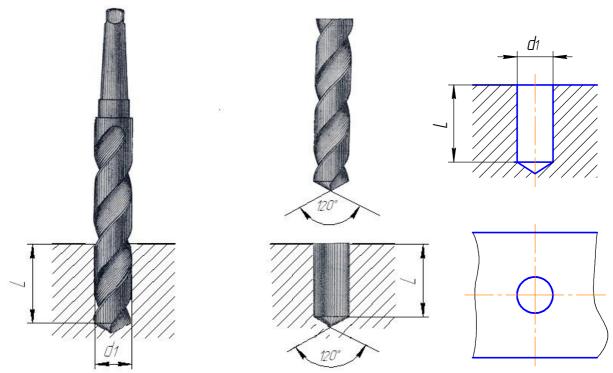


Рис. 2.9 Нарезание глухого отверстия сверлом

Диаметр сверла должен быть выбран из таблицы стандартов в зависимости от нарезаемой в дальнейшем резьбы. Диаметр отверстия d_I равен диаметру сверла, которым это отверстие высверливается, L – глубина сверления отверстия.

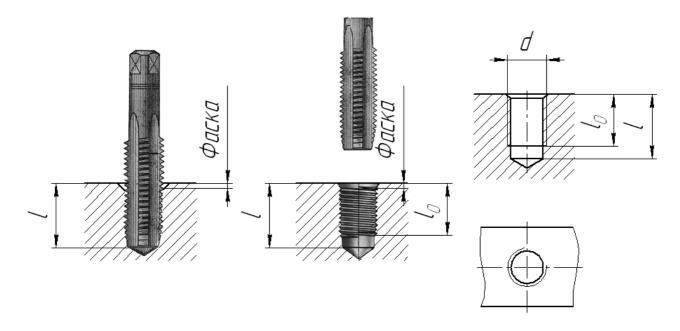


Рис. 2.10 Нарезание резьбы метчиком в глухом отверстии

Способ изготовления глухого резьбового отверстия метчиком и его условное изображение показано на рис. 2.10. Следует знать, что под завернутой шпилькой

или винтом остается незаполненная часть гнезда. Эта нижняя часть гнезда имеет запас полной резьбы, резьбу неполного профиля — сбег из-за нижней заборной части метчика и не нарезанную часть. Фаска в гладком отверстии выполняется до нарезания резьбы метчиком. Номинальный диаметр резьбы d равен диаметру метчика, l — полная глубина отверстия, l_0 — длина полного профиля резьбы.

2.2 Накатывание резьбы

Основным промышленным методом изготовления резьбы в настоящее время является накатка на специальных резьбонакатных станках. Эти станки при большой производительности обеспечивают верность формы, размера и чистоты поверхностей резьб. Процесс накатывания резьбы заключается в создании резьбы на поверхности детали без снятия стружки за счет пластической деформации поверхности обрабатываемой детали. Осуществляется этот процесс двумя способами: при помощи плоских или круглых плашек (роликов). Схематически способ накатки заключается в следующем. Деталь прокатывают между двумя плоскими плашками (рис. 2.11, а) или цилиндрическими роликами (рис. 2.11, б), имеющими резьбовой профиль. В результате на стержне выдавливается резьба такого же профиля. Наибольший диаметр накатываемой резьбы $25 \, mm$, наименьший – $1 \, mm$, длина накатываемой резьбы $60 - 80 \, mm$.

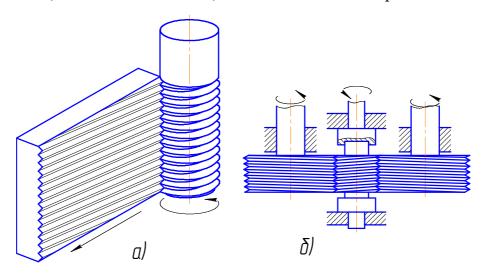


Рис. 2.11 Накатывание резьбы

2.3 Фрезерование резьбы

Фрезерование наружной и внутренней резьбы производится на специальных резьбофрезерных станках. Вращающаяся гребенчатая фреза при радиальной подаче врезается в тело детали и фрезерует резьбу на ее поверхности. При этом происходит осевое перемещение детали или фрезы от специального копира на величину, равную шагу резьбы за время одного оборота детали.

На рис. 2.12 показано фрезерование наружной резьбы при помощи дисковой профильной фрезы. Такие фрезы зачастую находят применение при фрезеровании треугольной и трапециидальной резьбы с крупным шагом на деталях, имеющих большую длину.

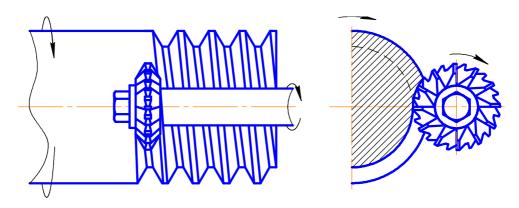


Рис. 2.12 Фрезерование резьбы

2.4 Шлифование точной резьбы

Шлифование как способ создания резьбы применяется главным образом для получения точной резьбы на сравнительно коротких резьбовых деталях, например резьбовых пробках – калибрах, резьбовых роликах.

Шлифование резьбы осуществляется как при помощи однопрофильного, так и многопрофильного круга. Шлифовальный круг выбирается в зависимости от параметров резьбы, материала детали и рода шлифования (однониточное или многониточное). Предварительно в зависимости от профиля резьбы производится профилирование шлифовального круга с помощью специального приспособления с алмазом. Сущность шлифования резьбы состоит в том, что шлифовальный круг, располагающийся по отношению к детали под углом подъема резьбы, при быстром вращении и подаче вдоль оси на величину шага резьбы за один оборот вырезает(вышлифовывает) часть поверхности детали. В зависимости от конструкции станка и ряда других факторов резьба шлифуется за два, четыре и более прохода. На рис. 2.13 показана схема шлифования наружной резьбы однопрофильным шлифовальным кругом. Благодаря тому, что стружка, снимаемая шлифовальным кругом, очень тонкая, и наружная, и внутренняя резьба получается очень точной.

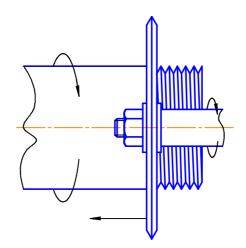


Рис. 2.13 Шлифование резьбы

3. Изображение резьбы

Правила изображения резьбы устанавливает стандарт (ГОСТ 2.311-68*)

3.1. Основные требования

- 3.1.1. Резьбу изображают:
- а) на стержне сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах полученных проецированием на плоскость, перпендикулярно к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную ³/₄ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 3.1, 3.2)

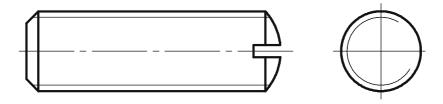


Рис. 3.1 Резьба на цилиндрическом стержне

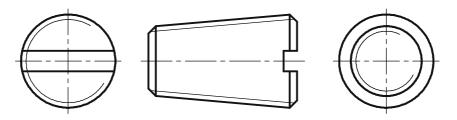


Рис. 3.2 Резьба на коническом стержне

- б) в отверстии сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру. На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную ³/₄ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 3.3, 3.4). Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.
- 3.1.2. Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру (рис. 3.5).
- 3.1.3. Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рис. 3.6 3.7).

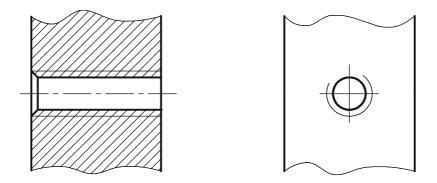


Рис. 3.3 Резьба в цилиндрическом отверстии

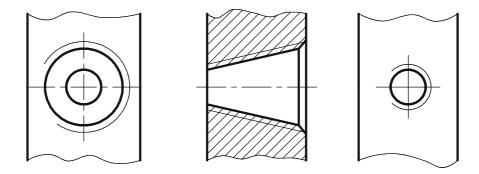


Рис. 3.4 Резьба в коническом отверстии

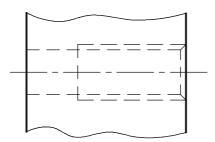


Рис. 3.5 Невидимое отверстие с резьбой

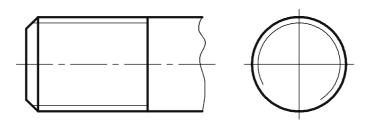


Рис. 3.6 Граница резьбы на стержне

- 3.1.4. Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рис. 3.3, 3.4, 3.7, 3.8)
- 3.1.5. Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией, как изображено на рис. 3.9, 3.10.
- 3.1.6. Недорез резьбы, выполненной до упора, изображают, как показано на рис. 3.11(a, e). Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рис. 3.11(6, e).

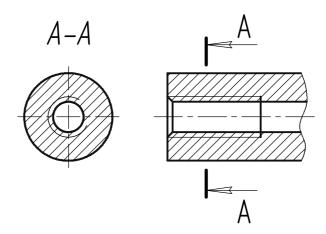


Рис. 3.7 Резьбовое отверстие в сечении

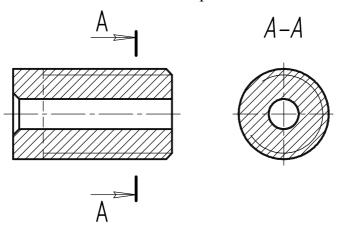


Рис. 3.8 Наружная резьба на изделии в сечении

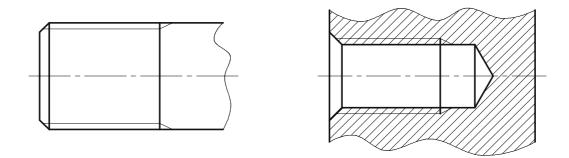


Рис. 3.9 Сбег наружной резьбы Рис. 3.10 Сбег внутренней резьбы

- 3.1.7. На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рис. 3.12 даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.
- 3.1.8. Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают. Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски (рис. 3.13 3.15).

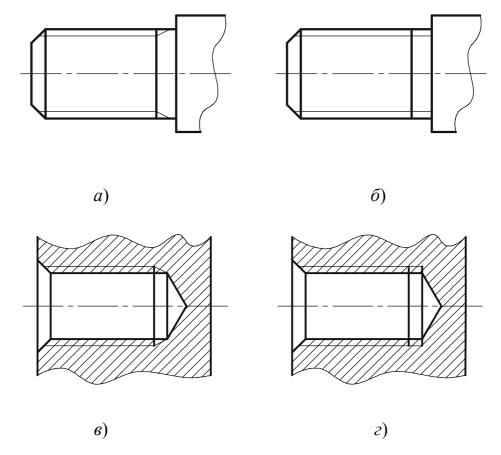


Рис. 3.11 Разновидности изображения недореза резьбы, выполненного до упора

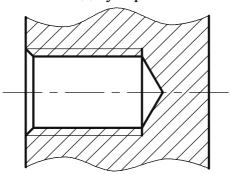


Рис. 3.12 Допустимое изображение глухого резьбового отверстия на чертежах, по которым резьбу не выполняют

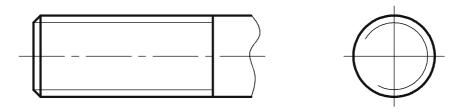


Рис. 3.13 Изображение фаски на стержне

3.1.9. На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной к его оси, в отверстии показывают только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 3.16, 3.17).

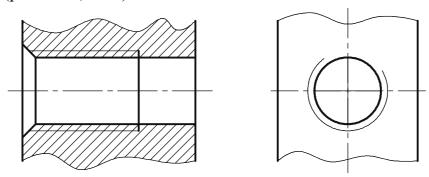


Рис. 3.14 Изображение фаски в резьбовом отверстии

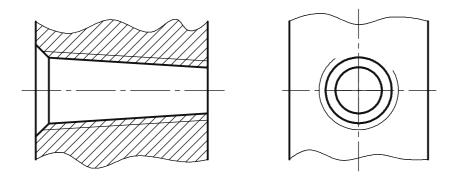


Рис. 3.15 Изображение фаски в коническом резьбовом отверстии

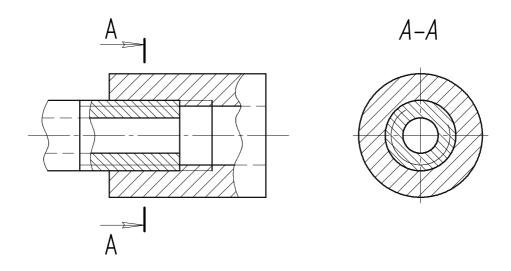


Рис. 3.16 Резьбовое соединение в разрезе

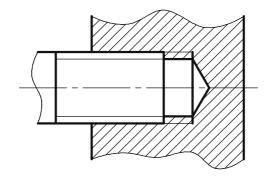


Рис. 3.17 Разрез резьбового соединения с глухим резьбовым отверстием

3.2 Нанесение размеров

3.2.1. Размер длины резьбы с полным профилем (без сбега) на стержне и в отверстии указывают, как показано на рис. 3.18, a и рис. 3.19, a. Размер длины резьбы (со сбегом) указывают, как показано на рисунках 3.18, δ и 3.19, δ . При необходимости указания величины сбега на стержне размеры наносят, как показано на рисунке 3.18, δ .

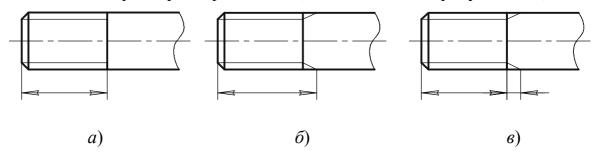


Рис. 3.18 Способы указания размера длины резьбы на стержне

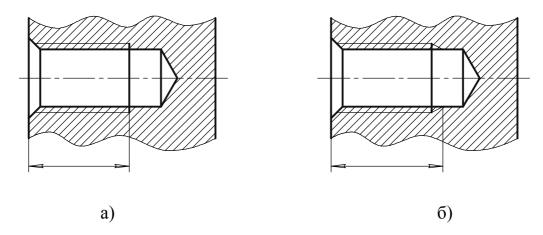


Рис. 3.19 Способы указания размера длины резьбы в отверстии

- 3.2.2. Основную плоскость конической резьбы на стержне, при необходимости, указывают тонкой сплошной линией, как показано на рис. 3.20.
- 3.2.3. Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображённых на рис. 3.21, со всеми необходимыми размерами. Кроме размеров и предельных отклонений резьбы, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы с добавлением слова "Резьба".

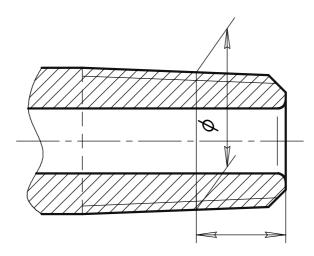


Рис. 3.20 Положение основной плоскости наружной конической резьбы

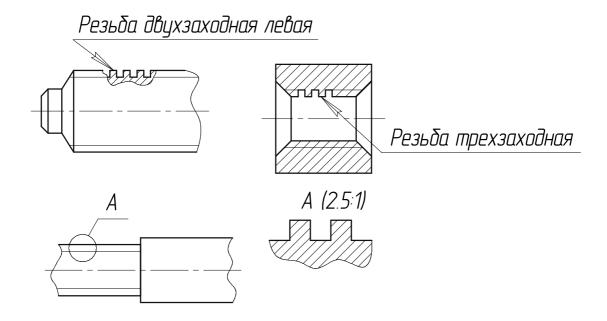


Рис. 3.21 Указание дополнительных данных резьбы с нестандартным профилем

3.2.4. Обозначение резьбы указывают по соответствующим стандартам на размеры и относят их для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рисунках 3.22 и 3.23.

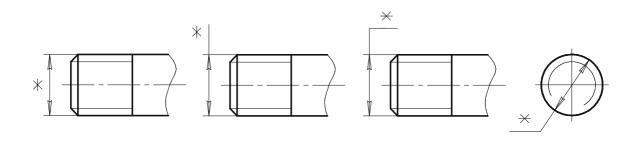


Рис 3.22 Варианты нанесения обозначений наружной резьбы

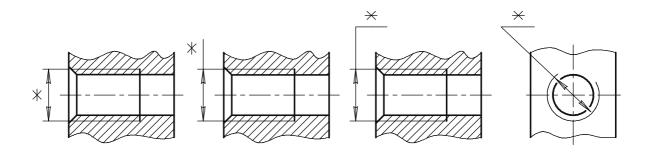


Рис. 3.23 Варианты нанесения обозначений внутренней резьбы

Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы. Наносят, как показано на рис. 3.24.

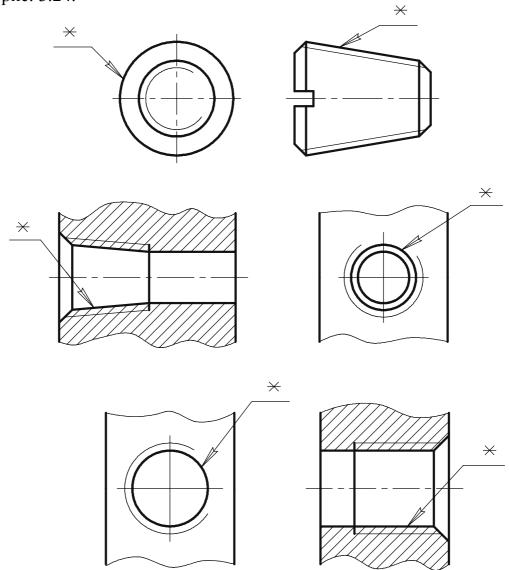


Рис. 3.24 Нанесение обозначений конических резьб и трубной цилиндрической резьбы

3.2.5.Специальную резьбу со стандартным профилем обозначают сокращенно "Сп" и условным обозначением резьбы.

Примечание. Знаком "*" отмечены места нанесения обозначения резьбы,

4. Стандартные и нестандартные резьбы

Для крепежных деталей применяют резьбу треугольного профиля с углом при вершине $60\,^\circ$ или $55\,^\circ$ одноходовую, имеющую небольшой угол подъема винтовой линии.

На деталях с резьбой такого типа лучше удерживается гайка от самопроизвольного отвинчивания при толчках и сотрясениях работающей машины (свойство самоторможения).

Треугольные крепежные резьбы бывают метрические и дюймовые.

На трубах, деталях трубных соединений – гайках, тройниках, крестовинах, отводах, нарезают трубную цилиндрическую, имеющую также исходный треугольный профиль с углом у вершины 55 °. В отличии от дюймовой резьбы эта резьба имеет более меньший шаг и тем самым меньшую высоту профиля резьбы, что позволяет применять ее на тонкостенных деталях.

Резьбы ходовые используют на ходовых винтах металлорежущих станках, прессов и многих других механизмов. Ходовые винты должны обеспечивать гайке возвратно-поступательное движение. Для этой цели применяют резьбы с большим углом подъема винтовой линии. Таким свойством обладают много ходовые резьбы (двух— и трехходовые) трапецеидального профиля.

На винтах домкратов и прессов часто нарезают одноходовую резьбу квадратного профиля. Одноходовые прямоугольные резьбы в наибольшей степени обладают свойством самоторможения. Поднятый домкратом груз под влиянием сил трения на винтах такой резьбы не может самопроизвольно опуститься, если, например, перестают вращать и отпускают подъемную рукоятку.

У трапецеидальной резьбы зазор может быть устранен применением разрезных гаек. Резьбы упорные применяют обычно для восприятия больших усилий, действующих в одном направлении (прессы и др.).

Ходовые резьбы применяют также для винтов, испытывающих в работе ударную нагрузку (рывки). Такого типа резьбы применяют, например, в винтах вагонных винтовых стяжках.

Резьбы прямоугольного профиля не стандартизированы, и их изготовление производится по чертежам ведомственных нормалей.

Профили, на которые введены стандарты, показаны на рис. 4.1.

Резьбы преимущественно применят правые, при использовании левых резьб к их обозначению добавляют LH.

4.1 Метрическая резьба

Наиболее широко используют в промышленности метрические резьбы. Условное обозначение ее – буква М. Профиль резьбы (рис. 4.2) установлен ГОСТ 9150-81.

Основные размеры наружного -d, внутреннего $-d_1$ среднего $-d_2$, диаметров резьбы устанавливает ГОСТ 24705-81, диаметры и шаги - ГОСТ 8724-81, степень точности изготовления резьбы - ГОСТ 16093-81.

