***Соединения деталей машин***

Каждая машина состоит из деталей, число которых зависит от сложности и размеров машины. Так автомобиль содержит около 16 000 деталей (включая двигатель), крупный карусельный станок имеет более 20 000 деталей и т.д.

Чтобы выполнять свои функции в машине детали соединяются между собой определенным образом, образуя *подвижные и неподвижные соединения.* Например, соединение коленчатого вала двигателя с шатуном, поршня с гильзой цилиндра (подвижные соединения). Соединение штока гидроцилиндра с поршнем, крышки разъемного подшипника с корпусом (неподвижное соединение).

Подвижные соединения определяют кинематику машины, а неподвижные – позволяют расчленить машину на отдельные блоки, элементы, детали.

С точки зрения общности расчетов все соединения делят на две большие группы: *неразъемные и разъемные*соединения.

***Неразъемными***называют соединения, которые невозможно разобрать без разрушения или повреждения деталей. К ним относятся заклепочные, сварные, клеевые соединения, а также соединения с гарантированным натягом. Неразъемные соединения осуществляются силами молекулярного сцепления (сварка, пайка, склеивание) или механическими средствами (клепка, вальцевание, прессование).

***Разъемными*** называют соединения, которые можно многократно собирать и разбирать без повреждения деталей. К разъемным относятся резьбовые, шпоночные и шлицевые соединения, штифтовые и клиновые соединения.

По форме сопрягаемых поверхностей соединения делят на плоское, цилиндрическое, коническое, сферическое, винтовое и т.д.

Проектирование соединений является очень ответственной задачей, поскольку большинство разрушений в машинах происходит именно в местах соединений.

К соединениям в зависимости от их назначения предъявляются требования *прочности, плотности (герметичности) и жесткости*.

При оценке*прочности* соединения стремятся приблизить его прочность к прочности соединяемых элементов, т.е. стремятся *обеспечить равнопрочность конструкции.*

Требование *плотности*является основным для сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Уплотнение разъемного соединения достигается за счет:

*1) сильного сжатия* достаточно качественно обработанных поверхностей;

*2) введения прокладок* из легко деформируемого материала.

При этом рабочее удельное давление *q* в плоскости стыка должно лежать в пределах q = (1,5…4)p,  p – внутренне давление жидкости в сосуде.

Экспериментальные исследования показали, что *жесткость* соединения во много раз меньше жесткости соединяемых элементов, а поскольку жесткость системы  всегда меньше жесткости наименее жесткого элемента, то именно *жесткость соединения* определяет жесткость системы.

Выбор типа соединения определяет инженер.

***Классификация  крепёжных изделий и их элементов. Терминология***

Простейшая классификация крепёжных изделий может проводиться по нескольким направлениям: резьбовые и без резьбы, стержневые и с функциональным отверстием, изделия типа болт с невыпадающей шайбой относят к комбинированным и т.д.

В отдельных стандартах и в разных государствах встречаются отличающиеся друг от друга названия одинаковых деталей. В первую очередь это относится к терминам «болт» и «винт». В настоящем материале использованы определения:

**привод**- конструктивный элемент крепёжной детали, служащий для передачи крутящего момента;

**болт** – резьбовая крепёжная деталь с головкой и наружным приводом или конструктивным элементом головки, удерживающим болт от поворота (квадратный подголовок, ус и другие);

**винт** – резьбовая крепёжная деталь с приводом, расположенным  внутри головки или стержня.

Стержневые крепёжные детали состоят из нескольких составных частей.

Конструкции таких широко применяемых изделий, как шпильки, заклёпки (в том числе полупустотелые, пустотелые), пальцы, штифты (в том числе с резьбовой частью), шплинты, многочисленные конструкции шайб и другие – не рассматриваются. Информация о них в достаточной степени имеется в справочниках, больших изменений за последние годы эти конструкции не претерпели.

***Общие технические требования и нормы***

Всего на крепёжные изделия имеется около 350 государственных стандартов. Из них в машиностроении используют 210 – 220. Ниже приведён перечень нескольких базовых стандартов общего назначения по состоянию на январь 2008 года. Ими следует руководствоваться при производстве и применении крепёжных деталей.

ГОСТ 1759.0-87 Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия.

ГОСТ 1759.1-82 Болты, винты, шпильки, гайки и шурупы. Допуски. Методы контроля размеров и отклонений формы и расположения поверхностей.

ГОСТ 1759.2-82 Болты, винты и шпильки. Дефекты поверхности и методы контроля.

ГОСТ 1759.3-83  Гайки. Дефекты поверхности и методы контроля.

ГОСТ Р 52627-2006  Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний. Соответствует ИСО 898-1:1999 (взамен ГОСТ 1759.4-87).

ГОСТ Р 52628-2006  Гайки. Механические свойства и методы испытаний. Соответствует ИСО 898—2:1992 и ИСО 898-6:1994 (взамен ГОСТ 1759.5-87).

ГОСТ 17769-83  Изделия крепёжные. Правила приёмки.

ГОСТ 18160-72  Изделия крепёжные. Упаковка. Маркировка. Транспортирование и хранение.

ГОСТ 24670-81  Болты, винты и шурупы. Радиусы под головкой.

ГОСТ 24671-84  Болты, винты, шурупы с шестигранной головкой и гайки шестигранные. Размеры «под ключ».

ГОСТ 27017-86 Изделия крепёжные. Термины и определения (разработан проект ГОСТ Р ИСО 1891-2007).