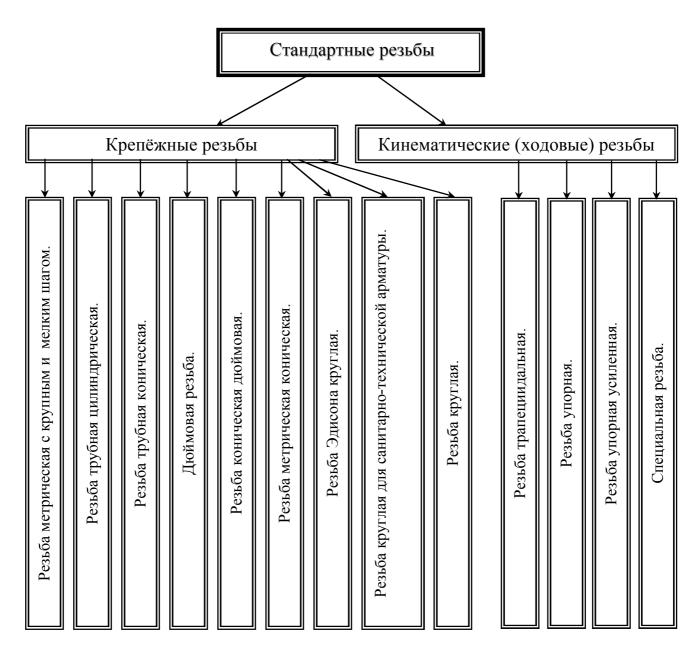


Рис. 4.1 Стандартные резьбы

Впадина может иметь закругление по дуге окружности. Метрическую резьбу выполняют с крупным (единственным для соответствующего диаметра резьбы) и мелким шагом, которых для данного диаметра может быть несколько. Поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают, а мелкий обязательно, в условные обозначения входят: буква M, размер d, шаг (мелкий), направление (левое) и поле допуска. Указание поля допуска обязательно. Примеры обозначения показаны на рис. 4.3.

В приборостроении диаметры и шаги, установленные ГОСТ 8724-81, не удовлетворяющие конструктивным требованиям, выбирают по ГОСТ 16967-81 (например, $M20\times0,35$ -6g; $M13\times1,5$ -6H).

Мелкие шаги применяют преимущественно на тонкостенных деталях, а также при малых длин резьбы.

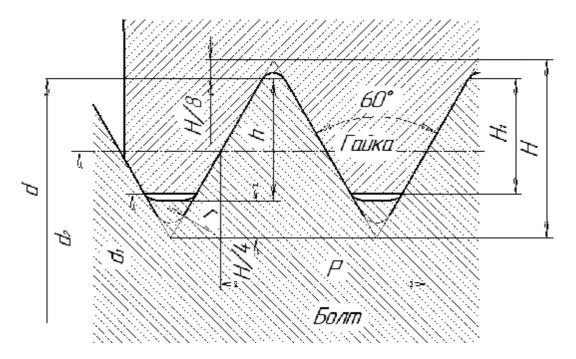


Рис. 4.2 Профиль метрической резьбы

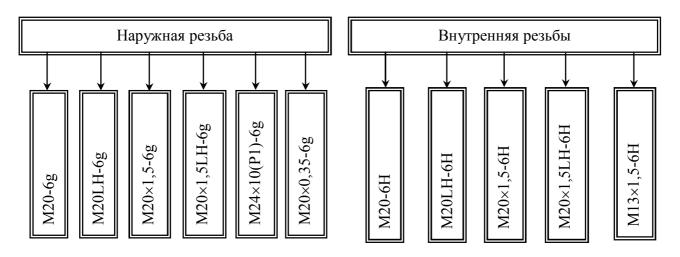


Рис. 4.3 Указание метрической резьбы

Резьба диаметром менее l m, применяемая в приборах точной механики по ГОСТ 9000-81, мелких шагов не имеет.

Диаметры и шаги метрической резьбы на деталях из пластмасс выбирают по ГОСТ 11709-81, например $M6 \times 1,5$ -7H ГОСТ 11709-81.

4.2 Резьба трубная цилиндрическая.

Трубная цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357-81 применяется для соединения труб и фитингов при требовании герметичности в таких соединениях (например, газопроводные трубы, муфты, угольники, задвижки и т.п.). В условное обозначение входят: буква G, размер резьбы в дюймах (без знака """), класс точности среднего

диаметра резьбы — A или B и длина свинчивания, если она больше установленной стандартом (рис. 4.4).

В обозначении трубной цилиндрической резьбы после буквы G указывают размер в дюймах приблизительно равный условному проходу трубы (внутренний диаметр трубы). Например, G1 означает, что внутренний диаметр трубы имеет условный проход в I дюйм, равный 25,4 мм. Наружный диаметр такой трубы будет на две толщины стенки трубы больше, то есть 33,249. Эти все размеры обусловлены ГОСТ 3262-75. Профиль резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине 55 ° и с закруглённой вершиной и впадиной (рис. 64.)

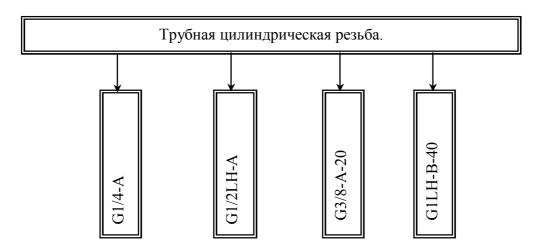
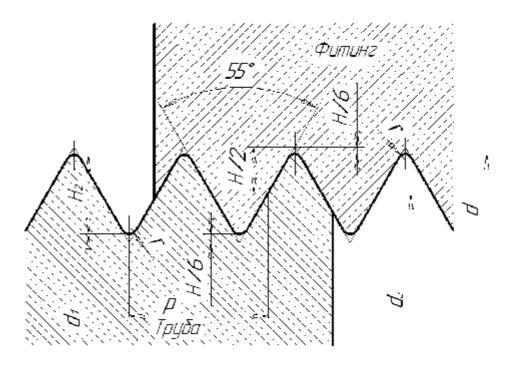


Рис. 4.4 Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы



H=0,96049P h=0,6403Pr=0,13733P

Рис 4.5 Профиль трубной цилиндрической резьбы

4.3 Резьба трубная коническая

Трубная коническая резьба по ГОСТ 6211-81 используется в соединениях труб при больших давлениях и температуре (например – горловина газовых баллонов). Профиль показан на рис. 4.6. Угол профиля- 55°, конусность 1:16.

Так как у конической резьбы диаметр непрерывно изменяется, то её размер относят к сечению в основной плоскости, положение которой берётся из стандартов (рис. 4.7).

Совпадения в основной плоскости размеров трубной конической и трубной цилиндрической резьбы позволяет соединять внутреннюю трубную цилиндрическую резьбу с наружной трубной конической. Тогда условное обозначения такого соединения записывают:

$$\frac{G}{R}$$
1 $\frac{1}{2}$ – A , или $\frac{G}{R}$ 1 $\frac{1}{2}$ LH – A

Примеры обозначений трубной конической резьбы показаны на рис.4.8.

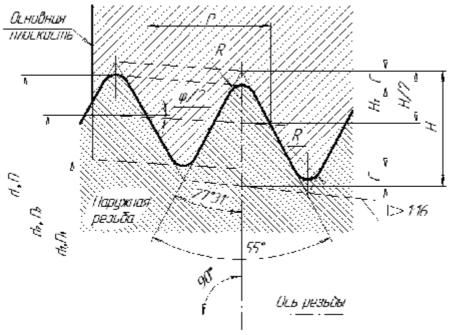


Рис 4.6 Профиль трубной конической резьбы

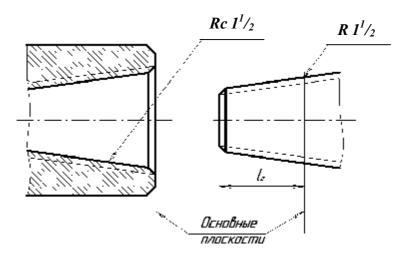


Рис. 4.7 Основные плоскости трубной конической резьбы

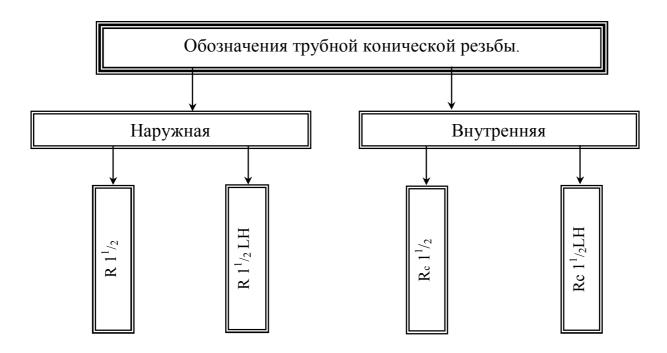


Рис. 4.8 Обозначения трубной конической резьбы

4.4 Дюймовая резьба

Дюймовая резьба используется в основном при ремонте импортного оборудования. Профиль дюймовой резьбы по ОСТ НКТП 1260, показан на рис. 4.9.

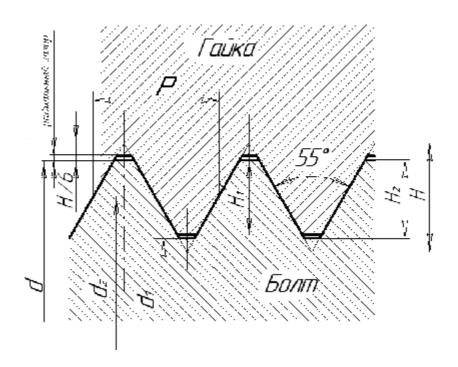


Рис. 4.9 Профиль дюймовой резьбы

Дюймовая резьба помимо наружного диаметра (в дюймах) и шага P (в мм) характеризуется количеством витков резьбы на длину, равную 1 дюйму. (рис. 4.10).

Между вершинами витков болта и впадинами гайки (и наоборот) оставляется радиальный зазор, предотвращающий заклинивание.

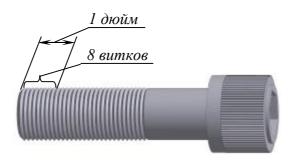


Рис. 4.10 Болт с дюймовой резьбой

4.5 Резьба коническая дюймовая

Резьба коническая дюймовая по ГОСТ 6111-52* применяется в соединениях топливных, масляных, водных или воздушных трубопроводах при небольших давлениях. Резьба имеет угол профиля 60° , конусность 1:16 (рис. 4.11).

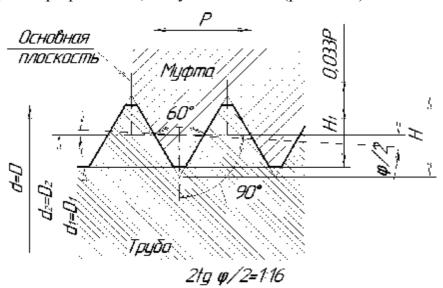


Рис. 4.11 Профиль конической дюймовой резьбы

В условное обозначение резьбы входит буква К и диаметр в основной плоскости в дюймах, как у трубной резьбы., например: $K \frac{3}{4}^{"} \Gamma OCT 6111 - 52$.

4.6 Резьба метрическая коническая

Резьба метрическая коническая по ГОСТ 25229-82 применяется в соединениях трубопроводов с повышенным давлениям. Угол профиля 60°, конусность 1:16 (рис. 4.12).

В условное обозначение входят: буквы МК, значение диаметра резьбы в основной плоскости с указанием при необходимости шага и направления: $MK20 \times 1,5$; $MK20 \times 1,5$ LH.

Резьба имеет в основной плоскости общие размеры с метрической резьбой ГОСТ 9150-81, поэтому может образовывать соединения наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической.

В таких случаях внутренняя цилиндрическая резьба обозначается по типу $M\ 20 \times 1,5\ \Gamma OCT\ 25229-82$. Положение основной плоскости определяется стандартом в зависимости от номинального диаметра резьбы.

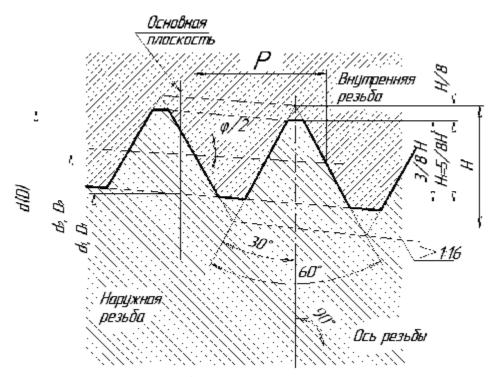


Рис. 4.12 Профиль метрической конической резьбы

4.7 Круглая резьба

Круглую резьбу Эдиссона применяют, например, для цоколей и патронов электрических ламп по ГОСТ 6042-83.

Профиль определён этим нормативным документом и имеет вид, изображенный на рис. 4.13.

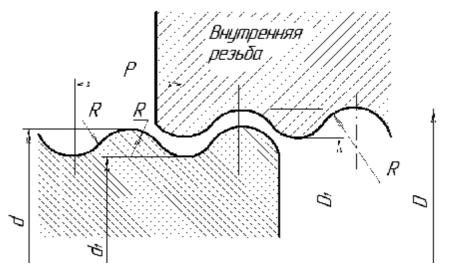


Рис. 4.13 Профиль круглой резьбы по ГОСТ 6042-83

В обозначение входит буква E и диаметр резьбы: E14.

Круглая резьба для санитарно-технической арматуры (шпиндели вентилей смесителей, туалетных и водопроводных кранов) определяется ГОСТом 13536-68. В обозначения входят буквы Kp. Пример обозначения: Kp. $12 \times 2,54$ ΓOCT 13536-68, где диаметр резьбы 12 MM, шаг 2,54 MM.

Круглая резьба для диаметров от 8...200 мм. определена СТ СЭВ 3293-81. Профиль круглой резьбы показан на рис. 4.14.

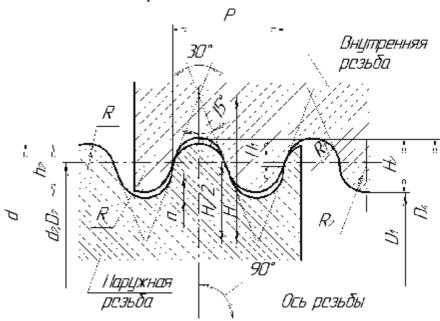


Рис. 4.14 Профиль круглой резьбы по ГОСТ 13536-68

4.8 Резьба трапецеидальная.

Трапецеидальная резьба применяется в винтах и гайках, служащих для передачи сил и для преобразования вращательного движения в поступательное, в ходовых, подъёмных, грузовых винтах, а также в винтах для натяжных устройств транспортёров, элеваторов. Угол между сторонами трапеции равен 30 ° (рис. 4.15). Профиль резьбы регламентируется ГОСТ 9484-81; основные размеры однозаходной резьбы — по ГОСТ 9562-81; диаметры, шаги, ходы и допуски многозаходной резьбы — по ГОСТ 24739-81*.

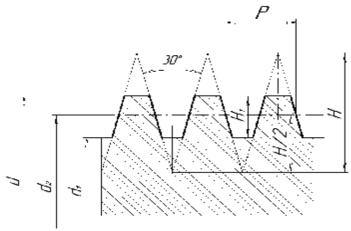


Рис. 4.15 Профиль трапецеидальной резьбы

Эта резьба выполняется с разными шагами (при одинаковом диаметре), правого и левого направления.

В условное обозначение входят: буквенное обозначение резьбы — Tr, номинальный диаметр — d, шаг — P, ход — Ph, направление резьбы (левое), поле допуска. Примеры обозначений показаны на рис. 4.16. При необходимости указывают длину свинчивания, например: $Tr.\ 80 \times 40\ (P10)$ - 8e -180.

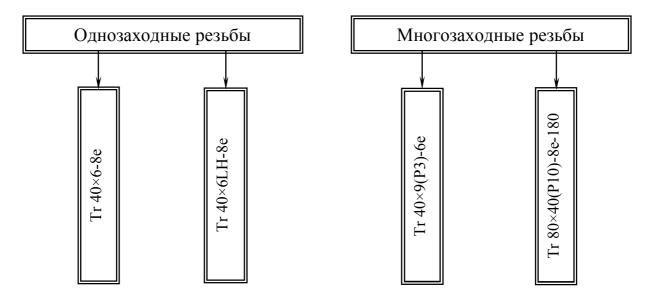


Рис. 4.16 Обозначения трапецеидальной резьбы

4.9 Резьба упорная

Резьба упорная применяется на винтах, подверженных односторонне направленным усилием (домкраты и т.п.). Профиль показан на рис. 4.17 в виде неравнобочной трапеции с гранями наклона её сторон к прямой, перпендикулярной оси стержня, в 3 $^{\circ}$ и 30 $^{\circ}$.

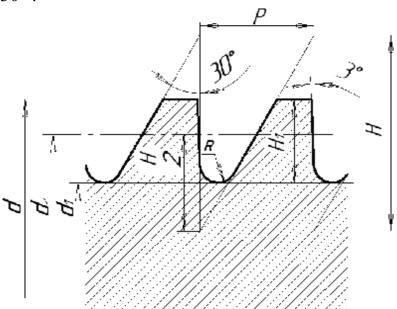


Рис. 4.17 Профиль упорной резьбы

Выполняется упорная резьба с разными шагами при одинаковых диаметрах. Профиль и основные размеры по ГОСТ 10177-82; допуски — по ГОСТ 25096-82. В условное обозначение входят: буква S, номинальный диаметр, ход Ph, шаг P, направление резьбы (левое) и поле допуска. Например, четырёхзаходная упорная резьба : $S80 \times 20(P5)$ -7h; где 80 — номинальный диаметр, 20 — ход, 5 — шаг, 7h — поле допуска, или левая упорная резьба: $S80 \times 20LH$ -7h.

4.10. Резьба усиленная упорная

Резьба упорная усиленная применяется для особо больших нагрузок (и для диаметров 80...2000мм.) с углом профиля 45° по ГОСТ 13535-87. Условное обозначение, например: S 45 $^{\circ}\times200\times12$, где 12 — шаг резьбы, который указывают обязательно.

4.11 Специальная резьба

Специальную резьбу со стандартным профилем, но нестандартным шагом или диаметром обозначают Cn и условное обозначение профиля, например: $Cn\ M40 \times 1,5-6g$.

4.12 Прямоугольная (квадратная) резьба

Профиль квадратной резьбы *не стандартизирован*, но эта резьба имеет применение в соединениях, где не должно быть самоотвинчивания под действием приложенной нагрузки. Поэтому на чертеже приводят все данные, необходимые для ее изготовления. На рис. 4.18 показана прямоугольная двухзаходная резьба на стержне.

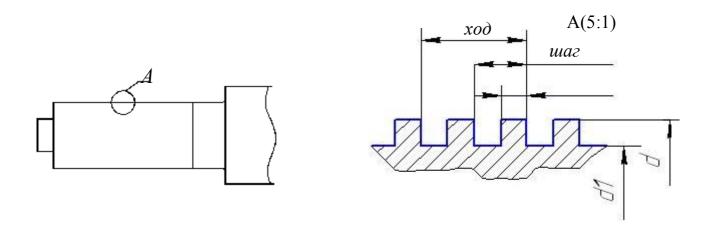


Рис. 4.18. Прямоугольная резьба

Обозначения типов резьб приведены в табл.4.1, примеры обозначения типов резьб показаны в табл.2.