ГОСТ 27148-86  Изделия крепёжные. Выход резьбы. Сбеги, недорезы и проточки. Размеры.

ГОСТ 9.301-86  Покрытия металлические и неметаллические. Общие требования.

*Примечание.* Новые стандарты ГОСТ Р 52627 и 52628-2006, заменившие ГОСТ 1759.4 и 1759.5-87 существенных изменений в части механических свойств и методов испытаний не имеют, поэтому приводить изменения необходимости нет.

Международная система стандартов ИСО постепенно становится единой для большинства государств, национальные стандарты приводятся в полное соответствие с международными. В обновлённых стандартах повышены требования к качественным характеристикам крепёжных изделий, выпущены стандарты ИСО на большую группу новых прогрессивных конструкций.

***Многофункциональность  –  характеристика современного крепежа***

**Прогрессивными**называют крепёжные изделия, обладающие дополнительными функциональными свойствами, например, они могут стопориться без дополнительных деталей, сверлить себе отверстие, раскатать в нём резьбу, они обеспечивают снижение трудоёмкости сборки и технического обслуживания, имеют повышенную прочность и т.д.

Рассмотрим функции резьбовых крепёжных изделий.

**Основные функции** – соединить детали и сборочные единицы, создать усилие затяжки и сохранить его в заданных пределах в период эксплуатации машины. Прогрессивные крепёжные изделия характеризуются д**ополнительными** функциями, которые позволяют решать множество задач за счёт проявления новых свойств. Дополнительные функции можно условно поделить на три группы:

а) конструктивные. Позволяют застопорить соединение, исключить вспомогательные детали, создать оптимальные напряжения на контакте;

б) сборочные. Обеспечивают надежную передачу вращающего момента, затяжку с заданным моментом, попадание в отверстие, перекрытие отверстия, установку в местах с односторонним доступом, не выпадение деталей крепежа  при разборке;

в) технологические. Дают возможность во время сборки выдавить или нарезать резьбу в отверстии, очистить резьбу при завинчивании, просверлить отверстие и образовать в нем резьбу, отбортовать отверстие и образовать в нём резьбу, зачистить контактную опорную поверхность, герметизировать соединение и др.

***Резьбовые соединения***

Резьбовые соединения - разъемные, собираемые с помощью резьбовых крепежных деталей. Основные термины и определения резьб и резьбовых соединений стандартизованы.

**Резьба** – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности или совокупность чередующихся выступов и впадин определённого профиля, расположенных по винтовой линии на поверхности тела вращения (обычно цилиндра или конуса).

Применяется

- для устранения возможности перемещения соединяемых деталей;

- для удержания деталей на определенном расстоянии друг от друга;

- для обеспечения плотности стыка соединяемых деталей;

- для осуществления поступательного движения (пресса, домкраты, ходовые винты);

- для получения точных относительных перемещений (регулировочные винты).



**Рис.1**

***Основы образования резьбы***

В основе образования резьбы лежит принцип полу­чения винтовой линии. ***Винтовая линия*** – это простран­ственная кривая, которая может быть образована точ­кой, совершающей движение по образующей какой-либо поверхности вращения, при этом сама образующая со­вершает вращательное движение вокруг оси.

Если в качестве поверхности принять цилиндр, то полученная на его поверхности траектория движения точки называется цилиндрической винтовой линией. Если движение точки по образующей и вращение образую­щей вокруг оси равномерны, то винтовая цилиндри­ческая линия является линией постоянного шага. На развертке боковой поверхности цилинд­ра (рис.2) такая винтовая линия преобразуется в прямую линию.





**Рис.2**

Если на поверхности цилиндра или конуса про­резать канавку по винто­вой линии, то режущая кромка резца образует винтовую поверхность, ха­рактер которой зависит от формы режущей кромки. Образование винтового выступа можно предста­вить как движение тре­угольника, трапеции, квадрата по поверхности ци­линдра или конуса так, чтобы все точки фигуры переме­щались по винтовой линии (рис.3).

**Цилиндрическая резьба** – резьба, образованная на цилиндрической поверхности.

**Коническая резьба** – резьба, образованная на конической поверхности.

**Правая резьба** – резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направление от наблюдателя.

**Левая резьба** – резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направление от наблюдателя.

Чаще всего используют правую резьбу. Левую резьбу применяют только в специальных механизмах. Если по поверхности перемещаются одновременно два, три и более плоских профиля, равномерно расположенные по окружности относительно друг друга, то образуются двух- и трехзаходные винты.

                   

**Рис.3**

В качестве примера образования одно-, двух- и трехзаходной резьбы можно рассмотреть процесс навивки на цилиндрическую поверхность проволоки треугольного сечения (витки плотно прилегают друг к другу). Для однозаходной резьбы (рис.4,*а*) величина хода винта *Рh*равна шагу *Р.*Для двух- (рис.4,*б*) и трехзаходных (рис.4,*в*) винтов, когда осуще­ствляется одновременная навивка соответственно двух и трех проволок указанного сечения, величина хода соответственно равняется *2Р –* для двухзаходного винта и *ЗР* – для трехзаходного. Наиболее распространена однозаходная резьба. Все крепежные резьбы однозаходные. Многозаходные резьбы применяются преимущественно в винтовых механизмах.

Приведенные положения, с некоторыми изменениями и уточнениями, могут быть отнесены и к конической поверхности.