Таблица 4.1 Обозначения типов резьбы

Тип резьбы	Стандарт	Условное обозначение	Указывается	Пример обозначения
Метрическая скрупным шагом	ГОСТ 9150-81 ГОСТ 24705-81 ГОСТ 8724-81 ГОСТ 16093-81	M	Номинальный диа- метр резьбы, шаг, направление,поле допуска.	M20-6g M20LH-6g
Метрическая с мелким шагом	ГОСТ 9150-81 ГОСТ 24705-81 ГОСТ 8724-81 ГОСТ 16093-81	M	Номинальный диа- метр резьбы, шаг, направление, поле допуска.	M20×1,5-6g M20×1,5LH-6H
Трубная цилиндрическая	ГОСТ 6357-81 ГОСТ 3262-75* ГОСТ 8957-75*	G	Условное обозначение резьбы в дюймах, класс точности среднего диаметра резьбы А или В, длина свинчивания, если она больше, установленной стандартом.	G ¹ / ₄ -A G1LH-B-40
Трубная коническая	ГОСТ 6211-81	R — наружная Rc — внутренняя	Условные обозначения резьбы в дюймах, направление(левое).	R1 ¹ / ₂ LH Rc1 ¹ / ₂ LH
Дюймовая	ОСТ НКТП 1260		Номинальный диаметр резьбы в дюймах	1 ¹ / ₂ " ОСТНКТП 1260
Коническая дюймовая	ГОСТ 6111-52*	K	Условное обозначение резьбы в дюймах.	K ³ / ₄ " ГОСТ 6111-52
Метрическая коническая	ГОСТ 25229-82	MK	Значение диаметра резьбы в основной плоскости с указанием при необходимости шага и направления	MK20×1,5LH MK20×1,5
Круглая	FO CT (0.42.02	E	Диаметр резьбы	E14 ГОСТ 6042-83
	ГОСТ 6042-83 ГОСТ 13536-68 СТ СЭВ 3293-81*	Кр	Номинальный диаметр, шаг	Kp.12×2,54 ΓΟCT 13536-68
	C1 C3D 3273-01	Rd	Диаметр резьбы	RD16 Rd16LH
Трапецеидальная	ГОСТ 9484-81 ГОСТ 9562-81 ГОСТ 24739-81*	Tr	Номинальный диаметр резьбы, ход Ph, шаг P, поле допуска, при необходимости – длину свинчивания	Tr 80×40(P10)-6e Tr 40×6-8e Tr 80×40(P10)-8e-180

Окончание табл. 4.1

Тип резьбы	Стандарт	Условное обозначение	Указывается	Пример обозначения
Упорная	ГОСТ 10177-82 ГОСТ 25096-82		Номинальный диа- метр резьбы, ход Ph, шаг P, поле допуска.	S80×20(P5)-7h S80×20LH-7H
Упорная усиленная	ГОСТ13535-87	S45°	Угол профиля 45°, номинальный диаметр, шаг	S45°×200×12
Специальная	-	Cn	Условное обозначение профиля, номинальный диаметр, шаг (при необходимости), поле допуска.	Cn M40×1,5-6g

Таблица 4.2 Примеры обозначений наиболее употребительных видов резьбы

Деталь	Обозначение резьбы	Надо читать
	59-C2W	Резьба метрическая, наружный диаметр резьбы 20 мм., с крупным шагом, правая, поле допуска 6g
	M25x1.5LH-6g	Резьба метрическая, наружный диаметр резьбы 25 мм., шаг 1,5 мм, мелкий, левая, поле допуска 6g
	1 ¹ / ₂ "·OCT HKTH 1260	Резьба дюймовая, наружный диаметр 1½" (38,1 мм), правая, ОСТ НКТП 1260
	. 6 3 to 4 28	Резьба трубная, обозначение размера $\frac{3}{8}''$, правая, класс точности средний диаметр резьбы A, длина свинчивания 20 мм.

Деталь	Обозначение резьбы	Надо читать
	K 3/2 FOCT 6111-52	Резьба коническая, дюймовая, наружный диаметр ³ / ₄ " (в основной плоскости 26,4 мм), правая; ГОСТ 6111-52
	<i>In30×6LH−8e</i>	Резьба трапецеидальная, однозаходная, нормальная, наружный диаметр 30 мм, шаг 6 мм, левая, поле допуска 8e
	S50×12[P6]-7h	Резьба упорная, нормальная, наружный диаметр резьбы 50 мм, шаг 6 мм, двухзаходная, ход 12, правая, поле допуска 7h
	EnM58×3-6g	Резьба специальная, со стандартным профилем метрической резьбы, наружный диаметр 58 мм, шаг 3 мм, поле допуска 6g.

5. Стандартные крепежные детали

5.1 Общие сведения о стандартизации

Стандартизация — это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил и характеристик, обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда.

Цель стандартизации — достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положении, требований и норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

Стандартизация связана с такими понятиями, как объект стандартизации и область стандартизации.

Объект стандартизации – продукция, процесс и услуга, для которых разрабатывают те или иные требования, характеристики, параметры, правила.

Область стандартизации – совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Стандарт — это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом и направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

Государственные стандарты разрабатывают на продукцию, работы и услуги, потребности в которых носят межотраслевой характер.

В государственных стандартах содержатся обязательные для выполнения требования к объекту стандартизации и рекомендательные.

Отраслевые стандарты разрабатывают применительно к продукции определенной области. Национальным органом по стандартизации в России является Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт РФ), который осуществляет государственное управление стандартизацией стране.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) устанавливает для всех организаций страны порядок проектирования, единые правила выполнения и оформления чертежей и ведения чертежного хозяйства, что упрощает проектно-конструкторские работы, способствует повышению качества и уровня взаимозаменяемости изделий, облегчает чтение и понимание чертежей в разных организациях.

Все большее внимание, как в нашей стране, так и за рубежом, уделяется стандартизации общетехнических норм и терминов, используемых при проектировании.

При разработке отечественных стандартов учитывают рекомендации международных организаций по стандартизации. Это необходимо для обеспечения взаимозаменяемости деталей и стандартных узлов машин, изготовленных в разных странах, а также для упрощения их эксплуатации, что способствует расширению научно-технических и торговых связей между государствами.

Взаимозаменяемостью называют свойство независимо изготовленных с заданной точностью деталей и изделий обеспечивать возможность беспригоночной сборки (или замены при ремонте) сопрягаемых деталей в сборочную единицу, а сборочных единиц — в изделие при соблюдении предъявляемых к ним технических требований.

Детали и сборочные единицы будут взаимозаменяемыми только тогда, когда их размеры, формы, механические, физические, электрические и другие количественные и качественные характеристики находятся в заданных пределах. Взаимозаменяемыми могут быть детали, составные части и изделия в целом, в первую очередь, те детали и сборочные единицы, которые определяют надежность, долговечность и другие эксплуатационные показатели изделия.

5.2 Стандартные крепежные детали, используемые в резьбовых соединениях

Стандартные крепежные резьбовые детали весьма разнообразны по форме, точности изготовления, материалу, покрытию. Их разделяют на детали общего назначения и специальные, предназначенные для применения в определенных видах изделий или в особых условиях (рис. 5.1).

Болты, винты, шпильки и шурупы, изготовленные из углеродистых и легированных сталей, характеризуют в обозначении одним из двенадцати классов прочности: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9, где первое число, умноженное на

100 (10), определяет минимальное временное сопротивление в МПа (кгс/мм²); второе, умноженное на 10, определяет отношение предела текучести к временному сопротивлению в процентах; произведение чисел определяет предел текучести в МПа (кгс/мм²). В обозначениях пишут 36, 46 и т.д. (точку опускают). Чем больше число, тем прочнее сталь.

Для гаек установлено 7 классов прочности: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14. Умножив эти числа на 100 (10), получают напряжение от испытываемой нагрузки в МПа (кгс/мм²).

В зависимости от условий эксплуатации – легких, средних или жестких – крепежные детали выпускают с тем или иным покрытием.

Таким образом, число стандартов, определяющих форму, размеры, материал, покрытие и другие характеристики крепежных деталей, велико, причем каждый из них содержит соответствующие условные обозначения, ссылки на которые, помещаемые в конструкторскую документацию, должны быть точными.



Рис. 5.1 Классификация стандартных крепежных деталей

При записи обозначений необходимо следить, чтобы промежутки между его составными частями не были излишне малыми и большими (рекомендуется брать равными ширине буквы применяемого размера шрифта). На рис. 5.2 приведена схема условного обозначения болтов, винтов, шпилек и гаек согласно ГОСТ 1759-87.

5.2.1 Болты

Болт состоит из двух частей: головки и стержня с резьбой В большинстве конструкций болтов на его головке имеется коническая фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая наложение гаечного ключа при свинчивании. На рис. 5.3 показано выполняемое на учебных чертежах, когда это требует задание, построение дуг гипербол на боковых гранях головки болта, образующихся при сечении конуса вращения (конической фаски) плоскостями (гранями головки), параллельными его оси. Обычно эти дуги заменяют дугами окружностей, определяемыми каждая тремя точками.

С − вершина конуса вращения;

d, D, S, H, l_n — размеры, взятые из соответствующих стандартов болта;

l — рассчитывается в зависимости от толщин стягиваемых болтом деталей, затем выбирается из того же стандарта, что и перечисленные выше размеры.

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

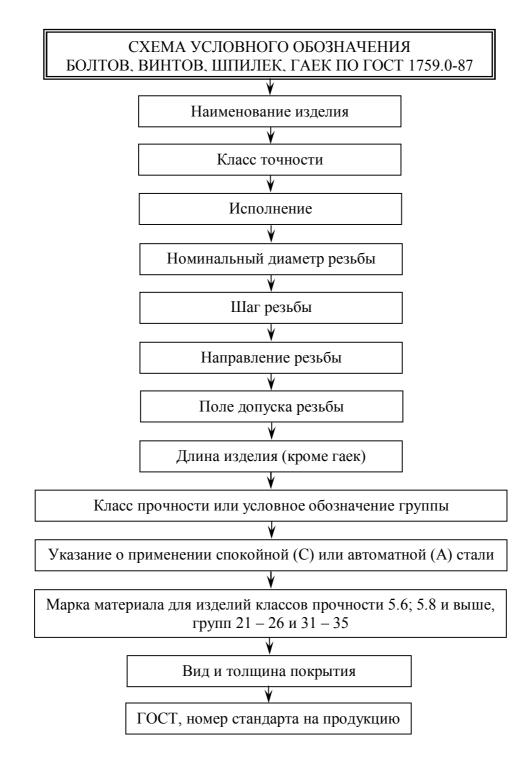
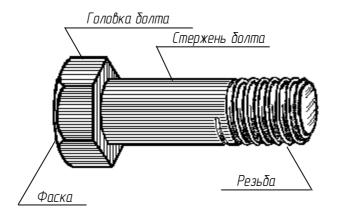


Рис. 5.2 Схема условного обозначения болтов, винтов, шпилек и гаек

Головка болта может быть шестигранной (рис. 5.4,а), квадратной (рис. 5.4,б), сферической (рис. 5.4,в), конической (рис. 5.4,г) и т.п.



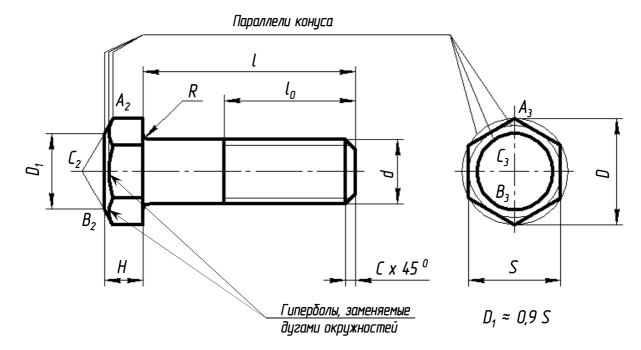


Рис. 5.3 Болт. Изображение болта на чертеже

Выпускаемые промышленностью болты различают:

- по форме и размерам головки;
- по форме стержня;
- по шагу резьбы;
- по характеру исполнения;
- по точности изготовления

Форма и размеры головки болта зависят от назначения и условий работы. Головки болта могут быть с усом, с подголовком, с усом и подголовком, могут быть нормального и увеличенного размера.

Болты с шестигранными головками изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности, отличающиеся классом чистоты поверхности резьбы, цилиндрического стержня и опорной плоскости головки.

Болты с полукруглыми (сферическими) и потайными (коническими) головками изготавливают грубой точности.

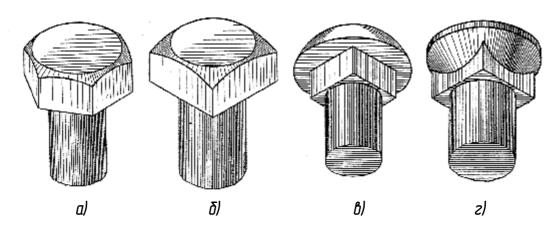


Рис. 5.4 Формы головок болтов

a — шестигранная; δ — квадратная; ϵ — сферическая с квадратным подголовком; ϵ — потайная с квадратным подголовком.

Болты выполняют с метрической резьбой с крупным и мелким шагом, причем для каждого диаметра d резьбы предусмотрен стандартом лишь один мелкий шаг. Размеры берутся по: ГОСТ 9150-81, ГОСТ 24705-81, ГОСТ 8724-81, а допуски резьбы берутся по ГОСТ 16093-81.

Для болтов нормальной и повышенной точности изготовления поле допуска принимают 6g и 8g.

Болты с шестигранными головками повышенной, нормальной и грубой точности (классов прочности A, B, C), с нормальной или уменьшенной головкой, с крупным или мелким шагом резьбы выпускаются от одного до нескольких исполнений.

Пример такого болта (ГОСТ 7798-70*) в четырех исполнениях дан на рис. 5.5:

- исполнение 1 без отверстий в стержне и головке;
- исполнение 2 с отверстием в стержне под шплинт;
- исполнение 3 с двумя отверстиями в головке для стопорения проволокой;
- исполнение 4 с цилиндрическим углублением в головке.

Номинальный диаметр резьбы от 6 до 48 мм, длиной от 8 до 300 мм.

На рис. 5.6 показано стопорение проволокой головки болта третьего исполнения. Эксплуатационное назначение болтов весьма различно.

На рис. 5.7, а изображен рымболт (ГОСТ 4751-73*), ввертываемый в тяжелые детали, например, в электродвигатели для их подъема и спуска на тросах при монтаже.

На рис. 5.7, б представлен откидной болт (ГОСТ 3033-79*), позволяющий быстро зажимать или освобождать детали в различных приспособлениях; такие болты также применяют в тех случаях, когда необходим частый осмотр внутренних механизмов прибора, и для этого требуется отвинчивать винты люков и крышки, через которые происходит осмотр. Кроме откидных болтов, для этой цели можно использовать болты с цилиндрической головкой и двумя лысками (ГОСТ 9048-69*).

На рис. 5.7, в показан болт с полукруглой головкой и квадратным подголовком (ГОСТ 7802-81*) не требует зажима головки при завинчивании гайки.

В таблице 5.1 приведены наименования и номера стандартов болтов (сокращенный вариант).

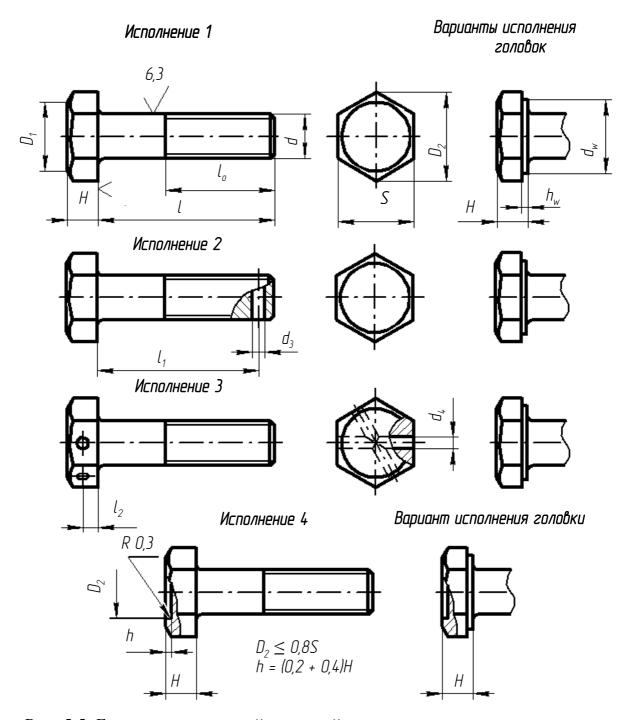


Рис. 5.5 Болт с шестигранной головкой и варианты его исполнения

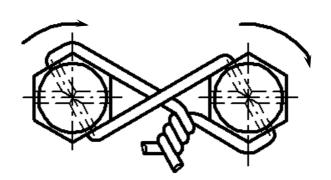


Рис. 5.6 Стопорение проволокой болтов 3 исполнения

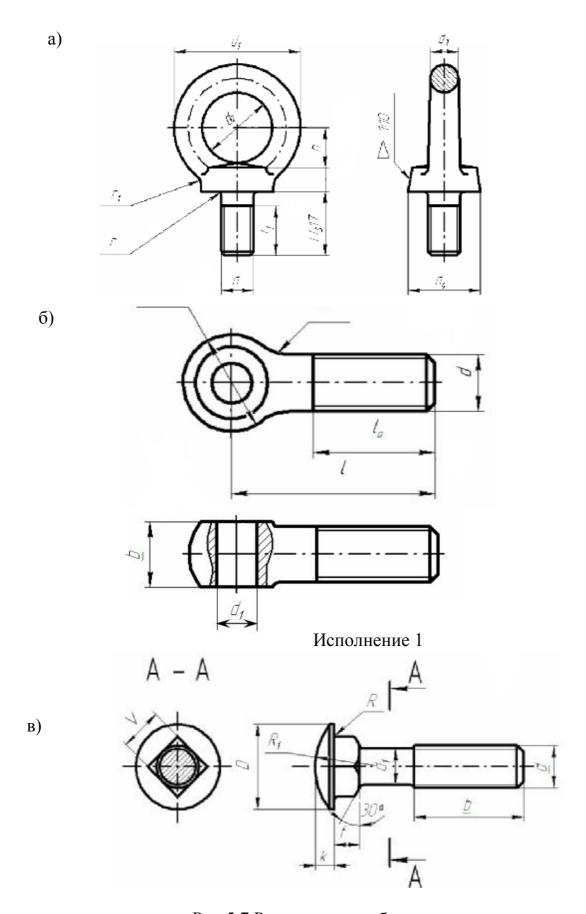


Рис 5.7 Разновидности болтов

Болты

Наименование стандартов	Эскиз 2	Номера стан- дартов
с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком (нормальной точности)		ΓΟCT 7795-70*
с шестигранной головкой (нормальной точности)		ГОСТ 7798-70*
с полукруглой головкой и квадратным подголовком (нормальной точности)		ГОСТ 7802-81*
с потайной головкой и усом (нормальной точности)		ГОСТ 7785-81*
с потайной головкой и квадратным подголов-ком (нормальной точности)		ГОСТ 7786-81*
болты откидные с круг- лой головкой		ГОСТ 3033-79*

Примеры обозначений:

а) Болт 3 M12 x 1,25 - 6g x 60.109.40X.016 ГОСТ 7798-70*,

где 3 – исполнение, M – метрическая резьба, 12 – номинальный диаметр, 1,25 – мелкий шаг резьбы, 6g – поле допуска, 60 – длина болта, 109 – класс прочности, 40X – марка стали, 016 – вид покрытия (цинковое, хроматированное), толщиной 6 мкм.

Класс точности (в данном примере – В) и размеры головки (в данном примере – нормальная) определены ГОСТом 7798-70*.

б) Болт 3 M12 x 1,25 – 6g x 60.109.40 \times .016 ГОСТ 7805-70 \times .

В этой записи болта изменился только ГОСТ, а это означает, что это такой же болт, как в первом примере, но повышенной точности (класса А) и с уменьшенной головкой под ключ.

На деталях с левой резьбой в соответствии с ГОСТом 1759.0-87* наносят на торцовой поверхности болта, винта, гайки и на торце стяжного (гаечного) конца шпильки знак левой резьбы в виде стрелки, показывающей направление ввинчивания болта, винта, шпильки и навинчивания гайки (рис. 85). Стрелка может быть заменена надрезами на ребрах шестигранника болтов и гаек (ГОСТ 2904-75). Их размеры зависят от диаметра резьбы.

Места нанесения клейма изготовителя и знаки прочности на головках болтов и гаек показаны на рис. 5.8. У шпильки эти знаки наносят на торце стяжного конца.

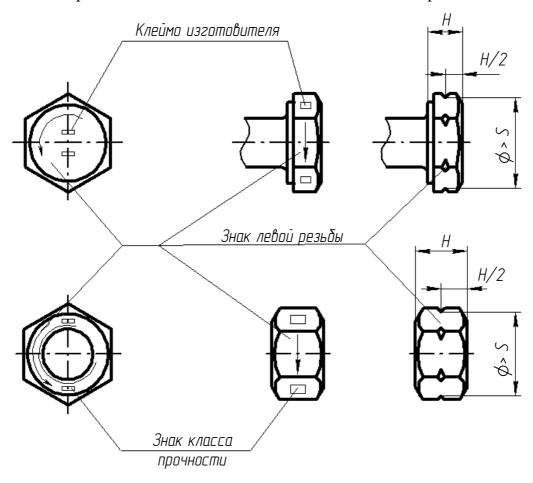


Рис 5.8 Нанесение знаков левой резьбы и клейма на головке болта, винта, гайки

5.2.2 Винты

Винты ввинчиваются в отверстия с резьбой (в гнездо) одной из соединяемых деталей. Винты подразделяют на крепежные и установочные (нажимные, регулирующие и др.).

Наибольшее применение в технике получили винты крепежные с цилиндрической головкой, используемые в соединениях всех видов: с шайбой или без нее, с утопленными или неутопленными головками (ГОСТ 1491-80), (рис. 5.9).

Размеры винта берутся из соответствующих стандартов, а l рассчитывается в зависимости от толщины притягиваемой винтом детали, а затем выбирают ближайшее значение l из таблиц ГОСТа.

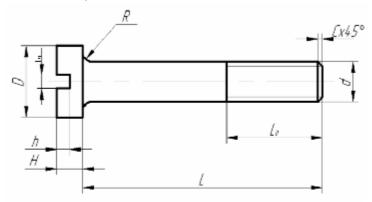


Рис. 5.9 Винт с цилиндрической головкой

Не меньшее применение находят винты с потайной головкой (ГОСТ 17475-80), приведенные на рис. 5.10 в двух исполнениях.

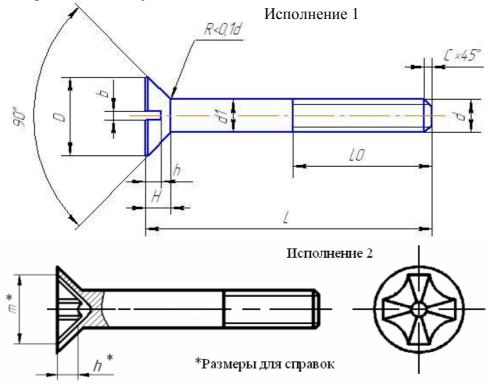


Рис. 5.10 Винты с потайной головкой

У винтов с потайной головкой размер l включает высоту головки винта H. Аналогично l рассчитывают и у винта с полупотайной головкой (ГОСТ 17474-80), изображенного на рис. 5.11. Винты с потайной головкой или полупотайной головкой применяют в тех случаях, когда толщина привертываемой детали позволяет утопить головку винта и когда по конструктивным соображениям необходимо, чтобы головки винта не выступали над поверхностью привертываемой детали. В тех случаях, когда толщина привертываемой детали недостаточна (меньше 0,6d) и утопить головку нельзя, вместо винтов с потайными и полупотайными головками используют

винты с полукруглыми головками (ГОСТ 17473-80), показанный на рис. 5.12 в двух исполнениях.

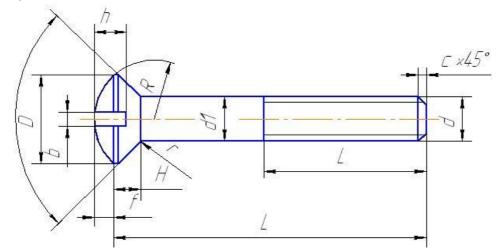


Рис. 5.11 Винт с полупотайной головкой

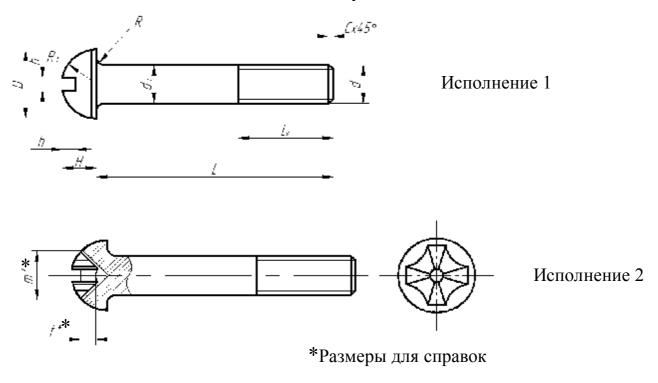


Рис. 5.12 Винты с полукруглой головкой

Большое распространение имеют винты с увеличенными цилиндрическими головками. Для увеличения прочности шлица торцовую часть головки таких винтов делают сферическими. Винты этого типа обычно применяют без шайб, и они служат для крепления кронштейнов, стоек, стенок, плат и других деталей, изготовленных из цветных металлов и их сплавов. Большая опорная поверхность головки винта, при частом отвинчивании, предохраняет поверхности привертываемой детали от образования вмятин, царапин и других повреждений.

При эксплуатации механизмов со съемными узлами в виду частого использования винтов возможен срез шлицев. В этих случаях следует применять винты с крестообразными шлицами, у которых среза шлица не происходит.

Винты с цилиндрической головкой и внутренним шестигранным отверстием под ключ, имеют преимущество перед другими винтами — они допускают значительные усилия затяжки, и обрыв головки этого винта при завинчивании почти невозможен. Применяют эти винты как с утопленными, так и с неутопленными головками.

В тех случаях, когда закрепляемая деталь или узел при эксплуатации механизма не подлежит съему, а следовательно, винты завинчивают только один раз, могут быть использованы самонарезающие винты. Эти винты наиболее рационально использовать для деталей из цветных металлов и пластмасс, при этом предварительно предусматривают отверстия под винты, диаметр которых немного меньше наружного диаметра винта.

Для предотвращения потери винтов при их отвинчивании употребляют невыпадающие винты. Такие винты применяют главным образом для крепления крышек приборов. При вывинчивании из корпуса прибора винт, а он остается в крышке, так как последняя отъединяется от корпуса до того, как винт будет полностью вывернут. Типы винтов и стандарты на них приведены в сокращенных вариантах в таблице 5.2 и таблице 5.3

Винты с накатанными головками, а так же винты с барашками применяют в соединениях, где необходимо частое отвинчивание винтов вручную. Винты с накатанной головкой применяют так же, как зажимные, предохраняющие детали от проворачивания, и для ручного регулирования.

Винты используют не только для крепления, но и для других целей: так, например, винты со сферическими головками с утолщенной цилиндрической частью используют в качестве осей вращения деталей.

В приборостроении используют также пластмассовые винты: с потайной, полупотайной, цилиндрической со сферой головками и крестообразными шлицами. Эти винты изготавливают из полиамидной смолы, полиамидов с наполнителями и поликарбоната. Диаметр винтов от 2,5 до 6 мм. Испытания винтов из пластмассы на механическую прочность (разрыв, срез винтов, резьбы) показали, что во многих случаях они могут заменить металлические винты. Винты из рассмотренных материалов изготовлены в литьевых машинах в съемных шприцформах. Для увеличения прочности винты подвергают термической обработке.

У винтов с потайной и полупотайной головкой размер длины L (рис.5.10, 5.11) включает размер высоты головки.

Примеры обозначений:

Винт B2.M8×1–8×50.48.016. ГОСТ 17475-80, где B – класс точности, 2 – хроматированное исполнение, M – метрическая резьба, 8 – номинальный диаметр, 1 – мелкий шаг, 8g – поле допуска, 50 – длина винта L, класс прочности 4.8, 016 – вид покрытия (цинковое, хроматированное), толщиной 6 мкм.

Винт А.М8–6g×50.48 ГОСТ 1491-80, где A – класс точности, 1 исполнение (не указывают), M – метрическая резьба с крупным шагом (не указывают шаг), 6g – поле допуска, 50 – длина L, 4.8 – класс прочности, без покрытия.

Винт А.М10–6g×25.45H.05 ГОСТ 1488-84, где A – класс точности, M10 – метрическая резьба с номинальным диаметром 10, 6g – поле допуска, 25 – длина L, 45H – класс прочности, 05 – покрытие.

Винты

Наименование стандартов.	Эскиз.	Номера стан- дартов.
с потайной головкой		ГОСТ 17475-80*
с полупотайной голов- кой		ГОСТ 17474-80*
с полукруглой головкой		ГОСТ 17473-80*
с цилиндрической го- ловкой		ГОСТ 1491-80*
с квадратной головкой и буртиком		ГОСТ 1488-84*
с цилиндрической го- ловкой и шестигранным углублением под ключ		ГОСТ 11738-84*
с накатанной головкой невыпадающие		ГОСТ 10344-80*
с накатанной высокой головкой		ГОСТ 10491-81*
с накатанной низкой го- ловкой		ГОСТ 10492-81*
с полупотайной голов- кой и крестообразным шлицем самонарезаю- щие		ГОСТ 11651-75*

Таблица 5.3 Установочные винты

Наименование стан-	Эскиз	Номера стан-
дартов установочные шестигран- ной головкой и цилиндри- ческим концом		дартов ГОСТ 1481-84*
установочные с шести- гранной головкой и сту- пенчатым концом		ГОСТ 1483-84*
установочные с кониче- ским концом		ГОСТ 1476-93
установочные с кониче- ским концом и шести- гранным углублением под ключ		ГОСТ 8878-93
установочные с плоским концом		ГОСТ 1477-93
установочные с цилиндрической головкой и цилиндрическим концом		ГОСТ 10975-83
установочные с цилинд- рическим концом		ГОСТ 1478-93
установочные с цилиндрическим концом и шестигранным углублением под ключ		ГОСТ 11075-93
установочные с фиксирующим коническим кон- цом		ГОСТ 11073-93
нажимные с шестигран- ной головкой		ГОСТ 9050-69*
нажимные с шестигран- ным углублением под ключ		ГОСТ 9051-68*
ступенчатые		ГОСТ 9052-69*

5.2.3 Шурупы

Шурупы — это винты для скрепления деревянных и пластмассовых деталей, а также металлических с ними. Шурупы имеют полукруглую, потайную или полупотайную головку и треугольную резьбу с конусным заострением на конце стержня. Потайная головка имеет вид усеченного конуса, а полупотайная — вид конуса с шаровым сегментом на его большом основании. Шурупы (винты для дерева) с шестигранной или квадратной головками называют «глухарями» (рис.5.13).



Рис. 5.13 Шуруп с квадратной головкой (глухарь)

В таблице 5.4 приведены выборочные номера стандартов на шурупы.

Таблица 5.4 Шурупы

Наименование	Эскиз	Номера
стандартов		стандартов
С полупотайной го- ловкой		ГОСТ 1146-80*
С шестигранной го- ловкой		ГОСТ 11473-75
С потайной головкой		ГОСТ 1145-80*

Шурупы изготавливают из углеродистых сталей (в обозначении не указывают); из коррозионных сталей (обозначают цифрой 2); из латуни (обозначают цифрой 3). *Примеры обозначений:*

Шуруп $1-3\times20$ ГОСТ 1146-80, где 1 – исполнение, 3 – диаметр, 20 – длина шурупа, изготовленного из углеродистой стали, без покрытия.

Шуруп $4-3\times20.2.016$ ГОСТ 1146-80, где 4 – исполнение, 3 – диаметр, 20 – длина шурупа, 2 – шуруп изготовлен из коррозионной стали, 016 – вид покрытия (цинковое, хроматированное), толщиной 6 мкм.

5.2.4 Шпильки

Шпилька от болта отличается тем, что у нее отсутствует головка и на обоих концах имеется резьба треугольного профиля, однозаходная, чаще — правая. Одним концом шпилька ввертывается в отверстие детали (этот конец шпильки называют посадочным), а на другой конец навертывается гайка (этот конец шпильки называют стяжным). Шпильки служат для соединения деталей в таких местах, где головки болтов по конструктивным соображениям нежелательны.

Соединение деталей шпилькой применяют вместо болтового соединения в случаях: а) недостатка места у деталей для размещения головки болта; б) большой разницы в толщине соединяемых деталей (когда одна из деталей имеет значительную толщину, и применять в этом случае слишком длинный болт неэкономично).

Шпильки выпускают по ГОСТ 22032-76*... ГОСТ 22043-76* классов точности А и В с диаметром резьбы 2...48 мм и длиной 10...300 мм (рис. 5.14), где L – длина шпильки, указываемая в обозначении, L_0 – длина гаечного конца (без сбега), L_1 – длина резьбы, включая бег ввинчиваемого посадочного конца шпильки. При этом $L_1 = d$ для ввинчивания в резьбовые отверстия в деталях из стали, бронзы, латуни и титановых сплавов; $L_1 = 1,25 \cdot d$ и $1,6 \cdot d$ – в деталях из ковкого и серого чугуна; $L_1 = 2 \cdot d$ и $2,5 \cdot d$ – в деталях из легкого сплава.

Все стандарты на шпильки содержат только по одному исполнению. Допускается изготавливать шпильки с d_1 приблизительно равным среднему диаметру резьбы d_2 (рис.5.14 б). В обозначении этих шпилек после слова «шпилька» ставят цифру 2.

При применении калиброванного проката поверхность гладкой части стержня d_1 не обрабатывают. Размеры фасок берут по ГОСТ 10549-80*.

Примеры обозначений Шпилька М16-6g \times 120.58 ГОСТ 22032-76, где М — метрическая резьба, 16 — номинальный диаметр резьбы с крупным шагом, 6g — поле допуска, 120 — длина шпильки L, 5,8 — выполнена из стали классом прочности 5,8, без покрытия.

Шпилька 2М16×1,5-8g×120.109.40X.016 ГОСТ 22032-76, где 2 — изготовление шпильки с $d_1 \approx d_2$, М — метрическая резьба, 16 — номинальный диаметр резьбы, 1,5 — мелкий шаг резьбы, 8g — поле допуска, 120 — длина шпильки, 109 — класс прочности, 40X — марка стали, 016 — вид покрытия (цинковое, хроматированное), толщины 6 мкм.

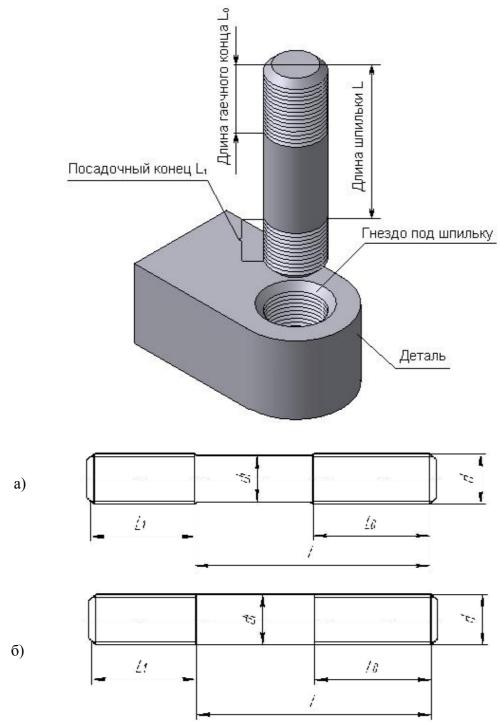


Рис. 5.14 Шпилька и ее изображение на чертеже: а) стандартное исполнение шпильки; б) допустимое исполнение шпильки.

5.2.5 Гайки

Основным типом являются шестигранные гайки нормальной высоты (рис.5.15)

Шестигранные гайки, выпускаются в одном, в двух и трёх исполнениях (рис. 5.16); повышенной, нормальной и грубой точности (классов точности A,B и C); нормальной высоты; низкие, высокие и особо высокие (рис.5.17); с нормальным или уменьшенным размером "под ключ"; с крупным или мелким шагом.

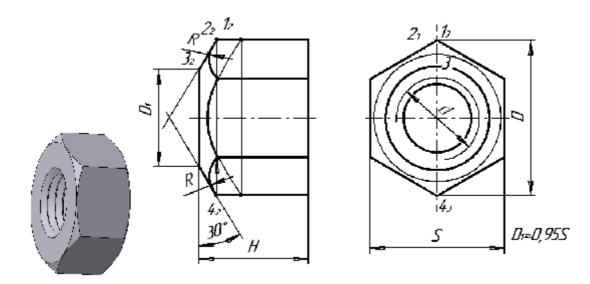


Рис. 5.15 Изображение гайки на чертеже

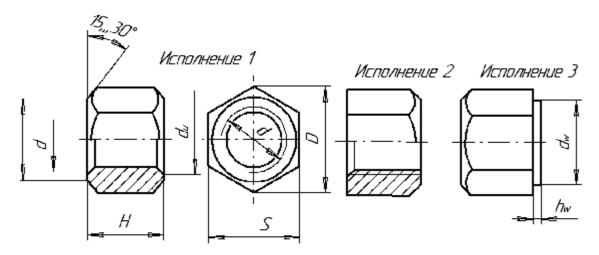


Рис. 5.16 Гайка и её виды исполнений

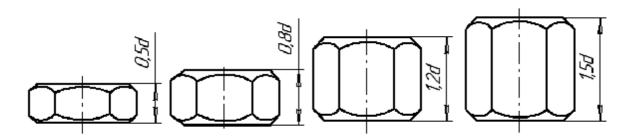


Рис.5.17 Разновидности гаек по высоте

Низкие гайки используют как контргайки для предотвращения самоотвинчивания. Высокие гайки служат для предотвращения износа резьбы при частом отвинчивании. Глухие гайки применяют в тех случаях, когда требуется изолировать конец стержня (ГОСТ 11860-85*). Гайки с накаткой используют при частом отвинчивании вручную (ГОСТ 14742-69*). Квадратные гайки применяют в конструкциях, в которых нельзя использовать шестигранные или круглые гайки, например в клеммной колодке, эти разновидности гаек определены соответствующим стандартом.

Наиболее употребительные типы гаек показаны в таблице 5.5.

Гайки

Наименование стандар- тов	Эскиз	Норма стандартов и нормалей
1	2	3
Шестигранные (нор- мальной точности)		ГОСТ 5915-70 [*]
Шестигранные низкие (нормальной точности)		ГОСТ 5916-70 [*]
Шестигранные прорез- ные и корончатые (нор- мальной точности)		ГОСТ 5913-73
Колпачковые		ГОСТ 11860-85 [*]
Круглые с отверстием на торце под ключ		ГОСТ 6393-73*
Круглые шлицевые		ГОСТ 11871-88
Чистые шестигранные для фланцевых соединений на P_y 200-1000 к Γ /см 2		ГОСТ 10495-80 [*]

Продолжение табл. 5.5

Наименование стандар- тов	Эскиз	Норма стандартов и нормалей
1	2	3
Круглые со шлицем на торце		ГОСТ 10657-80 [*]
Круглые с радиально расположенными отвер- стиями		ГОСТ 8381-73 [*]
Барашки		ГОСТ 3032-76 [*]
Шестигранные с бурти- ком		ГОСТ 8918-69 [*]
с накаткой		ГОСТ 14742-69 [*]

Примеры обозначений. Гайка $2M12\times1,25$ -6H.12.40X.016 ГОСТ 5915- 70^* , где 2- исполнение (рис. 5.13), M — метрическая резьба, 12 — номинальный диаметр резьбы, 1,25- мелкий шаг, 6H- поле допуска, 12- класс прочности, 40X — марка стали, 016- вид покрытия (цинковое, хроматированное), толщиной 6 мкм. Гайка нормальной точности класса B, нормальной высоты (0,8d)-это определяет номер стандарта.

Аналогично обозначают гайки шестигранные корончатые и прорезные.

Гайка М12-6H.05 ГОСТ 5918-73, где 1 – исполнение, т.е. гайка прорезная (не пишут), М – метрическая резьба, 12 – номинальный диаметр резьбы с крупным шагом (шаг не пишут), 6H – поле допуска, 0.5 – класс прочности, без покрытия.

 Γ айка 2M12×1,25-6H.04.019 ГОСТ 5918-73, где 2 – исполнение (т.е. корончатая), М – метрическая резьба, 12 – номинальный диаметр резьбы, 1,25 – мелкий шаг, 6H –

поле допуска, 04 – класс прочности, 016 – вид покрытия (цинковое, хроматированные) и толщина покрытия 6мкм.