**Рис.4**

Резьбовые соединения являются наиболее совершенным, а потому массовым видом разъёмных соединений. Применяются в огромном количестве во всех машинах, механизмах, агрегатах  и узлах.

***Классификация резьбовых соединений***

***Основные типы резьб, их сравнительная характеристика и область применения.***

Резьбовые (разъемные) соединения выполняют с помощью резьбовых крепежных деталей — болтов (рис.5), винтов, шпилек, резьбовых муфт, стяжек и т. п.

**Резьбовое соединение** – соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее их относительную неподвижность или заданное перемещение одной детали относительно другой. Конструктивно резьбовые соединения очень разнообразны, но все могут быть отнесены к одному из следующих двух типов:

- резьбовые соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием соединяемых деталей, без использования специальных соединительных деталей;

- резьбовые соединения, осуществляемые при помощи специальных соединительных деталей: болтов, винтов и шпилек с гайками и шайбами.

На рис. 5 деталь *1* — резьба цилиндри­ческая, наружная; деталь *2*— резьба цилинд­рическая внутренняя.

**Наружная резьба** – резьба, образованная на наружной, охватываемой поверхности, которая носит название болт или винт.

**Внутренняя резьба** – резьба, образованная на внутренней, охватывающей поверхности которая носит название гайка.



**Рис. 5. Болт и гайка**

**Профиль резьбы -** это контур сечения витка резьбы в плоскости, проходящей через ось основной поверхности. По форме профиля резьбы бывают: треугольные – метрические; трубные; дюймовые; трапецеидальные; круглые; прямоугольные (см. табл.1)

**Таблица 1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Тип резьбы | Профиль резьбы(некоторые параметры) | Условное изображениерезьбы | Стандарт | Примерыобозначения | Примеры обозначениярезьбового соединения |
| 1 | Метрическая | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image391.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image393.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image395.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image396.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image397.jpg |
| 2 | Метрическаяконическая | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image398.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image399.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image400.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image401.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image402.jpg |
| 3 | Трубнаяцилиндрическая | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image403.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image404.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image405.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image406.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image409.jpg |
| 4 | Трубнаяконическая | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image410.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image411.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image412.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image413.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image414.jpg |
| 5 | Коническаядюймовая | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image415.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image416.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image417.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image418.jpg |   |
| 6 | Трапецеидальная | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image419.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image420.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image425.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image426.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image427.jpg |
| 7 | Упорная | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image428.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image431.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image432.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image433.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image434.jpg |
| 8 | Круглая | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image435.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image436.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image439.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image440.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image443.jpg |
| 9 | Прямоугольная | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image444.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image445.jpg |   |   |   |

***Геометрические параметры резьбы.***

Основными параметрами резьбы являются (рис. 6):

*d*  **номинальный диаметр резьбы**(наружный диаметр болта или винта), этот диаметр входит в обозначение резьбы и во всех документах указывается в миллиметрах, например, М5, М8, М24 (буква М указывает, что резьба метрическая);

*d1* – **внутренний диаметр резьбы гайки** – диаметр цилиндра, касающегося вершин гребней резьбы в гайке (номинальные значения *d*и *d1*одинаковы для винта и гайки, зазоры во впадинах образуются за счет предельных отклонений размеров диаметров);

*d3*  **внутренний диаметр резьбы винта** – диаметр цилиндра, касающегося дна впадин между гребнями резьбы;

*d2*  **средний диаметр резьбы** – диаметр цилиндра, на котором толщина выступов резьбы равна ширине впадин между ними;

*p*  **шаг резьбы** – расстояние между одноимёнными точками двух соседних гребней резьбы;

*ph*  **ход резьбы** – расстояние между одноимёнными точками двух соседних гребней резьбы, принадлежащих одному гребню нарезки;

α  **угол профиля резьбы** - угол между ее смежными боковыми сторонами в плоскости осевого сечения;

ψ  **угол подъёма резьбы**  угол подъема развертки винтовой линии по среднему диаметру.

**Ось резьбы** – прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского контура, образующего резьбу.

**Боковые стороны профиля –** прямолинейные участки профиля, принадлежащие винтовым поверхностям.

**Вершина профиля** – участок профиля, соединяющий боковые стороны выступа.

**Впадина профиля**– участок профиля, соединяющий боковые стороны канавки.

**Углы наклона сторон профиля** β и γ – угол между боковыми сторонами профиля и перпендикуляром к оси резьбы. Для резьб с симметричным профилем углы наклона сторон равны половине угла профиля α/2.

**Рабочая высота профиля***Н* – высота соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьб в направлении, перпендикулярном к оси резьбы.

**Сбег резьбы** – участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части.

**Длина резьбы** – длина участка поверхности, на котором образована резьба, включая сбег резьбы и фаску.

**Длина резьбы с полным профилем**– длина участка на котором резьба имеет полный профиль.

**Длина свинчивания** – длина соприкосновения винтовых поверхностей наружной и внутренней резьб в осевом направлении.

Между геометрическими параметрами метрической резьбы нетрудно выявить ряд соотношений. Так ход резьбы



где *z* – число заходов резьбы – количество параллельных гребешков образованных по общей винтовой линии.

Для угла подъёма резьбы получаем



Из последней формулы следует, что с увеличением числа заходов резьбы возрастает и угол её подъёма.