5.2.6 Шайбы

Шайбы применяют в качестве прокладки под крепёжные детали для увеличения трении предотвращения самоотвинчивания, также для предохранения поверхности детали от повреждения при затяжке гайкой и увеличения площади опорной гайки. Кроме того, шайбы способствуют более равномерному распределению давления от болта на соединяемые детали. Различают шайбы круглые (рисунок 5.18), квадратные (рис. 5.19), пружинные (представляющие в виде витка винтового выступа левого направления) (рис 5.20), многолапчатые, стопорные, сферические устраняющие перекос шпильки или болта при изменении положения части соединяемых деталей (ГОСТ 3391 – 70), быстросъёмные (ГОСТ 11648 – 75), косые для выравнивания уголков полок швеллеров и двутавровых балок (ГОСТ 10906-75).

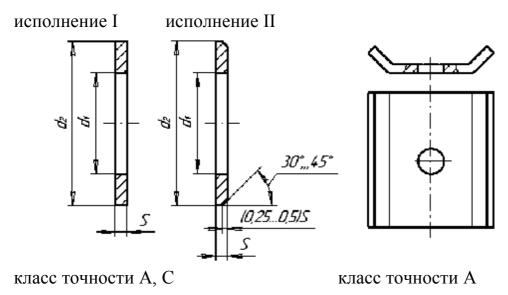
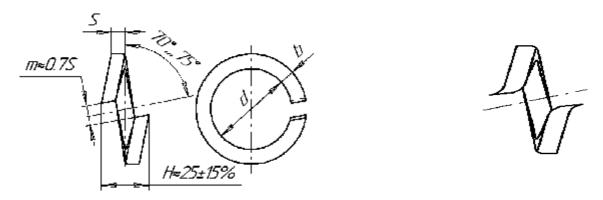


Рис. 5.18 Круглые шайбы.

Рис. 5.19 Квадратные шайбы

Пружинные шайбы выпускают в двух исполнениях четырёх типов: лёгкие (Π) , нормальные (H), тяжёлые (T), особо тяжёлые (OT).

Изготавливают шайбы вырубкой из листового материала (металла, кожи, резины, пластмассы) или резанием из пруткового металла. Наиболее часто встречающиеся в практике виды шайб приведены в таблице 5.6.



исполнение 1

исполнение 2

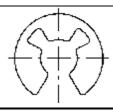
Рис. 5.20 Пружинные шайбы

Таблица 5.6

Шайбы

Наименование стандартов	Эскиз	Номер стандартов
1	2	3
Нормальные		ΓΟCT 11371-78 [*]
Уменьшенные	()	ΓΟCT 10450-78 [*]
Увеличенные		ΓΟCT 6958-78 [*]
Сферические и ко- нические		ГОСТ 3391-89
Пружинные		ГОСТ 6402-70 [*]
Стопорные с лапками		ГОСТ 3693-82
Стопорные с внут- ренним носком		ГОСТ 11872-89
Квадратные		ГОСТ 24197-80
Косые		ГОСТ 10906- 78 [*]
Пружинные упор- ные эксцентриче- ские наружные		ГОСТ 13944- 68

Упорные быстроходные



ГОСТ 11648-75

Примеры обозначений. Шайба A 12.01.08 кп.016 ГОСТ 11371-78 * , где исполнение 1 (не указывают), класс точности — А, для крепёжной детали с диаметром резьбы 12 мм, с толщиной, установленной стандартом, 01- группа материала, из стали марки 08кп (указывают для групп 01, 02, 11, 32, так как каждая из них содержит по две марки стали), 0.16 — вид покрытия (цинковое, хроматированное) и толщина покрытия 6мкм.(рис. 5.15).

Шайба 64.02. Ст3. 016 ГОСТ 11872-89, где 64- диаметр резьбы круглой шлицевой гайки, 02- группа материала, из стали марки Ст 3, 016- вид и толщина покрытия.

Шайба 5.03.016 ГОСТ 11648-75, где 5- диаметр отверстия, согласованный с диаметром d_1 проточки на валу, 03- группа материала, 016- вид и толщина покрытия.

Запись в обозначении, например, 12Т определит шайбу пружинную тяжёлого типа, где 12- диаметр резьбы крепёжной детали.

5.2.7. Шплинты

Шплинты (рис. 5.21) применяют для предупреждения самоотвинчивания прорезных или корончатых гаек при вибрации изделия, а также для контровки в случаях, показанных на рис. 5.22.

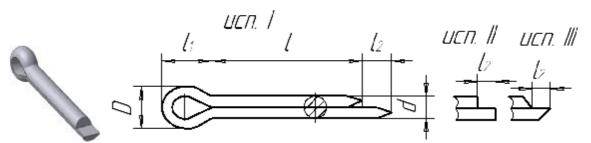


Рис. 5.21 Шплинт и его виды исполнений

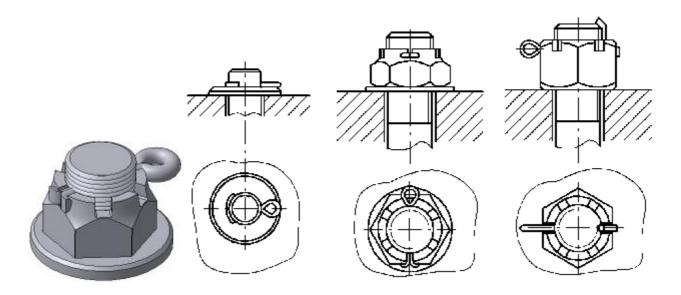


Рис. 5.22 Примеры применения шплинтов

Изготавливают шплинты по ГОСТ $397-79^*$ с условным диаметром 0,6...20мм и длиной 4...280 мм из низкоуглеродистой (в обозначение не входит) или коррозионно-стойкой стали 12X18H10T (2), латуни марки Л63 (3), сплава АМЦ (4).

Примеры обозначений. Шплинт $5\times45.3.036$ ГОСТ 397-79, где 5- условный диаметр шплинта, т.е. диаметр отверстия в крепёжной детали, в который будет вставляться шплинт, 45- длина L, 3- условное обозначение материала (Л63), 036- никелевое покрытие толщиной 6 мкм.

5.2.8 Штифты

Штифтовые соединения получили широкое распространение в промышленности и применяются для фиксирования соединяемых деталей относительно друг друга. Штифты устанавливаются в совместно обработанные (развёрнутые) отверстия обеих деталей. Штифты позволяют при необходимости разъединения деталей повторную сборку с сохранением точности их расположения.

Штифты подразделяют на цилиндрические и конические (< 1:50), с наружной или внутренней резьбой на их концах или без неё, с насечкой на посадочных поверхностях или без неё, пружинные и т.п.

Конические штифтовые соединения проще в изготовлении и допускают неоднократную разборку и сборку изделия. В этих случаях штифты в одну из деталей устанавливают с натягом, в другую- с зазором.

Основным типом является цилиндрические штифты (ГОСТ 3128- 70^*), которые служат для крепления на осях и валах тел вращения и для фиксирования взаимного положение детали на плоскости или по цилиндру (рис. 5.23).

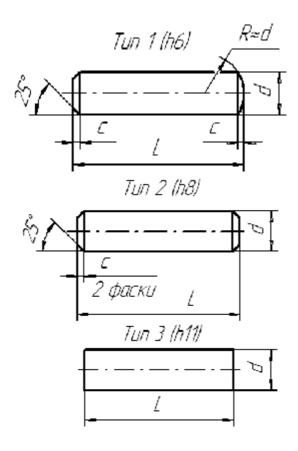


Рис. 5.23 Штифты цилиндрические и виды его исполнения

Если нельзя просверлить сквозное отверстие при соединении деталей, то применяют штифт конический с резьбовой цапфой (ГОСТ $3128-70^*$). В этом случае в комплект соединения помимо штифта входят шайба и гайка, которые служат для вынимания штифта при разборке соединения.

Штифты пружинные (ГОСТ 14229-78), изготовляют из пружинной листовой стали путём загиба или из трубок с последующим разрезанием вдоль образующей, применяют для закрепления на осях и валах тел вращения или для соединения деталей по плоскости.

Примеры обозначения:

 ${\it Штифт}$ 10×60 ГОСТ 3128- 70, где штифт цилиндрический I исполнения (не указывают, определяющий поле допуска h6), 10- диаметр штифта, 60- длина, закаленный штифт из стали 45. ${\it Штифт}$ 2.10×60 ГОСТ 3129-70, конический штифт, 2- тип штифта (определяющий поле допуска h11), 10- диаметр штифта ${\it d_1}^*$, 60- длина.

Отверстия под штифты сверлят в соединяемых деталях одновременно, как правило, с последующим развертыванием. Поэтому размеры отверстий указывают только в сборочных чертежах, на чертежах же деталей их не указывают. Выборочные стандарты на штифты и их наименования приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 Штифты

Наименование стандар-	Эскиз	Номер стандарта
TOB		

конические с внутрен- ней резьбой	ΓΟCT 9464- 70 [*]
конические с резьбовой цапфой	ΓΟCT 9465- 70 [*]
цилиндрические	ΓΟCT 3128- 70 [*]
цилиндрические насе- ченные	ГОСТ 10773- 93
конические	ΓΟCT 3129- 70 [*]
пружинные	ГОСТ 14229- 78

5.2.9. Фитинги

Соединения труб в трубопроводах при помощи резьбы, без применения крепёжных деталей (болта, винта и т.д.) имеет в технике обширное применение. Часто *трубы* соединяют между собой специальными деталями, называемыми фитингами; они применяются в случаях, когда один конец трубы непосредственно соединять при помощи резьбы, с другим концом второй трубы не представляется возможным. *Примеры обозначения*:

Угольник 40 ГОСТ $8946-75^*$, где необходимо читать: угольник прямой не оцинкованный с D_v 40.

Угольник 0-40×32 ГОСТ 8949-75*, где необходимо читать: тройник переходной оцинкованный с D_v 40×32.

Крест 0-25 ГОСТ 8951-75 * , где необходимо читать: крест прямой оцинкованный с D_v 25.

Выборочные стандарты на фитинги приведены в таблице 5.8.

На рис. 5.24 представлены различные формы фитингов.

Таблица 5.8

Фитинги

Наименование	Эскиз	Номер стандарта
стандартов		

Муфта прямая короткая	ГОСТ 8954-75 [*]
Муфта прямая длинная	ΓΟCT 8955-75*
Муфта переходная	ГОСТ 8957-75*

Окончание таблицы 5.8

Наименование	Эскиз	Номер стандарта
стандартов		
Ниппели двойные		ГОСТ 8958 -75 [*]
Кресты переходные		ГОСТ 8953-75 [*]

Футорки	 ГОСТ 8960-75 [*]
Угольники прямые	ГОСТ 8946-75 [*]
Тройники переходные	ΓΟCT 8940-75*
Кресты прямые	ΓΟCT 8951-75*

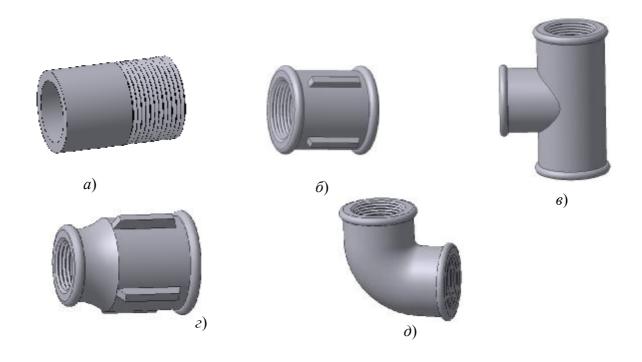


Рисунок 5.24 Фитинги a – конец трубы; δ – муфта прямая; ϵ – тройник переходной; ϵ – муфта переходная; δ – угольник.

6. Резьбовые соединения

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении и приборостроении. В большинстве современных машин свыше 60% всех деталей имеют резьбу.

Как было отмечено ранее (гл. 4) по эксплуатационному назначению различают резьбы общего назначения и специальные. К резьбам общего назначения относятся крепежные, применяемые для разъемного соединения деталей машин; главное требование к ним – обеспечить прочность соединения и сохранить плотность стыка в процессе длительной эксплуатации.

Резьбовые соединения относятся к разъемным соединениям, удовлетворяющим следующим требованиям:

- возможность многократной сборки и разборки изделий без их повреждения;
- неизменность форм и размеров деталей после многократной сборки и разборки;
- сохранение при повторных сборках и разборках точного и определенного взаимного расположения деталей и их поверхностей в пределах требований к конструкции;
- сохранение взаимного расположения деталей после их соединения при работе в жестких условиях, таких как вибрация и сотрясения.

6.1. Соединения деталей с помощью болтов, винтов и шпилек

При соединении деталей болтом, соединяемые детали имеют гладкие сквозные отверстия под болт (рис. 6.1).

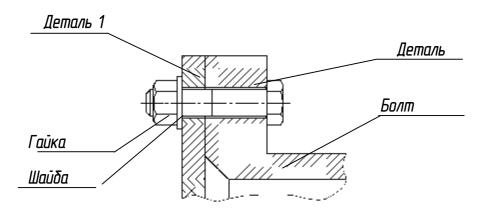


Рис. 6.1 Резьбовое соединение, в котором применены болт, гайка и шайба

При соединении деталей винтами и шпильками гладкое сквозное отверстие выполняется в притягиваемой детали 1. В сопряженной с ней детали, участвующей в данном соединении, может быть резьбовое отверстие (рис.6.2) или не резьбовое отверстие с соответствующим конструктивным исполнением, например, с отверстием под головку винта (рис. 6.3). Эти конструктивные элементы называют опорными поверхностями.

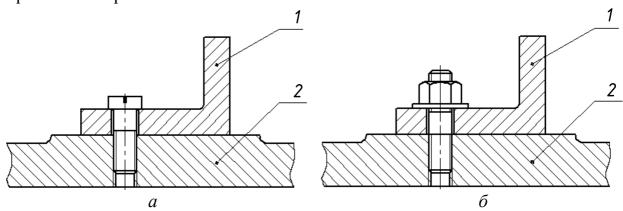


Рис. 6.2 Резьбовое соединение с применением: а) винта; б) шпильки, гайки и шайбы

Таблица 6.1 Сквозные отверстия под крепежные детали, в мм (ограничение ГОСТ 11284-75*)

Диаметры стержней	Отве	ерстия сквоз	зные	Диаметры стержней	Отверстия сквозные				
крепежных деталей	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крепежных деталей	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд		
1,0	1,2	1,3	-	8,0	8,4	9,0	10,0		
1,2	1,4	1,5	-	10,0	10,5	11,0	12,0		
1,4	1,6	1,7	-	12	12,5	13,0	15,0		
1,6	1,8	1,9	-	14	14,5	15,0	17,0		
2,0	2,2	2,4	2,6	16	16,5	17,0	19,0		
2,5	2,7	2,9	3,1	18	18,5	19,5	21,0		
3,0	3,2	3,4	3,6	20	21	22,0	24,0		
4,0	4,3	4,5	4,8	22	23	24,0	26,0		
5,0	5,3	5,5	5,8	24	25	26,0	28,0		
6,0	6,4	6,6	7,0						

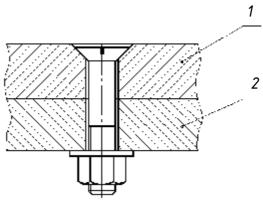


Рис. 6.3 Разъемное соединение с применением винта

Таблица 6.2 Рекомендация по выбору рядов сквозных отверстий для крепежных деталей (приложение ГОСТ 11284-75*)

		Тип сое	динения				
		I	II				
Число отверстий и их расположение	Способ образования отверстий	два сквоз- ных от- верстия без резь- бы	одно отверстие сквозное без резьбой	Рекомендуемый ряд сквозных отверстий (см. табл. 1)			
Любое число отвер-	Обработка отверстий		резиси				
стий и любое их рас-	по кондукторам	Ιν	иII				
положение				4			
Отверстия расположе-	Пробивка отверстий			1-й			
ны в один ряд и коор-	шпампами повышен-		I				
динированы относи-	ной точности, литье						
тельно оси отверстия	под давлением и по						
ил базовой плоскости	выплавляемым моде-	1	II				
	лям повышенной точ- ности	11		2-й			
Отверстия (числом до	Обработка отверстий			Z-YI			
4) расположены в два	по разметке, пробивка		I				
ряда и координирова-	штампами обычной						
ны относительно их	точности, литье нор-	1	Π	3-й			
осей	мальной точности	_		J II			
Отверстия расположе-	Пробивка отверстий						
ны в два и более ряда	штампами повышен-						
и координированы от-	ной точности, литье	т	***	2 4			
носительно осей от-	под давлением и литье	1 1	ı II	2-й			
верстий или базовых плоскостей	по выплавляемым мо-						
ПЛОСКОСТЕИ	делям повышенной точности						
Отверстия расположе-	Обработка отверстий						
ны по окружности	по разметке, пробивка						
	штампами обычной	I		I 3-й			
	точности, литье нор-						
	мальной точности						

Диаметры гладких отверстий больше диаметра стержня крепежной детали, что позволяет ей свободно пройти через отверстие. Диаметры проходных (сквозных) отверстий под болты, винты, шпильки приведены в таблице 6.1, а рекомендации по выбору — в таблице 6.2ГОСТ 12876-70* регламентирует запас нарезки, глубина сверления и другие параметры резьбовых деталей и соединений.

Некоторые рекомендации ГОСТа 12876-70* приведены в таблицах 6.3, 6.6.

В случае, когда по условиям конструкции узла номинальные размеры диаметра отверстия и диаметра стержня болта равны, т.е. в соединении без зазора, необходимо устранить контакт кромки отверстия с галтелью под головкой болта или винта, как это показано на рис. 6.4. Размеры такого соединения регламентированы ГОСТ 24670-81. Размеры сквозных квадратных и продолговатых отверстий регламентированы ГОСТ 16030-70*.

При конструировании разъемных резьбовых соединений встречаются случаи, когда сквозное отверстие в притягиваемой детали необходимо выполнить квадратным или продолговатым (рис. 6.5).

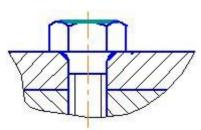


Рис. 6.4 Соединение без зазора

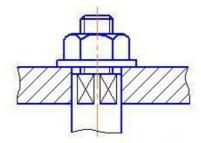


Рис. 6.5 Разъемное соединение с квадратным отверстием в детали

Таблица 6.3

Размеры фасок, сбегов, недорезов и проточек для метрической резьбы регламентируются ГОСТом 10549-80*, а также ГОСТом 27.148-86 «Изделия крепежные. Выход резьбы. Сбеги, недорезы и проточки. Размеры». Сокращенные варианты ГОСТа 10549-80* приведены в таблицах 6.5, 6.7.

Глубина нарезки под винты, шпильки, в мм

H H L L L L L L L L L L L L L L L L L L														
Материал	Глубина ввинчива-		Номинальный диаметр											
детали	ния Н, нарезки Н1 и	резьбы d												
детали	сверления Н2	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
C	Н	1	1	1,5	2	2,5	3	3	4	5	6	8	10	12
Сталь, чугун, бронза, латунь	H_{1}	2,5	2,5	3	3,5	4,5	5,5	5,5	7	8	10	14	17	20,5
оронза, латунь	H_2	3	3	3,5	4	5	6	6	8	10	12	16	19	23
Легкие	Н	-	-	•	-	4	5	6	8	10	12	15	ı	-
металлы	H_1	-	-	-	-	6	7	8	11	13	16	21	ı	-
и пластмассы							9	12	15	18	23	ı	-	

В сборочных чертежах соединения крепежными деталями обычно изображают упрощенными или условными (если диаметр резьбы на чертеже менее 2 мм). Такие изображения регламентированы ГОСТом 2.315-68*.

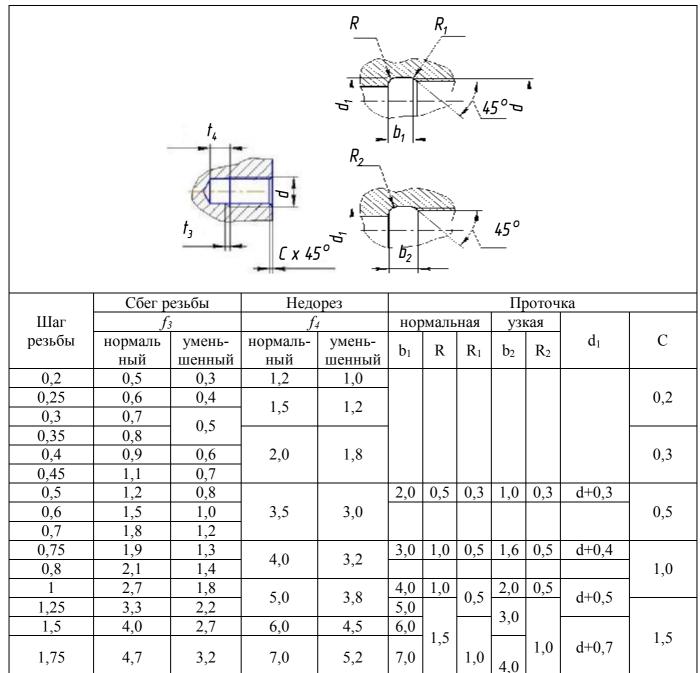
Опорные поверхности под головки винта могут быть различного конструктивного решения, и они регламентируются ГОСТом 12876-70*, приведенным в таблице 6.4.

Таблица 6.4 Опорные поверхности по ГОСТ 12876-70* (сокращенный вариант)

Эскиз	Назнанати	Назначение Номинальный диаметр резьбы														
ЭСКИЗ		.0	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14
	Под болты с шестигранной головкой, под шайбы пру-	ранной ой, под		-	-	5	6	7	8	10	12	14	20	24	26	30
	жинные, сто- порные с на- ружными зубьями, сто- порные с внутренними зубьями	D	-	-	-	8	8	10	10	14	16	18	24	28	30	34
,	Под шайбы	D	-	-	-	5	6	8	10	12	12	14	20	26	28	32
		D 1	-	-	-	8	8	10	12	14	16	18	24	30	34	36
	Под винты с цилиндриче- D ской головкой и шестигранным углубле- нием «под	1 р я д 2 й р я	2,3	2,9	2,9	3,3	4	5	6	8	10	11	14	17	18	22
 0	ключ», с Н	\mathbf{I}_1	-	-	-	-	-	-	-	4	5	6	8	10	12	14
	лой и ци- линдриче- ской го-	$\overline{\mathbf{I}_2}$	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2	2,8	3,5	4	5	6	7	8
	ловкой Г) 1	-	-	-	-	1	-	-	12	15	18	20	24	26	30
20°	Под винты с потайной и полупотайной головкой и шурупы	D	2,5	2,8	3,2	3,8	4,6	5,6	6,5	8,3	10,3	12,3	16	20	24	28
	Под шайбы стопорные с зубьями (для винтов с потайной и полупотайной головкой под углом 90°)	D	-	-	-	-	-	-	7	9	11,5	14,5	18	22	26	-

Примечание. Размер h устанавливается конструктор.

Таблица 6.5 Сбеги, недорезы, проточки и фаски для внутренней метрической резьбы (ГОСТ 10549-80*)



Запас резьбы, мм

8,0

2,0

d+1,0

Таблица 6.6

Диаметр *d* 5 10 12 14-16 18-20 4 6 0,3-1 Выход а из гайки 0.5 - 1.61,5-2,5 1,5-2,5 2-3 2,5-4 2,5-4

6.0

2

3,7

8,0

5,5

Таблица 6.7

Сбеги, недорезы, проточки и фаски для наружной метрической резьбы. (ГОСТ 10549-80*)

Coorn, nego	t_2											
		t_1			цорез t ₂			I	Трото	чка		С
Шаг резьбы	борн	і угле ной ча груме	сти нта	нормальная	уменьшенная	d_1	Тип I (нор- мальная)		Тип	Гип II		
	20°	30°	40°				b	R	R_1	b_1	R_2	
0,2	0,4	0,3		0,5	0,4							
0,25	0,5		0,2	0,6 0,7	0,5	-	_	-	-			0,2
0,35	0,6	0,4		0,8	0,6	1.0.6						
0,4 0,45	0,7	0,5	0,3	1,0	0,8	d-0,6 d-0,7	1,0	0,3	0,2			0,3
0,5 0,6	1,0	0,6	0,4	1,6	1,0	d-0,8 d-0,9	1,6	0.5	0.2			0,5
0,7 0,75	1,3	0,8	0,5	2,0	1,6	d-1,0	2,0	0,5	0,3			
0,8	1,5	0,9	0,6 0,7	3,0	2,0	d-1,2 d-1,5	3,0			3,6	2,0	1,0
1,25	2,2	1,5	0,9			d-1,8		1,0	0,5	4,4	2,5	4 -
1,5 1,75	2,8 3,2	1,6 2,0	1,0	4,0	2,5	d-2,2 d-2,5	4,0		,,,	4,6 5.4		1,5
2	3,5	2,2	1,4	5,0	3,0	d-3,0	5,0	1,5		5,4 5,6	3,0	2,0

6.2 Изображения упрощенные и условные крепежных деталей

Правила упрощенных и условных изображений крепежных деталей на сборочных чертежах устанавливает ГОСТ 2.315-68*.

6.2.1 Основные требования

1. Стандарт устанавливает упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общих видов всех отраслей промышленности.

2. На сборочных чертежах и чертежах общих видов изображение крепежных деталей (упрощенное или условное) выбирают в зависимости от назначения и масштаба чертежа.

Крепежные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и менее, изображают условно. Размер изображения должен давать полное представление о характере соединения.

3. Упрощенные и условные изображения крепежных деталей должны соответствовать указанным в таблице 6.8.

Таблица 6.8 Упрощенные и условные изображения крепежных деталей, используемые на сборочных чертежах по ГОСТу 2.315-68

Harrisananan	Изображение	
Наименование	упрощенное	условное
1	2	3
1. Болты и винты:		
с шестигранной головкой		
с квадратной головкой		'
2. Болты:		
с полукруглой головкой		
откидные с круглой го- ловкой		•
откидные с вилкой		
3. Винты:		
с полукруглой головкой		
с цилиндрической голов- кой		
с полукруглой головкой и крестообразным шлицем	\longleftarrow	
с цилиндрической голов- кой и шестигранным уг- лублением под ключ		
с цилиндрической голов-кой саморежущие		í

Продолжение табл. 6.8

Harrisanana	Изображение	
Наименование	упрощенное	условное
1	2	3
с полупотайной головкой		
с потайной головкой		Y
с потайной головкой и крестообразным шлицем		1
с потайной головкой с крестообразным шлицем саморежущие		`
4. Гайки:		
круглые	$\forall $	
шестигранные		\times
шестигранные прорезные и корончатые		
гайки-барашки		\checkmark
5. Шурупы:	, ,	
с полукруглой головкой		Ţ
с потайной головкой		\prec
с полупотайной головкой		
6. Шпильки		
7. Шайбы:		
простые, стопорные и т.д.		
стопорные с язычком		/
пружинные		
8. Штифты:		
цилиндрические		
конические		
9. Шплинты	\rightarrow	• <

4. Примеры упрощенных и условных изображений крепежных деталей в соединениях приведены в таблице 6.9.

Таблица 6.9 Упрощенных и условных изображений крепежных деталей в соединениях

Изображение соединения							
упрощенное	условное	упрощенное	условное				
	*		*				
	> *•						

5. Если изделие, изображенное на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений, следует показывать упрощенно или условно в одном-двух местах каждого соединения, а в остальных – центровыми или осевыми линиями (рисунок 6.6).

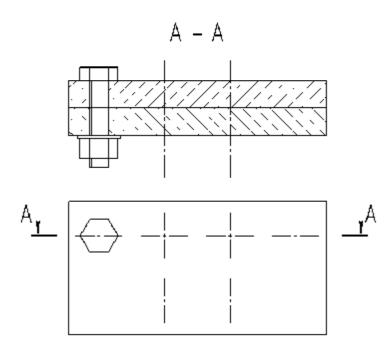


Рис. 6.6 Однотипные резьбовые соединения

6. Если на чертеже имеется несколько групп крепежных деталей, различных по типам и размерам, то вместо нанесения повторяющихся номеров позиций рекомендуется одинаковые крепежные детали обозначать условными знаками, а номер позиции наносить только один раз (рис. 6.7).

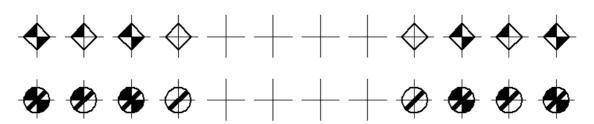


Рис. 6.7 Различные группы крепежных деталей

7. Шлицы на головках крепежных деталей следует изображать одной сплошной линией, как показано на рис. 6.8: на одном виде — по оси крепежных деталей, на другом — под углом 45° к рамке чертежа.

Толщину линии шлица следует принять равной двум толщинам сплошной основной линии, принятой на чертеже.

Если линия шлица, проведенная под углом 45° к рамке чертежа, совпадает с центровой линией или близка по направлению к ней, то линия шлица проводится под углом 45° к центровой линии (рис. 6.9).

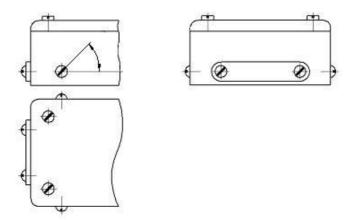


Рис. 6.8 Изображение головок со шлицами крепежных деталей

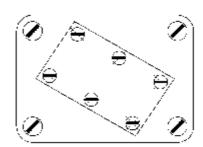


Рис. 6.9 Возможные варианты изображения шлица на головках крепежных деталей

6.3 Относительные размеры крепежных изделий

На учебных чертежах изображения болтового, винтового, шпилечного соединений обычно строят по относительным размерам. Эти размеры являются функциями диаметра резьбы и округляются при расчетах до целых чисел. В этих расчетах учтены необходимые рекомендации стандартов на диаметры сквозных отверстий, запасы резьбы, сбегов, недорезов, глубины нарезки под винты, шпильки и т.д. (ГОСТ 11.284-75*, ГОСТ 12876-70*, ГОСТ 24670-81, ГОСТ 10549-80*). Эти относительные размеры используют только для построения изображений крепежных соединений на сборочных чертежах, их размеры на чертежах указывать нельзя.

По размерам, взятым из соответствующих стандартов, изображения крепежных деталей и деталей с резьбой строят только на рабочих чертежах, по которым их будут изготавливать. На рис. 6.10 приведено конструктивное упрощенное изображение болтового соединения. Необходимо учесть, что эти формулы не относятся к самой длине L болта, винта или шпильки. Длина болта зависит от толщины стягиваемых пластин T_1 , T_2 и т.д. $L_6 = (T_1 + T_2 \ldots) + 1,25d$;

$$L_{\text{шпильки}} = (T_1 + ...) + 1,25d$$
; $L_{\text{винта}} = (2d + 6) + (T_1 + ...) + (2 \div 3)$ S, где $(2d + 6)$ – длина нарезанной части винта;

 $(2 \div 3)$ S – выход резьбы на уровне скрепляемой детали.

Для внесения резьбы крепежной детали в условное обозначение необходимо расчетную длину детали округлить до ближайшего значения длины по соответствующему стандарту на крепежные изделия.

На рис. 6.11 приведены упрощенные изображения болтового соединения.

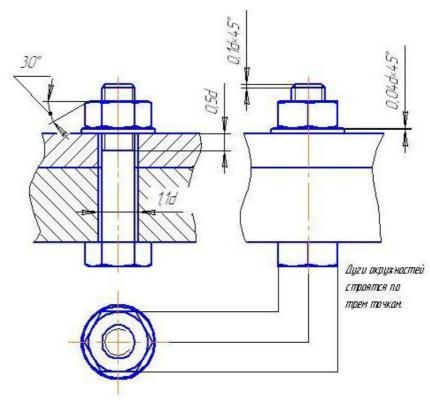


Рис. 6.10 Конструктивное упрощенное изображение болтового соединения

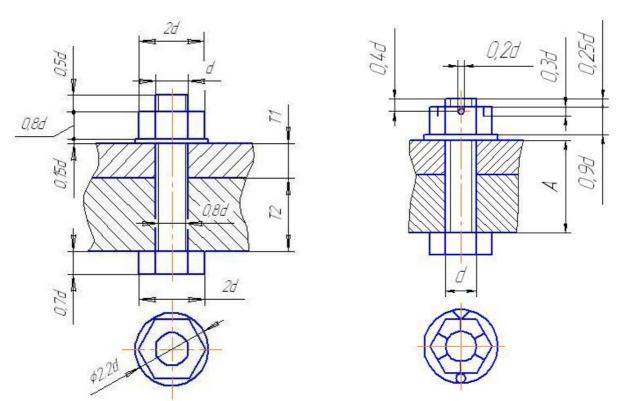


Рис. 6.11 Упрощенные изображения болтового соединения

На рис. 6.12 приведены упрощенные и конструктивные упрощенные изображения шпилечного соединения. В этом примере показано резьбовое соединение с пружинной шайбой.

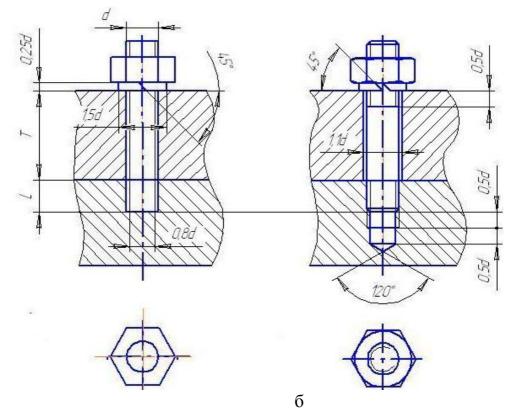


Рис. 6.12 Соединение шпилькой: а — упрощенное изображение; б — конструктивное упрощенное изображение

На рис. 6.13 приведено упрощенное и конструктивное упрощенное изображение винта с прямым шлицем.

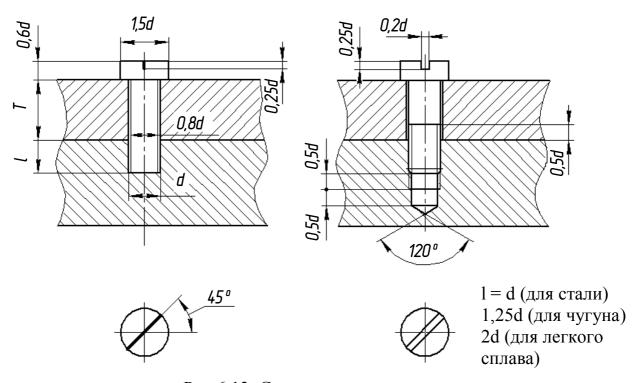


Рис. 6.13 Соединение винтом

На сборочных чертежах изображение резьбового соединения, построенное по размерам, взятым из стандартов, применяют только в ответственных случаях.

На рис. 6.14 показаны относительные размеры, необходимые для построения разного вида головок винтов, и формулы в зависимости от номинального диаметра резьбы для построения конусов винтов для металла.

6.4. Виды стопорения резьбовых соединений

При сборке приходится, как правило, учитывать особенности конструкции машины, с тем чтобы соединение было достаточно прочным и надежным.

Зачастую при сборке принимаются меры к стопорению резьбовых соединений. Вызвано это тем, что от толчков и сотрясений, которые неизбежны при работе любой машины, резьбовые соединения могут ослабнуть. При этом происходит самоотвинчивание гаек, вывинчивание шпилек и винтов.

Для стопорения резьбовых соединений предложено много различных способов. Рассмотрим некоторые из них, наиболее часто встречающиеся на практике (рисунок 6.15).

Стопорение контрайкой — наиболее простой и распространенный способ. Стопорение в данном случае осуществляется за счет трения, возникающего в резьбе и на торцевых поверхностях гаек. К сожалению, контрайка утяжеляет соединение, кроме того, в современных быстроходных машинах могут возникнуть такие вибрации, что этот способ станет недостаточно надежным.

Стопорение пружинной шайбой — наиболее распространенный способ. Он основан на том, что пружинная шайба создает дополнительное напряжение в резьбовом соединении и, кроме того, острые закаленные кромки шайбы, врезаясь в опорную поверхность гайки, предотвращают тем самым ее самоотвинчивание.

Стипорение винтом, ввинченным в гайку — простой способ, позволяющий стопорить гайку в любом положении. Для того чтобы не отвинчивался сам стопорный винт, шаг его резьбы должен быть по возможности мал, а резьба выполнена точно и обеспечивала плотность соединения. Недостаток этого способа заключается в том, что резьба болта сминается стопорным винтом. В последнее время под стопорный винт стали подкладывать деталь — сухарь из красной меди.

Стоорение штифтом коническим разводным — также простой и надежный способ. Затянув гайку, просверливают ее вместе с болтом в сборке (со стороны одной из граней гайки). В отверстие вставляют конический штифт, после чего разводят его конец.

Становение разводным шплинтом — один из наиболее надежных и распространенных способов.Шплинт изготавливается из стальной проволоки полукруглого сечения и имеет головку в виде кольца. Отверстие в болте под шплинт просверливается до или после монтажа. Разводной шплинт заводится в это отверстие и в пазы корончатой или прорезной гайки, тем самым стопоря ее.

Сти опорение деформируемыми шайбами – простой и надежный способ. Существует много конструкций деформируемых шайб, некоторые из них приведены на чертеже (рис. 6.15 ж, з, и, к, л).

Шайба одним усом отгибается по краю детали, а другим – по грани гайки.

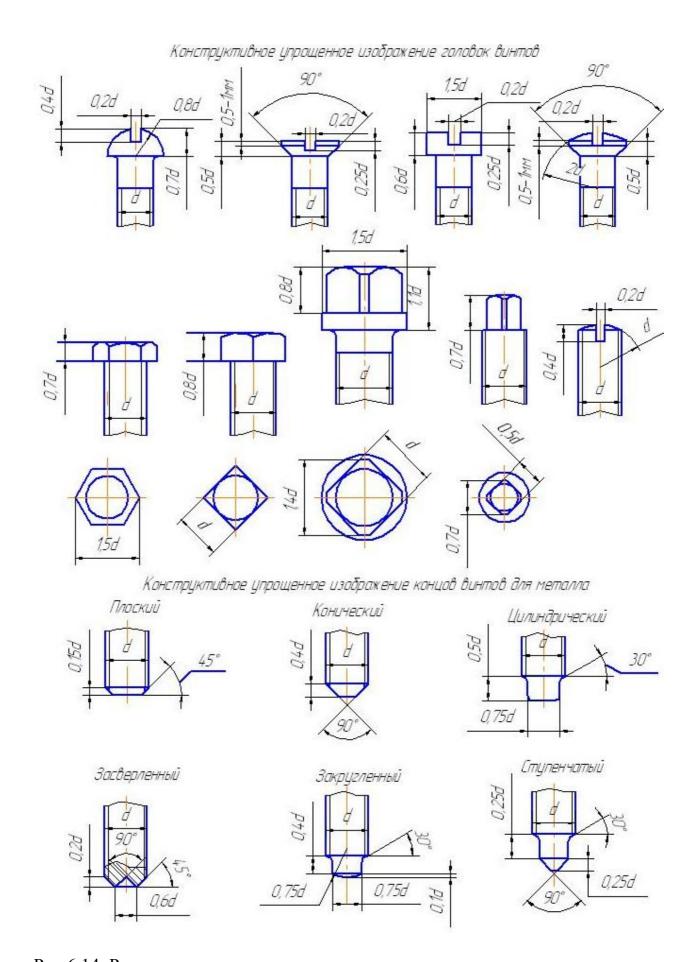


Рис. 6.14 Различные виды головок и концов винтов

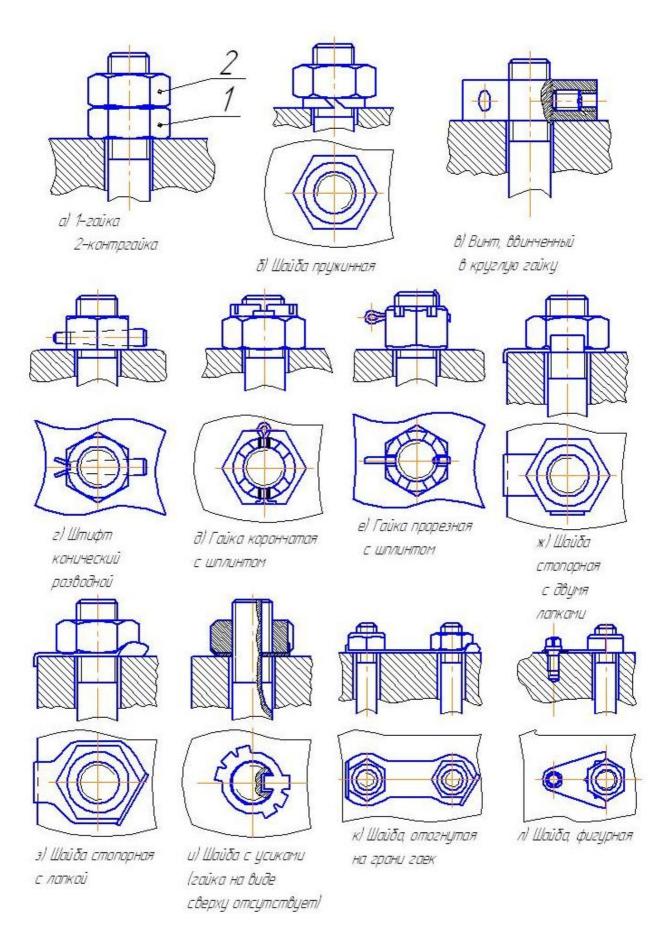


Рис. 6.15 Виды стопорений резьбовых соединений

6.5 Трубные резьбовые соединения

По эксплуатационному назначению различают резьбы общего назначения.