Теоретическая высота гребней метрической резьбы (как высота равностороннего треугольника) составляет



Внутренний диаметр резьбы в гайке



Для нормальных (с крупными шагами) метрических резьб, диаметры которых лежат в интервале 2≤*d*≤68 мм, с достаточной для практики точностью (не хуже 1,8%) этот диаметр можно вычислить по эмпирической формуле





**Рис.6. Профили резьб: *а —*метрическая; *б —*дюймовая; *в —*трубная цилиндрическая;**

***г —*метрическая коническая; *д —*трубная коническая; *е —*круглая; *ж*— прямоугольная;**

***з —*тра­пецеидальная; *и —*упорная**

*По****шагу****резьбы*разделяются на основные и мелкие. Мелкие резьбы для тех же диаметров имеют меньший шаг того же профиля, что и в основной резьбе. Применение мелких резьб меньше ослабляет сечение деталей и благодаря меньшему углу спирали нарезки лучше предохраняет соединение против самоотвинчивания.

Для диаметров свыше 20 мм уже обычно применяются мелкие резьбы.

*Пример обозначения резьбы:*

М16х2 - основная;    М16х1,5 - мелкая.

Здесь: М - метрическая; 16 - номинальный (наружной) ди­аметр резьбы в мм; 2 и 1,5 - шаг резьбы в мм.

*По****назначению****резьбы делятся на крепежные, крепежно-уплотняющие, резьбы для передачи движения и специальные (например, ниппельные).*

К крепежным резьбам относят метрическую (рис. 6, *а),*дюймовую (рис. 6, *б)*и специальную (часовую).

Крепежно-уплотняющие резьбы используют в резьбовых изделиях, предназначенных как для скрепления деталей, так и для создания герме­тичности. К ним относятся резьбы: трубная цилиндрическая (см. рис. 6, *в),*трубная коническая (см. рис. 6, *д),*коническая дюймовая, круглая (см. рис. 6, *е).*

Резьбы для передачи движения, применяемые в передачах винт-гайка: прямоугольная, трапецеидальная, упорная (см. рис. 6, *ж—и).*

Основные типы профилей резьбы, показанных на рис. 6: *а —*тре­угольный; з — трапецеидальный; *и*— упорный; *е*— круглый; *ж*— прямо­угольный.

Наиболее распространены во всех областях хозяйства крепёжные цилиндрические правые резьбы с треугольным профилем нарезки и нормальным шагом. В особых случаях применяются резьбовые детали с левой нарезкой (например, резьбовое соединение оси левой педали велосипеда с шатуном). В большинстве стран, пользующихся метрической системой мер, применяется метрическая резьба.

***Метрическая резьба****является основной крепежной резьбой.*

Метрическая резьба (см. табл.1) является основным типом кре­пежной резьбы. Профиль резьбы установлен ГОСТ 9150–81 и представляет собой равносторонний треуголь­ник с углом профиля α= 60°. Профиль резьбы на стержне отличается от профиля резьбы в отверстии ве­личиной притупления его вершин и впадин. Основными параметрами метрической резьбы являются: номиналь­ный диаметр – *d(D)*и шаг резьбы – *Р*, устанавливае­мые ГОСТ 8724–81 в миллиметрах.

Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом (табл. 2). По ГОСТ 8724–81 каждому номинальному размеру резьбы с крупным шагом соответствует несколько мел­ких шагов. Резьбы с мелким шагом применяются в тонкостенных соединениях для увеличения их герметич­ности, для осуществления регулировки в приборах точ­ной механики и оптики, с целью увеличения сопро­тивляемости деталей самоотвинчиванию. В случае, если диаметры и шаги резьб не могут удовлетворить функци­ональным и конструктивным требованиям, введен СТ СЭВ 183–75 «Резьба метрическая для приборо­строения». Если одному диаметру соответствует несколь­ко значений шагов, то в первую очередь применяются большие шаги. Диаметры и шаги резьб, указанные в скобках, по возможности не применяются.

В случае применения конической метрической (см. табл.1) резьбы с конусностью 1:16 профиль резьбы, диаметры, шаги и основные размеры установлены ГОСТ 25229–82. При соединении наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической по ГОСТ 9150–81 должно обеспечиваться ввинчивание наружной кониче­ской резьбы на глубину не менее 0,8.

**Таблица 2. Метрическая резьба (размеры, мм)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *d* | Резьба с крупным шагом | С мелким шагом |
| *p* | *d1* | *d2* | *p* | *d1* | *<h* |
| 6 | 1 | 4,918 | 5,350 | 0,75 | 5,188 | 5,513 |
| 8 | 1,25 | 6,647 | 7,188 | 1 | 6,918 | 7,350 |
| 10 | 1,5 | 8,376 | 9,026 | 1,25 | 8,647 | 9,188 |
| 12 | 1,75 | 10,106 | 10,863 | 10,647 | 11,188 |
| (14) | 2 | 11,835 | 12,701 | 1,5 | 12,376 | 13,026 |
| 16 | 2 | 13,835 | 14,701 | 1,5 | 14,376 | 17,026 |
| (18) | 2,5 | 15,294 | 16,376 | 1,5 | 16,376 | 1-7,026 |
| 20 | 2,5 | 17,294 | 18,376 | 1,5 | 18,376 | 19,026 |
| (22) | 2,5 | 19,294 | 20,376 | 1,5 | 20,376 | 21,026 |
| 24 | 3 | 20,752 | 22,051 | 2 | 21,835 | 22,701 |
| (27) | 3 | 23,752 | 25,051 | 2 | 27,835 | 28,701 |

*Примечание.*В таблице приняты следующие обозначения: *d*— наружный диаметр резьбы (болта);

*р —*шаг резьбы; *d1 —*внутренний диаметр наружной резьбы; *d2 —*сред­ний диаметр наружной резьбы.