К ним, как уже было сказано в главе 4, относятся в первую очередь крепежные резьбы. Из многообразия крепежных резьб в отдельную подгруппу можно вынести резьбы трубные (цилиндрическая и коническая, метрическая коническая), применяемые для трубопроводов; главное требование к ним – обеспечить герметичность соединения.

Резьбовые трубные соединения имеют различный характер, зависящий от условий работы. В обычных трубопроводах с нормальным давлением чаще имеет место соединение «цилиндр на цилиндр».

В трубах с повышенным давлением для обеспечения большей герметичности используется соединение «конус на конус» или «цилиндр на конус».

К деталям трубопровода относят отдельные трубы, отводы, переходы, заглушки, фитинги, прокладки, болты, гайки и т.д.

Для соединения труб на резьбе их концы снаружи нарезают трубной цилиндрической или конической резьбой. В отличие от нормальной крепежной резьбы трубная резьба имеет значительно меньший шаг и меньшую глубину. Это необходимо, чтобы предупредить ослабление стенок трубы.

Обозначение трубной резьбы обладает той особенностью, что размер резьбы задается не по тому диаметру, на котором нарезана резьба, а по внутреннему диаметру D_y трубы. Он называется диаметром трубы «в свету» и определяется как условный проходной размер трубы. Размер наружного диаметра трубной резьбы всегда больше диаметра «в свету» на две толщины стенки трубы. Так, например, трубная резьба 1" имеет наружный диаметр 33,25 мм (а не 25,4 мм). Конструктивный расчет резьбовых соединений трубопровода ведется по условным проходам арматуры и соединительных частей (фитингов) по ГОСТ 355-52 (таблица 6.10). Под условным проходом труб, фитингов подразумевается номинальный внутренний диаметр, взятый с округлением.

Условный проход обозначается буквой Dy с добавлением радиуса условного прохода изделия в мм.

Таблица 6.10 Условные проходы трубопроводов, арматуры и фитингов(ГОСТ 355-52)

Условный проход Dy	Соответствующая резьба в дюймах
8	1/4"
10	3/8"
15	1/,"
20	3/4"
25	1"
32	1 1/4"
40	1 ½"
50	2"

Фитинги изготавливаются из ковкого чугуна для условных проходов от 8 до 100 мм и из стали для условных проходов от 8 до150 мм. Для придания фитингам из

ковкого чугуна необходимой жесткости их снабжают по краям буртиками, а муфты – для обеспечения лучшего захвата газовым ключом – несколькими ребрами, расположенными на боковой поверхности по образующей. При помощи муфт, угольников, тройников и крестов соединяют трубы с одинаковыми и разными условными проходами, имеющие наружную резьбу; при помощи ниппелей – трубы с внутреней резьбой. На рис. 6.16, 6.17, 6.18, 6.19 приведены примеры резьбового соединения «цилиндр на цилиндр» труб фитингами.

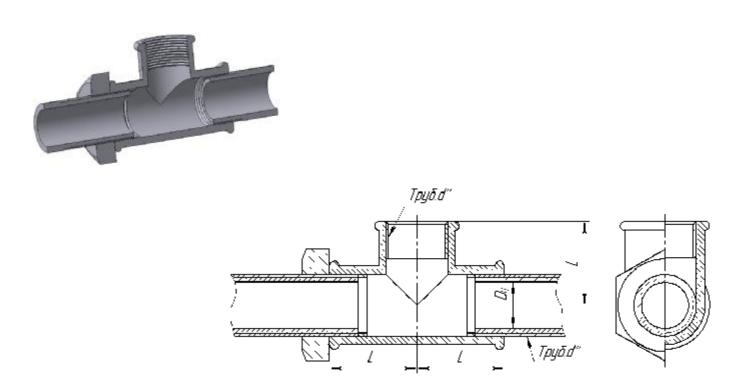


Рис. 6.16 Соединение труб тройником ГОСТ 8948-75*

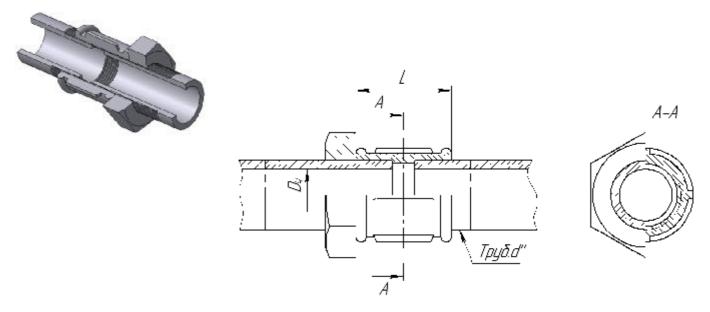


Рис. 6.17 Соединение труб муфтой ГОСТ 8954-75*

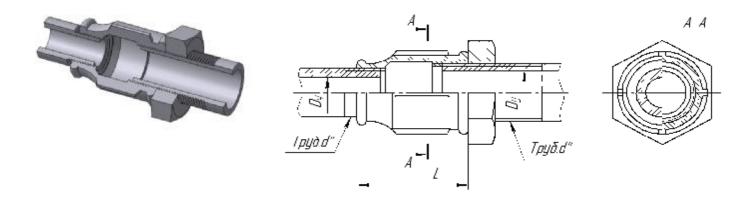


Рис. 6.18 Соединение труб муфтой переходной ГОСТ 8954-75*

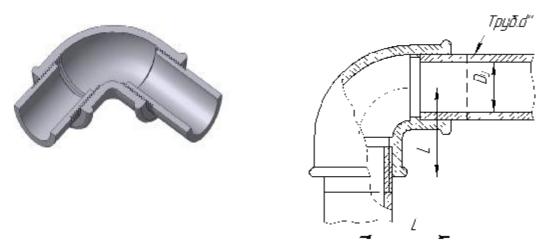


Рис. 6.19 Соединение труб угольником ГОСТ 8946-75*

Штуцерно-ниппельные соединения применяются при сборке стальных и латунных труб диаметром не более 32 мм. Эти соединения состоят из пяти деталей: штуцера 1; накидной гайки 2; прокладки 3; ниппеля 4; трубы 5 (рис.6.20, 6.21)

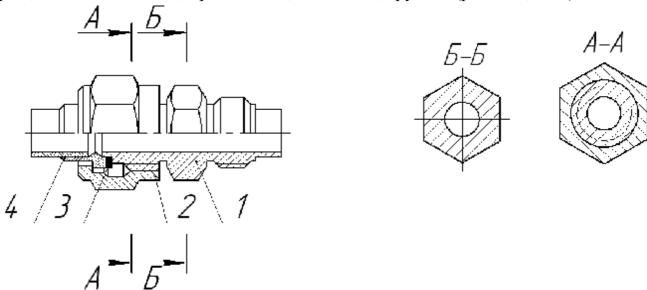


Рис. 6.20 Штуцерно-ниппельные соединения

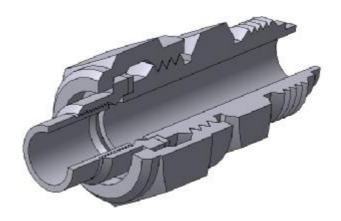


Рис. 6.21 Штуцерно-ниппельное соединение

7. Методы контроля точности резьбовых соединений. Средства измерения резьбы

Точность резьбы контролируют дифференцированным (поэлементным) или комплексным методом.

Дифференцированный метод контроля применяют в том случае, когда допуски даны отдельно на каждый параметр резьбы. При этом отдельно проверяют собственно средний диаметр d_2 , шаг P и половину угла профиля. Этот метод сложен, трудоёмок, а потому его используют, главным образом, для контроля точной резьбы (калибрпробок, резьбообразующего инструмента и т.д.). Наиболее универсальным прибором для измерения параметров резьбы является инструментальный микроскоп различных модификаций.

Комплексный метод контроля применяют для резьбовых деталей, допуск среднего диаметра которых является суммарным. Этот метод основан на одновременном контроле среднего диаметра, шага, половины угла профиля, а также внутреннего и наружного диаметров резьбы путем сравнения действительного контура резьбовой детали с предельными. Контроль калибрами применяют как в массовом и серийном, так и в мелкосерийном и единичном производствах (за исключением резьбы с мелким шагом).

7.1. Предельные контуры резьбы

При изготовлении резьбовых деталей неизбежны погрешности профиля резьбы и ее размеров, возможны неконцентричность диаметральных сечений и другие отклонения, которые могут нарушить свинчиваемость и ухудшить качество соединений. Для обеспечения свинчивания и качества соединений действительные контуры свинчиваемых деталей, определяемые действительными значениями диаметров, угла профиля и шага резьбы, не должны выходить за предельные контуры по всей длине свинчивания.

Отклонение шага резьбы (ΔP) — это разность между действительным и номинальным расстояниями в осевом направлении между двумя средними точка-ми любых одноименных боковых сторон профиля в пределах длины свинчивания или заданной длины. Складывается отклонение шага из прогрессивных погрешностей шага, перио-

дических и местных (не зависящих от числа витков резьбы на длине свинчивания). Соотношения этих составляющих отклонений шага зависят от технологии изготовления резьбы, точности оборудования и резьбообразующего инструмента и других факторов.

При анализе погрешностей угла профиля резьбы обычно измеряют не угол профиля α , а половину этого угла $\alpha/2$. Измеряя $\alpha/2$, можно установить не только значение α , но и перекос резьбы.

Отклонением половины угла профиля резьбы ($\Delta \alpha/2$), называют разность между действительными и номинальными значениями $\alpha/2$. Эта погрешность может быть вызвана погрешностью полного угла профиля, перекосом профиля относительно оси деталей и сочетанием обоих факторов. Погрешность половины угла профиля может стать следствием ошибок профиля резьбообразующего инструмента и неточности установки его, перекоса оси детали.

Свинчивание резьбовых деталей, имеющих погрешность $\Delta\alpha/2$, как и деталей, имеющих погрешность шага, оценивают величиной диаметральной компенсации f_{α} этой погрешности.

Свинчиваемость будет обеспечена, если разность средних диаметров резьбы болта и гайки будет не меньше сумм диаметральных компенсаций шага и половины угла профиля обеих деталей. Для упрощения контроля резьбы и расчета допусков введено понятие "приведенный средний диаметр резьбы".

Приведенным средним диаметром называют значение среднего диаметра резьбы, увеличенное для наружной резьбы и уменьшенное для внутренней на суммарную диаметральную компенсацию отклонений шага и угла наклона боковой стороны профиля.

Посадкой резьбы называют характер резьбового соединения деталей, определяемый разностью средних диаметров наружной и внутренней резьбы до сборки. В посадке с зазором поле допуска среднего диаметра внутренней резьбы расположено над полем допуска среднего диаметра наружной резьбы.

Наиболее распространенной является резьба с небольшим зазором 6H/6g. В стандарте СТ СЭВ 144-75 установлены следующие степени точности, на которые даны ряды допусков, приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 Ряды допусков для резьбовых соединений

Диаметр болта	Степень точности	Диаметр гайки	Степень точности
Наружный <i>d</i>	4; 6; 8;	Внутренний D_1	4; 5; 6; 7; 8; 10*
C редний d_2	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;	$Cpeдhum\;D_2$	4; 5; 6; 7; 8; 9*

^{* –} Для пластмасс

Для выбора степени точности и свинчиваемости резьбы и требований к точности соединений установлены три группы длин свинчивания: S — короткие, N — нормальные, L — длинные.

7.2. Обозначение точности и посадок метрической резьбы

Обозначение поля допуска резьбы состоит соответственно из обозначений полей допусков среднего диаметра, помещаемого на первом месте, наружного диаметра для болтов и внутреннего для гаек, например 7g6g, 5H6H. Если обозначения полей допусков наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки совпадают с обозначением поля допусков среднего диаметра, то их в обозначении поля допуска резьбы не повторяют, например, 6g, 6H. Обозначение допуска резьбы ставят после указания ее размера. Например, болт M12-6g, гайка M12-6H, болт $M12\times1-6g$, гайка $M12\times1-6H$. Посадки резьбовых деталей обозначают дробью, в числителе которой указывают поле допуска гайки, а в знаменателе – поле допуска болта. Например, $M12-\frac{6H}{6g}$; для левой резьбы $M12\times1LH\frac{6H}{6g}$. Если длина свинчивания отличается от нормальной, то ее указывают в обозначении: M12-8g-30, где 30- длина свинчивания, мм. Примеры обозначения допусков и посадок резьбовых соединений на чертежах показаны на рис. 7.1.

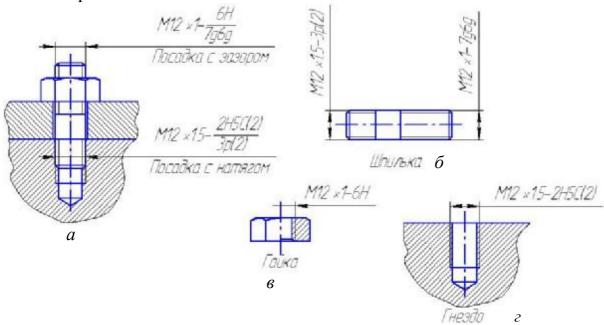


Рис. 7.1 Обозначение допусков и посадок на чертежах: а — соединение деталей с наружной и внутренней резьбой; б — шпилька с резьбой; в — гайка; г - гнездо с внутренней резьбой

7.3. Средства измерения резьбы

Контроль резьбы достигается на практике разнообразными средствами измерения. Рассмотрим наиболее употребляемые.

Штангенинструменты и микрометрические инструменты являются измерительными средствами, широко применяемыми в машиностроении, поэтому приобретение навыков работы с ними обязательно. К основным штангенинструментам относятся штангенциркули.

Отсчетным устройством в штангенинструментах является линейный нониус. Это приспособление позволяет отсчитывать дробные доли интервала делений основной шкалы штангенинструмента.

Интервал деления шкалы нониуса a' меньше, чем интервал деления основной шкалы a на величину c, называемую величиной отсчета по нониусу, если модуль нониуса $\gamma = 1$. При модуле $\gamma = 2$ деление шкалы нониуса a' меньше, чем два деления основной шкалы, также на величину c.

При нулевом положении нулевые штрихи основной шкалы и шкалы нониуса совпадают. При этом последний штрих шкалы нониуса совпадают с штрихом основной шкалы, определяющим длину l шкалы нониуса. При измерении шкала нониуса смещается относительно основной шкалы и по положению нулевого штриха шкалы нониуса определяют величину этого смещения, равную измеряемому размеру. Если нулевой штрих нониуса располагается между штрихами основной шкалы, то следующие за ним штрихи нониуса также занимают промежуточное положение между штрихами основной шкалы. Ввиду того, что деления шкалы нониуса отличаются от делений основной шкалы на величину c, каждое последующее деление нониуса расположено ближе предыдущего к соответствующему штриху основной шкалы. Совпадение какого — либо k — го штриха нониуса с любым штрихом основной шкалы показывает, что расстояние нулевого штриха основной шкалы, по которому производят отсчет целых делений, равно kc.

Таким образом, отсчет измеряемой величины A по шкале с нониусом складывается из отсчета целых делений N по основной шкале и отсчета дробной части деления по шкале нониуса, т. е. A = N + kc.

Параметры нониуса и основной шкалы связаны следующими уравнениями:

$$c = a/n$$
; $c = \gamma a - a'$; $l = n (\gamma a - c)$; $l = a (\gamma n - 1)$, 7.1

где l – длина шкалы нониуса; n – число делений шкалы нониуса.

Приведенные формулы позволяют производить расчет нониуса и отсчеты по шкале с нониусом.

Пример. Для нониуса, изображенного на рис. 7.2, а и б, определить c и произвести отсчет, если a=1 мм.

Основываясь на формулах (7.1), по рисунку 7.2, а определяем, что $n=10, \gamma=2, \quad l=19$ мм.

Следовательно, c = a/n = 1/10 = 0,1 мм

По рис. 7.2, б определяем отсчеты по основной шкале N=60 мм и по нониусной ck=0,1x5=0,5 мм. Общий отсчет A=N+ck=60+0,5=60,5 мм.

Обычно при градуировании шкалы нониуса учитывается величина отсчета по шкале нониуса. Так, например, на шкале нониуса с величиной отсчета C=0.02 мм цифра 10 обозначает "десять сотых миллиметра" и соответствует пятому делению нониуса, цифра 20 соответствует десятому делению нониуса и т.д.

На рис. 7.3 показан штангенциркуль типа ШЩ11 — с двухсторонним расположением измерительных губок 1, 2, 3, 4. Верхняя пара измерительных губок (1 и 2) предназначена для измерений отверстий, нижняя — для наружных измерений. Верхние губки расположены относительно основной шкалы и шкалы нониуса так, что при измерении внутренних размеров отсчет ведется от нуля, как и при измерении наружных размеров. Шкала нониуса — 5, винт — 6 служит для фиксирования положения подвижной губки.

Характеристика нониуса	Нулевые положения	Примеры отсчета
a=1 _{MM} ; a'=1,9 c=0,1 _{MM} ; n=10 γ=2	0,1 0 1 2 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	60,5
a=1 _{MM} ; a'=0,98 c=0,02 _{MM} n=50; γ=1	0.02 0 1 2 3 4 5 1 1 2 3 4 5 1 10 20 10 10 50 60 70 80 90 100	64,18

Рис. 7.2 Нулевые положения шкал штангенциркуля и примеры отсчета в зависимости от модуля γ

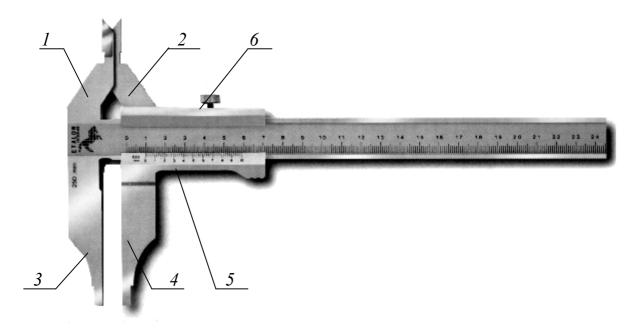


Рис. 7.3 Штангенциркуль, тип ШЦ11

Резьбовой микрометр. Для измерения среднего диаметра наружной резьбы на стержне применяют резьбовой микрометр (рис. 7.4). Внешне он отличается от обычного только наличием измерительных вставок — конусного наконечника, вставляемого в отверстие микровинта, и призмати-ческого наконечника, помещаемого в отверстие пятки. Вставки к микрометру (рис. 7.5) изготовляются парами, каждая из которых предназначена для измерения крепежных резьб с углом профиля 60° и 55° и с опреде-

ленным шагом. Например, одна пара вставок применяется для измерения резьбы с шагом 1 - 1,75 мм, другая – с шагом 1,75 - 2,5 мм и т.д.