***Дюймовая резьба***(см. рис. 6, *б) относится к крепежной резьбе.*

В настоящее время не существует стандарт, регла­ментирующий основные размеры дюймовой резьбы. Ранее существовавший ОСТ НКТП 1260 отменен, и приме­нение дюймовой резьбы в новых разработках не допус­кается. В СНГ ее применяют только для резьбовых деталей старых, а также им­портных машин (США и др.). Дюймовая резьба характеризуется тем, что имеет треугольный профиль с углом α= 55°, а диаметр измеряется в дюй­мах, шаг — числом ниток резьбы на длине в 1".

Эта резьба была стандартизована для наружных диаметров *d=*3/16" - 4" и числом ниток на 1" от 28 до 3. При обозначении дюймовой резьбы наружный диаметр указывают в дюймах.

Коническая дюймовая резьба (угол профиля 60°, конусность 1:16) обеспечивает герметичное соединение без применения дополнительных уплотняющих материалов при более равномерном в сравнении с другими резьбами распределении нагрузки по виткам, позволяет компенсировать износ нарезки за счёт затяжки при завинчивании. Детали с конической резьбой широко применяются в гидравлических и смазочных системах. Резьбовые соединения с этой резьбой выдерживают без потери герметичности давление до нескольких десятков МПа.

***Трубную цилиндрическую***(рис.6,*в) резьбу используют как крепежно-уплотняющую.*В соответствии с ГОСТ 6367–81 трубная цилиндри­ческая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т.е. равнобедренный треугольник с углом при вершине, рав­ным 55° (см. табл.1). Для лучшего уплотнения резьбу выполняют с закругленным треугольным профилем без зазоров по выступам и впадинам. Условное обозначение резьбы дается по внутреннему диаметру (в дюймах) трубы, на которой она нарезана.

Резьба стандартизована для диаметров от 1/16" до 6" при числе шагов *z*от 28 до 11. С целью максимального сохранения толщины стенок трубы трубная резьба выполняется «мелкой», то есть с уменьшенными шагами. Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (к величине условного прохода). Так, резьба с номи­нальным диаметром 1 мм имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр 33,249 мм.

Трубную резьбу применяют для соединения труб бытовых водопроводных и отопительных систем, а также тонкостенных деталей цилиндрической формы. Такого рода профиль (55°) рекомендуют при повышен­ных требованиях к плотности (непроницаемости) труб­ных соединений. Применяют трубную резьбу при соеди­нении цилиндрической резьбы муфты с конической резь­бой труб, так как в этом случае отпадает необходи­мость в различных уплотнениях.

***Трубную  коническую***(рис.6,*д) резьбу используют как крепежно-уплотняющую.*

Параметры и размеры трубной конической резьбы определены ГОСТ 6211–81, в соответствии с которым профиль резьбы соответствует профилю дюймовой резь­бы (см. табл.1.2.1). Резьба стандартизована для диаметров от 1/16" до 6" (в основной плоскости размеры резьбы соответствуют размерам трубной цилиндрической резьбы).

Нарезаются   резьбы   на  конусе с углом   конусности φ/2 = 1°47'24" (как и для метрической конической резь­бы), что соответствует конусности 1:16.

Конические резьбы обеспечивают герметичность соединения резь­бовых деталей без специальных уплотнений. Применение конической резьбы позволяет резко уменьшить время (угол относительного поворота винта и гайки) завинчивания и отвинчивания, что часто имеет решающее значение для быстроразборных соединений. Применяется резьба для резьбовых соединений топ­ливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков. Для возможности свертывания конических резьб с цилиндрическими, биссектриса угла профиля конусной резьбы по ГОСТ перпендикулярна оси.

***Прямоугольная резьба***(см. рис.6, *ж) относится к резьбам для пе­редачи движений под нагрузкой;*имеет прямоугольный или квадратный про­филь; диаметр и шаг измеряют в миллиметрах. Прямоугольная резьба не стандартизована и применяется сравнительно редко, так как наряду с преимуществами, заключающимися в более высоком коэффициенте полезного действия, чем у трапецеидальной резьбы, она менее прочна и сложнее  в производстве. Она легко изготавливается на токарно-винто­резных станках, но неудобна для массового производства. Углы во впадинах являются сильными концентраторами напряжений, что резко снижает усталостную прочность винта. По этой причине резьба применяется ограниченно в малонагруженных передачах.  Ее заменяют трапе­цеидальной — более удобной в изготовлении. Применяется при изготовлении винтов, домкратов и ходовых винтов.

***Трапецеидальную резьбу***(см. рис.6, *з) широко применяют в подвижных пере­дачах винт-гайка.*Она имеет симметричный трапецеидальный профиль с углом профиля α= 30°. (см. табл.1). Для червяков червячных передач угол профиля α= 40°. Основные размеры диаметров и ша­гов трапецеидальной однозаходной резьбы для диамет­ров от 10 до 640 мм устанавливают ГОСТ 9481–81. По сравнению с прямоугольной трапецеидальная резьба при одних и тех же габаритах имеет большую прочность, более технологична в изго­товлении. Трапецеидальная резьба применяется для преобразова­ния вращательного движения в поступательное при зна­чительных нагрузках и может быть одно- и многозаходной (ГОСТ 24738–81 и 24739–81), а также правой и левой. Трапецеидальная резьба при использовании гайки, разъемной по осевой плоскости (например, у ходовых винтов станков), позволяет выби­рать зазоры путем радиального сближения половин гайки при ее изнаши­вании.