После установки микрометра на ноль вставками обхватывают один виток проверяемой резьбы. Как только вставки войдут в соприкосновение с поверхностью резьбы, стопорят микрометрический винт и отсчитывают результат по шкалам микрометрической головки

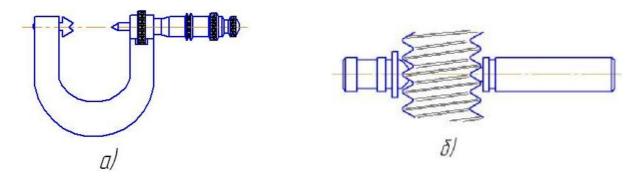


Рис. 7.4 Резьбовой микрометр

Рис. 7.5 Вставки к микрометру

Проволочки. Проволочки служат для измерения среднего диаметра резьбы (рис. 7.6). Для этого их закладывают во впадины резьбы, а затем при помощи контактного прибора (микрометра, оптиметра и т. п.) определяют размер М. По известным значениям шага, половины угла профиля резьбы и диаметра проволочек вычисляют действительный размер среднего диаметра резьбы. Так для метрической резьбы ($\alpha/2 = 30^\circ$) средний диаметр резьбы будет равен: $d_2 = M$

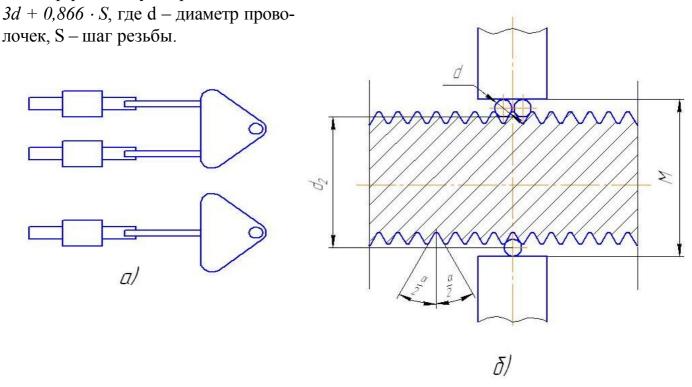


Рис. 7.6 Проволочки для измерения среднего диаметра резьбы

Измерение среднего диаметра резьбы с помощью трех проволочек находит наибольшее применение. Этим методом пользуются не только для измерения крепежных резьб, но и кинематических (ходовых).

Резьбовые кольца жесткие. Для измерения наружной цилиндрической правой и левой резьбы применяют резьбовые кольца жесткие (рис. 7.7). Так они называются в отличие от регулируемых резьбовых колец. Проверка заключается в свинчивании резьбового кольца с проверяемой деталью. Резьбу проверяют двумя кольцами: проходным (ПР), изготовленным с резьбой полного профиля по всей длине кольца, и непроходным (НЕ), имеющим резьбу неполного укороченного профиля с 2-3,5 витками.

Проходное резьбовое кольцо должно свободно свинчиваться с проверяемой деталью и проходить без заклинивания по всей длине нарезки. Непроходные резьбовые кольца не должны навинчиваться на деталь более чем 3,5 оборота.

Для отличия непроходное кольцо имеет снаружи кольцевую выточку. Все кольца маркируются с указанием предельного калибра (НЕ, ПР), размера и типа резьбы. *Резьбовые калибры*. Для измерения внутренней цилиндрической правой и левой резьбы применяются резьбовые калибры (пробки, рис. 7.8) со вставками и насадками; проходные (ПР) и непроходные (НЕ). Проверяют и измеряют резьбы резьбовыми пробками так же, как и резьбовыми кольцами.

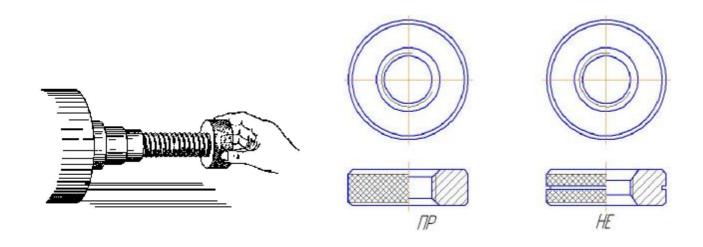


Рисунок 7.7 – Резьбовые кольца жесткие

Наружная резьба диаметром от 6 до 52 мм контролируется иногда резьбовыми роликовыми скобками других конструкций. Конические внутренние и наружные, правые и левые резьбы от 1/8" до 2" измеряют специальными калибрами.

Резьбомеры. Для измерения шага резьбы применяют резьбомеры — наборы шаблонов (тонких стальных пластинок) (рис. 7.9), измерительная часть которых представляет собой профиль стандартной резьбы определенного шага или с определенным числом ниток на дюйм для подсчета шага.

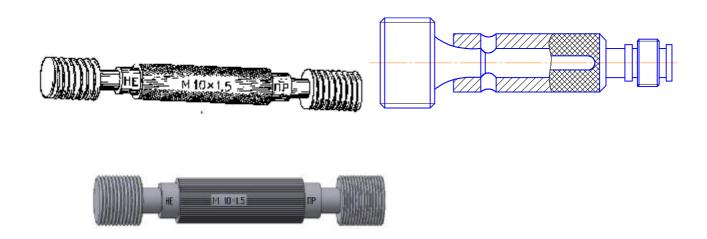


Рис. 7.8 Резьбовые калибры

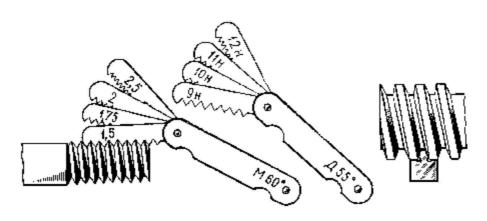


Рис. 7.9 Резьбомеры

Изготавливают резьбомеры двух типов: для метрической резьбы с шагом (в мм): 0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6 и для дюймовой и трубной резьбы с числом ниток (на один дюйм): 28; 20; 19; 18; 16; 14; 12; 11; 10; 9; 8; 7; 6; 5; 4,5; 4.

Внешне резьбомеры — шаблоны отличаются тем, что на резьбомерах для метрической резьбы выбито клеймо " $M60^{\circ\circ}$ ", а на резьбомерах для дюймовой и трубной резьбы выбито клеймо " $Д55^{\circ\circ}$ ".

При определении резьбы с натуры, замерив отдельные параметры, получают приближенные данные, с помощью которых по таблицам резьбы в стандартах уточняют ее тип и размер. Необходимость в определении резьбы с натуры может возникнуть в двух случаях: 1) при замене частично изношенной или полностью вышедшей из строя нестандартной резьбовой детали; 2) при монтаже и ремонтных работах, когда по каким — либо причинам неизвестен размер резьбы, а в ходе работы требуется установить новое изделие или узел с подсоединением на резьбе.

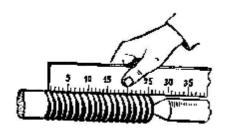
На точность измерения при определении резьбы с натуры влияет много факторов, основные из них следующие: а) процент изношенности и загрязненности дета-

ли; б) удобство измерения детали; в) вид, качество и чистота измерительного инструмента; г) навыки пользования инструментом, правильная установка его без смещений и перекосов; д) соблюдение температурного режима измерения.

Для более точного определения рекомендуется сделать последовательно три измерения одного и того же размера и как окончательный результат взять их среднее значение. Оценка точности измерения в различных случаях может колебаться от 0,5 до 0,25 мм.

Поскольку в производственной, а тем более учебной практике наиболее часто при выполнении эскизов с натуры пользуются резьбомером, рассмотрим как это измерение выполняется.

Для измерения шага резьбы резьбомером подбирают шаблон – пластинку, зубцы которой совпадают со впадинами измеряемой резьбы (рис. 7.10). Затем читают указанный на пластинке шаг (или число ниток на дюйм). При определении шага по дюймовому резьбомеру делят дюйм (25,4 мм) на количество ниток, указанное на шаблоне, Наружный диаметр резьбы d на стержне или внутренний диаметр резьбы D_l в отверстии измеряют обычным путем штангенциркулем (рис. 7.11) (располагая мерительные губки штангенциркуля в осевой диаметральной плоскости) с торца стержня или отверстия. Имея эти исходные данные, подбирают точное значение резьбы по таблицам стандартных резьб. При отсутствии резьбомера шаг резьбы (или число ниток на дюйм) может быть определен с помощью оттиска на бумаге. Для этого резьбовую часть детали обжимают листком чистой бумаги, с тем чтобы получить на ней оттиски (отпечатки) ниток резьбы, т.е. несколько шагов (желательно не менее 10) (рис. 7.12). Затем по оттиску измеряют расстояние L между крайними достаточно четкими рисками. Сосчитав число шагов n на длине L (при этом надо помнить, что nна единицу меньше числа рисок, так как средняя оценка величины шага данной резьбы определяется не из количества рисок, а из величины расстояния меду ними), определяем шаг.



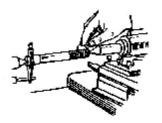


Рис. 7.10 Измерение шага резьбы шаблон - пластинкой

Пример: оттиск дал 10 четких рисок (т.е. 9 шагов) общей длиной 13,5 мм. Наружный диаметр резьбы при измерении — 14 мм. Определяем шаг: P=13,5:9=1,5 мм. По таблице стандартных резьб в стандарте ГОСТ8724 — 81 находим резьбу: $M14\times1,5$, т.е. метрическая резьба 2-го ряда с диаметром 14 мм и мелким шагом 1,5 мм.

В отверстиях определение резьбы этим способом возможно только при достаточно больших диаметрах. Вообще же резьбу отверстий следует измерять на тех деталях, которые ввинчиваются в данное отверстие.

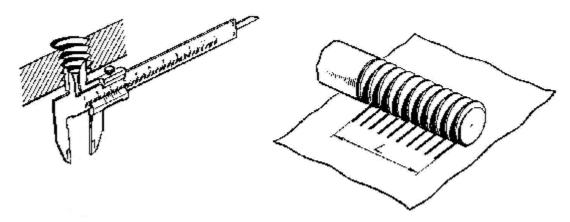


Рис. 7.11 Измерение внутреннего диаметра резьбы d_1 штангенциркулем

Рис. 7.12 Оттиски ниток резьбы

На практике определение резьбы описанным способом облегчается тем, что для наиболее употребительных диаметров шаги метрической резьбы выражаются или целым числом миллиметров, или числом ,кратным 0,5 мм или 0,25 мм.

Диаметры метрической резьбы, начиная с 6 мм, всегда измеряются целым числом миллиметров.

У дюймовой резьбы диаметр и шаг могут быть с достаточным приближением выражены только в тысячных долях миллиметра, но число ниток на дюйм всегда число целое.

При измерении метрической и дюймовой резьбы может оказаться, что шаблоныгребенки не укладываются между витками резьбы того или иного изделия, а замеряемый диаметр (наружный или внутренний) даже с грубой прикидкой на изношенность не соответствует размерам, установленным стандартом. Такое несоответствие шага и диаметра стандарту указывает на то, что резьба у данного изделия нестандартная. В этом случае на чертеже должны быть обозначены шаг резьбы P, замеренный вышеприведенным или другим способом с достаточной точностью, наружный и внутренний диаметры, общие для болта и гайки.

При замере одного диаметра резьбы (наружного или внутреннего) другой может быть определен подсчетом. Как известно, размер H – радиально измеренная высота основного расчетного профиля, общего для болта и гайки, может быть представлена в выражении через шаг P ,как через модуль.

Для метрической резьбы: H=0,86603 P.

Для дюймовой: H=0,6403 P

Диаметр d_1 для стержня определяем по формуле:

 d_1 =d-2x0,86603 P - для метрической резьбы,

 d_1 =d-2x0,6403 P-для дюймовой резьбы.

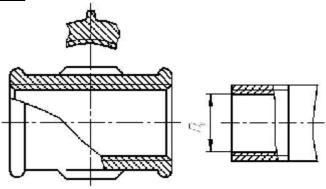
Таким же образом можно определить необходимые параметры у специальных ходовых винтов: трапецеидального, упорного, круглого и прямоугольного профиля.

8. Задачи для самостоятельного решения

Задание № 1 Построить изображение соединения трубы с соединительной деталью (фитингом). На выполненном чертеже нанести обозначение резьбы.

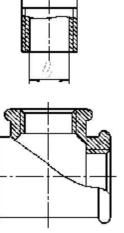
Ф1 Муфта прямая длинная (ГОСТ 8955-75*)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
Условный	8	10	15	20	25	32	40	50
Проход								
Dy, мм								
Масштаб	4:1	4:1	2:1	2:1	2:1	1:1	1:1	1:1



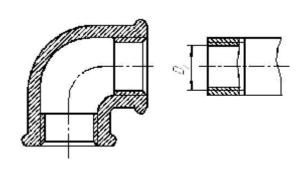
Ф2 Тройник прямой (ГОСТ 8948-75*)

Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
Условный	8	10	15	20	25	32	40	50
проход Dy,								
MM								
Масштаб	4:1	4:1	2:1	2:1	2:1	1:1	1:1	1:1

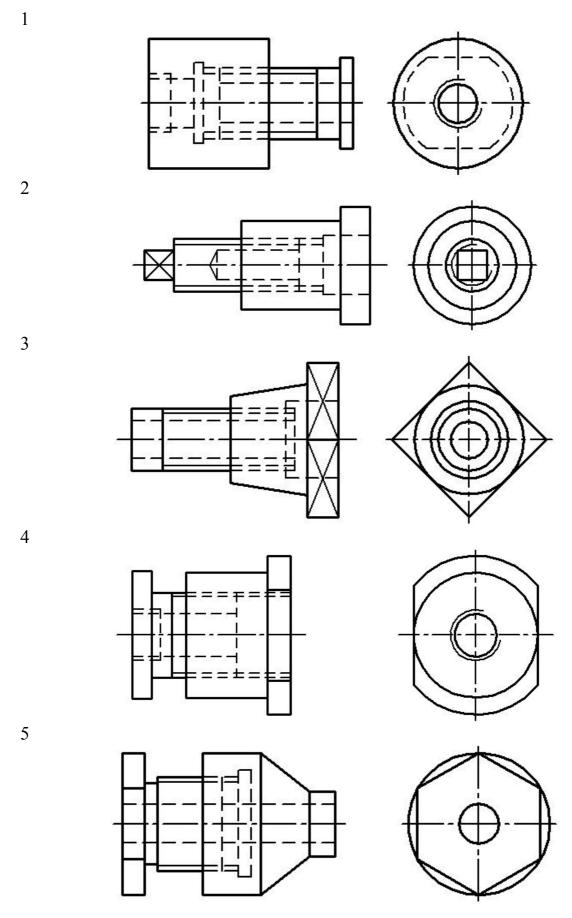


Ф3 Угольник прямой (ГОСТ8946-75*)

Вариант	17	18	19	20	21	22	23	24
Условный проход Dy,	8	10	15	20	25	32	40	50
MM								
Масштаб	4:1	4:1	2:1	2:1	2:1	1:1	1:1	1:1



Задание №2 "Выполнение разреза резьбового соединения" Содержание задания: вид спереди заменить фронтальным разрезом.



Библиографический список

- 1. **Адрианова Н.А**. Соединения разъемные и неразъемные: метод указания [Текст] / Н.А. Адрианова, Ю.А. Рогоза Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005.-52 с.; 22 см. 500 экз.
- 2. **Бабулин Н.А**. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учебное пособие для профессионального обучения рабочих на пр-ве [Текст] / Н.А. Бабулин изд. 8-е, перераб. М.: Высш. шк., 1987. 319 с.; ил.; 23 см. 150000 экз. $\frac{2104000000(4307000000) 191}{052(01) 87}$ 20 87.
- 3. **Крылов Н.Н**. Начертательная геометрия: учеб. для вузов [Текст] / Н. Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, В.СЕ. Васильев; под ред. Н.Н. Крылова. 8-е изд., испр. М.: высш. шк., .2002. 224 с.: ил.; 24 см. 8000 экз. ISBN 5-06-004319-3.
- 4. **Кудрявцев Е.М**. КОМПАС-3D V7.[Текст]: Наиболее полное руководство / Е.М.Кудрявцев; –М.: ДМК Пресс, 2005. -664 с.: ил.(Серия «Проектирование») 24 см. 3000 экз. ISBN 5-94074-160-6/
- 5. **Левицкий, В.С.** Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для вузов[Текст] / В.С. Левицкий. 5-е изд. переб. и доп. М.:Высш.шк.,2003.-429 с.: ил.; 22 см. 8000 экз.-ISBN 5-06-004035-6.
- 6. **Леонова**, **Л.М.** Альбом чертежей к заданию "Соединения разъемные и неразъемные": метод. указания для студентов вузов механических специальностей [Текст] / Л.М. Леонова, К.Л. Панчук, Ф.Н. Притыкин Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005 38 с.; 29 см. 100 экз.
- 7. **Леонова Л.М**. Составление сборочного чертежа [Текст]: метод.указания к заданию по машиностроительному черчению / Л.М. Леонова, С.Н. Зелинская Омск: Изд-во ОМПИ, 1985 34 с.; 22 см.; -1500 экз.
- 8. **Попова Г.Н.** Машиностроительное черчение [Текст]: справ.- 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: Политехника,1999. 453 с.: ил.; 22 см./ 20000 экз.-ISBN 5 06 003801-0.
- 9. **Чекмарев А.А**. Справочник по машиностроительному черчению [Текст] / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов.-2-е изд., перераб., М.: Высш.шк.,2001.-493 с.:ил.; 22 см. 15000 экз. ISBN 5-06-001919-5.
- 10. **Чижикова Т.В.** Стандартизация, сертификация и метрология. Основы взаимозаменяемости [Текст]: учебник для студентов вузов/Т.В. Чижикова.-М.: Колос, 2002. 240 с.; ил.; 22 см; -2000 экз. -ISBN 5-9532-0008-0.
- 11. Стандарты ЕСКД по состоянию на 2004 г.
- 12. Национальные стандарты. Указатель 2004 г. (по сост. на 1 января 2004 г.) Изд. официальное. Государственный комитет РФ по стандартизации и метрологии. М.: ИПК изд-во стандартов 2004.-изд.№ 3148/6 229с.

Оглавление

Введение
1. Понятие о образовании винтовой линии, винтовой поверхности, резьбы
1.1. Винтовые линии
1.1.1. Цилиндрическая винтовая линия
1.1.2. Коническая винтовая линия
1.2.Винтовые поверхности
1.3. Образование резьбы
1.3.1. Однозаходные резьбы
1.3.2. Многозаходные резьбы.
1.4. Классификация резьбы
2. Технологические параметры резьбы
2.1. Резьбонарезание
2.2. Накатывание резьбы
2.3. Фрезерование резьбы
2.4. Шлифование точной резьбы
3. Изображения резьбы
3.1. Основные требования
3.2. Нанесение размеров.
4. Стандартные и нестандартные резьбы
4.1. Метрические резьбы
4.2. Резьба трубная цилиндрическая
4.3. Резьба трубная коническая
4.4. Дюймовая резьба
4.5. Резьба коническая дюймовая
4.6. Резьба метрическая коническая
4.7. Круглая резьба
4.8. Резьба трапецеидальная
4.9 Резьба упорная
4.10. Резьба усиленная упорная
4.11. Специальная резьба
4.12. Прямоугольная (квадратная) резьба
5. Стандартные крепежные детали
5.1. Общие сведения о стандартизации
5.2. Стандартные крепежные детали, используемые в резьбовых соединениях
5.2.1. Болты.
5.2.2. Винты
5.2.3. Шурупы
5.2.4. Шпильки
5.2.5. Гайки
5.2.6. Шайбы
5.2.7. Шплинты.

5.2.8. Штифты	71
5.2.9. Фитинги	73
6. Резьбовые соединения	75
6.1. Соединение деталей с помощью болтов, винтов, шпилек	75
6.2. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей	81
6.2.1. Основные требования	81
6.3. Относительные размеры крепежных изделий	86
6.4. Виды стопорения резьбовых соединений	89
6.5. Трубные резьбовые соединения	92
7. Методы контроля точности резьбовых соединений. Средства измерения резьбы	95
7.1. Предельные контуры резьбы	95
7.2. Обозначение точности и посадок метрической резьбы	97
7.3. Средства измерения резьбы	97
8. Задачи для самостоятельного решения	105
Библиографический список	108