Размеры некоторых трапецеидальных резьб приведены в табл. 3. При обозначении указывают тип, наружный диаметр и шаг резьбы в мил­лиметрах.

**Таблица 3. Трапецеидальная резьба (размеры, мм)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *d* | *Р* | *d2* | *d1* | *d* | *Р* | *d2* | *d1* |
| 16 | 24 | 1514 | 13,511,5 | 50 | 3812 | 48,54644 | 46,54137 |
| 20 | 24 | 1918 | 17,515,5 | (55) | 3812 | 53,55149 | 51,54642 |
|   | 3 | 25 | 23,5 |   | 3 | 58,3 | 56,5 |
| 26 | 5 | 23,5 | 20 | 60 | 8 | 56 | 51 |
|   | 8 | 22 | 17 |   | 12 | 54 | 47 |
|   | 3 | 30,5 | 28,5 |   | 4 | 68 | 65,5 |
| 32 | 6 | 29 | 25 | (70) | 10 | 65 | 59 |
|   | 10 | 27 | 21 |   | 16 | 62 | 53 |

***Упорную резьбу***(см. рис. 6, *и) применяют в нажимных винтах с большой односторонней осевой нагрузкой.*Упорная резьба, стандартизованная ГОСТ 24737–81, имеет профиль неравнобокой трапеции, одна из сторон которой наклонена к вертикали под углом 3°, т.е. рабо­чая сторона профиля, а другая – под углом 30° (см. табл.1). Форма профиля и значение диаметров шагов для упорной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 10177–82. Резьба стандартизована для диаметров от 10 до 600 мм с шагом от 2 до 24 мм и применяется при больших односторонних усилиях, действующих в осевом направлении.

Закругление (см. размер *е,*рис. 6, *и)*повышает прочность винта. Условное обозначение упорной резьбы для наружного диаметра 80 мм и шага 16 мм — S 80х16, т. е. аналогично обозначению трапецеи­дальной резьбы.

***Круглая резьба.***Круглая резьба стандартизована. Профиль круглой резьбы образован дугами, связанными между собой участками прямой линии. Угол между сторонами профиля α= 30° (см. табл.1). Винты с такой резьбой обладают высокой усталостной прочностью. Кроме того, данная резьба высокотехнологична при изготовлении без снятия стружки (отливка, прессование, накатка, выдавливание из тонкого листа). Резьба применяется огра­ниченно: для водопроводной арматуры, в отдельных слу­чаях для крюков подъемных кранов, а также в условиях воздействия агрессивной среды.

***Достоинства и недостатки резьбовых соединений***

***Резьбовые соединения имеют ряд существенных достоинств:***

- высокая надёжность;

- технологичность;

- возможность регулировки силы сжатия;

- возможность создания больших осевых нагрузок при относительно низких усилиях на инструменте (ключе);

- возможность фиксации в затянутом состоянии вследствие эффекта самоторможения;

- удобство сборки и разборки с применением стандартного набора инструментов (ключи, отвёртки);

- простота конструкции и возможность точного изготовления;

- наличие широкой номенклатуры стандартных изделий (винты, бол­ты гайки);

- низкая стоимость крепёжных изделий благодаря массовости и вы­сокой степени автоматизации производства;

- малые габариты в сравнении с соединяемыми деталями.

***Недостатки резьбовых соединений:***

- высокая концентрация напряжения в дне резьбовой канавки вследствие малых радиусов скругления;

- значительные энергопотери в подвижных резьбовых соединениях (низкий коэффициент полезного действия);

- большая неравномерность распределения нагрузки по виткам резьбы (первый виток воспринимает, как правило, до 55% приложенной к соединению осевой нагрузки);

- склонность к самоотвинчнванию при воздействии знакопеременных осевых нагрузок;

- ослабление соединения и быстрый износ резьбы при частых разборках и сборках.

***Способы изготовления резьбы***

***Резьбы могут быть изготовлены:***

- нарезанием слесарным инструментом — метчиками, плашками (как вручную, так и на станках). Для нарезания наружной резьбы используют различные резцы, плашки, резьбовые гребенки и фрезы, а для внутренней резьбы – метчики. Способ малопроизводительный. Этот метод применяют в индивидуальном производстве и при ремонтных работах;

- нарезанием резцом на токарно-винторезном станке или на специаль­ных болтонарезных станках;

- фрезерованием на специальных резьбофрезерных станках. Применяют для нарезки винтов больших диаметров с повышенными требованиями к точности резьбы (ходовые и грузовые винты, резьбы на валах и т. д.);

- накаткой на специальных резьбонакатных станках. Этим высокопроизводительным и дешевым способом изготовляют большинство резьб стандартных крепежных деталей (болты, винты и т. д.). Накатка существенно упрочняет резьбовые детали;

- отливкой чугунных, пластмассовых, стеклянных деталей и деталей из цветных сплавов;

- выдавливанием для тонкостенных деталей (например, из латуни).

***Условное изображение резьбы на чертеже***

Построение винтовой поверхности на чертеже – длительный и сложный процесс, поэтому на чертежах изделий резьба изображается условно, в соответствии с ГОСТ 2.311–68. Винтовую линию заменяют двумя линиями – сплошной основной и сплошной тонкой.

Резьбы подразделяются по расположению на поверх­ности детали на наружную и внутреннюю.

***Условное изображение резьбы на стержне.***



**Рис.7**

Наружная резьба на стержне (рис.7) изображается сплошными основными линиямипо наружному диаметру и сплошными тонкими – по внутреннему диаметру, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендику­лярную оси стержня, тонкую линию проводят на 3/4 ок­ружности, причем эта линия может быть разомкнута в любом месте (не допускается начинать сплошную тон­кую линию и заканчивать ее на осевой линии). Рас­стояние между тонкой линией и сплошной основной не должно быть меньше 0,8 мм и больше шага резьбы, а фаска на этом виде не изображается. Границу резьбы наносят в конце полного профиля резьбы (до начала сбега) сплошной ос­новной линией, если она видна. Сбег резьбы при необходимости изображают сплошной тонкой линией.



**Рис.8**

Из технологических соображений на части детали (стержня) может быть осуществлен недовод резьбы. Суммарно недовод резьбы и сбег представляют собой недорез резьбы (ГОСТ 10548–80). Размер длины резьбы указывается, как правило, без сбега.

***Условное изображение резьбы в отверстии***



**Рис.9**

Внутренняя резьба**–** изображается сплошной основ­ной линией по внутреннему диаметру и сплошной тонкой – по наружному. Если при изобра­жении глухого отверстия, конец резьбы располагается близко к его дну, то допускается изображать резьбу до конца отверстия. Резьбу с нестандарт­ным профилем следует изображать.

***Условное изображение резьбы в сборе.***



**Рис.10**

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси в отверстии, показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня.

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

**Таблица 4. Условное изображение резьб**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  Тип резьбы | Условноеобозначе­ниетипа резьбы  | Размеры,указываемыена чертеже  | Обозначение резьбы на чертежах |
| на изображениях в плоскости, параллельной оси резьбы | на изображениях  в плоскости, перпендикулярной оси резьбы |
| на стержне | В отверстии | на стержне | В отверстии |
| Метрическая с крупным шагомГОСТ 9150-81  | *M* | Наружныйдиаметр(мм)  | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image471.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image472.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image473.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image474.jpg |
| Метрическая с мелким шагомГОСТ 9150-81  | *M* | Наружный диаметри шаг резьбы (мм)  | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image475.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image476.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image477.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image478.jpg |
| Трапецеидальная однозаходнаяГОСТ 9484-81(СТ СЭВ 146-78)  | *Tr* | Наружный диаметри шаг резьбы (мм)  | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image481.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image482.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image485.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image486.jpg |
| Трубная цилин­дрическаяГОСТ 6357-81(СТ СЭВ 1157-78)  | *G* | Условное обозначе­ниев дюй­мах | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image487.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image488.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image489.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image490.jpg |
| Коническая дюй­моваяГОСТ 6111-52  | *K* | Условное обозначе­ниев дюй­мах  | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image491.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image492.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image493.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image494.jpg |
| Трубная  кониче­скаяГОСТ 6211–81(СТ СЭВ 1159–78):наружная и внутренняя  | *R**Rc* | Условное обозначе­ниев дюй­мах | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image497.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image498.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image499.jpg | http://www.detalmach.ru/lect2.files/image500.jpg |

Для обозначения резьб пользуются стандартами на отдельные типы резьб. Для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, обозначения относятся к на­ружному диаметру и проставляются над размерной ли­нией, на ее продолжении или на полке линии-выноски. Обозначения конических резьб и трубной цилиндри­ческой наносят только на полке линии-выноски.

Резьбу на чертеже условно обозначают в соответ­ствии со стандартами на изображение, диаметры, шаги и т. д.

Метрическая резьба обозначается в соответствии с ГОСТ 9150–81.

*Метрическая резьба* подразделяется на резьбу с крупным шагом, обозначаемой буквой *М* с указанием номи­нального диаметра цилиндрической поверхности, на кото­рой резьба выполнена, например М12, и резьбу с мелким шагом, обозначаемой указанием номинального диаметра, шага резьбы и поля допуска, например М24×2–6g или М12×1–6Н.

При обозначении левой резьбы после условного обо­значения ставят LH.

Многозаходные резьбы обозначаются, например трех-заходная, М24×З(P1)LH, где *М* – тип резьбы, 24 – номинальный диаметр, 3 – ход резьбы, *P*1 – шаг резьбы. Приведенные обозначения левой и многозаходной резьб могут быть отнесены ко всем метрическим резьбам.

*Метрическая коническая резьба*обозначается в соот­ветствии с ГОСТ 25229–82. В обозначение резьбы включаются буквы МК. Применяются соединения внут­ренней цилиндрической резьбы с резьбой наружной конической. Размеры элементов профиля конической и цилиндрической резьб принимаются по ГОСТ 9150–81. Соединение  такого типа должно обеспечивать ввинчи­вание конической резьбы на глубину не менее 0,8*l* (где *l* – длина резьбы без сбега). Обозначение внут­ренней цилиндриче­ской резьбы состоит из номинального диа­метра, шага и номера стандарта (например: М20×1,5 ГОСТ 25229–82).



**Рис.11**

Соеди­нение внутренней ци­линдрической резьбы с наружной конической (рис.11) обозначается дробью М/МК, но­минальным диаметром, шагом и номером стандарта: М/МК 201,5LH ГОСТ 25229–82. При отсутствии особых требований к плотности соединений такого рода или при применении уплотне­ний для достижения герметичности таких соединений номер стандарта в обозначении соединений опускается, например: М/МК 20×1,5 LH.

Поле допуска среднего диаметра внутренней цилинд­рической резьбы должно соответствовать 6Н по ГОСТ 16093–81, а предельное отклонение внутреннего диа­метра и среза впадин внутренней цилиндрической резь­бы принимается в пределах: верхнее предельное откло­нение (+0,12) ... (+0,15), а нижнее предельное откло­нение равняется 0.

*Трубная цилиндрическая резьба.*Условное обозначе­ние резьбы состоит из буквы *G*, обозначения размера резьбы, класса точности среднего диаметра (*А* или *В*). Для левой резьбы применяется условное обозначе­ние LH. Например, G11/2LH–В–40 длина свинчивания, указываемая при необходимости.

Соединение внутренней трубной цилиндрической резь­бы класса точности А с наружной трубной  конической резьбой по ГОСТ 6211–81 обозначается следующим об­разом:  например,  G/Rp–11/2–А.

При обозначении посадок в числителе указывается класс точности внутренней резьбы, а в знаменателе — наружной. Например: G 11/2–А/В.

*Трубная коническая резьба.*В обозначение резьбы входят буквы: *R* – для конической наружной резьбы, *R*c – для конической внутренней резьбы, *R*p – для ци­линдрической внутренней резьбы и обозначение размера резьбы. Для левой резьбы добавляются буквы LH. Ус­ловный размер резьбы, а также ее диаметры, измерен­ные в основной плоскости, соответствуют параметрам трубной цилиндрической резьбы, имеющей тот же услов­ный размер. Поэтому детали с трубной конической резьбой достаточно часто применяются в соединениях с деталями с трубной цилиндрической резьбой, что обес­печивает достаточно высокую герметичность соединений. Резьбовые соединения обозначаются в виде дроби, в числителе которой указывается буквенное обозначение внутренней резьбы, а в знаменателе – наружной. При­мер обозначения:

G/R11/2–А - внутренняя трубная ци­линдрическая резьба класса точности *А* по ГОСТ 6357–81.

*Трапецеидальная резьба.*Условное обозначение тра­пецеидальной резьбы состоит из букв *Тr*, номинального диаметра, хода *Р*n и шага *Р*. Например: Tr20×4LH–8H, где LH – обозначение левой резь­бы, 8Н – основное отклонение резьбы.

При необходимости вслед за основным отклонени­ем резьбы указывается длина свинчивания *L* (в мм). Например: Тг40×6–8g–85; 85 – длина свинчива­ния.

*Резьба упорная.*Обозначение резьбы состоит из бук­вы *S*, номинального диаметра, шага и основного откло­нения S80×10–8Н.

Для левой резьбы после условного обозначения резь­бы указывают буквы LH.

Для многозаходной резьбы вводят дополнительно зна­чение хода совместно с буквой *Р*и значение шага. Так, двухзаходная резьба с шагом 10 мм обозначается S80×2(P10).

*Прямоугольная резьба*не стандартизована. При изоб­ражении прямоугольной резьбы рекомендуется вычер­чивать местный разрез, на котором проставляют необ­ходимые размеры.

*Специальные резьбы.*Если резьба имеет стандартный профиль, но отличается от соответствующей стандарт­ной резьбы диаметром или шагом, то резьба называется специальной. В этом случае к обозначению резьбы добавляется надпись *Сп*, а в обозначении резьбы ука­зываются размеры наружного диаметра и шага резьбы, например: Сп.М19×1Д. Резьба с нестандартным про­филем изображается так, как это представлено в табл.1, с нанесением размеров, необходимых для изго­товления резьбы.

***Технологические элементы резьбы***

    

**Рис.12**

Резьбы метрическая, одноходовая, трапецеидальная, труб­ная цилиндрическая, трубная коническая, коническая дюймовая с углом профиля 60° имеют технологические элементы, свя­занные с выходом резьбы, к которым относятся: сбег, недорез, проточка и фаска.

***Фаски резьбовые. ГОСТ 10549–80***

Фаски на стержнях и в отверстиях с резьбой (кроме метри­ческой резьбы) имеют форму усеченного конуса с углом при вершине 90° и высотой *Z*. Фаски на метрической наружной ре­зьбе имеют угол при вершине конуса 90° и заданный диаметр меньшего основания конуса. Фаски на метрической внутренней резьбе имеют угол при вершине конуса 120° и заданный диа­метр большего основания усеченного конуса. Фаски изображают только на проекции, параллельной оси резьбы, или в се­чении плоскостью, проходящей через ось резьбы. На проекции на плоскость, перпендикулярную к оси резьбы, фаску не по­казывают.

Форму и размеры фасок для наружной метрической резьбы, крепежных изделий устанавливает ГОСТ 12414–66 (СТ СЭВ 215–82). Определяющим размером служит наружный диаметр резьбы *d.*Форму и размеры фасок для внутренней метрической резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим размером служит наружный диаметр резьбы *D.*

Форму и размеры фасок для трапецеидальной резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим разме­ром служит шаг резьбы *Р.*

Форму и размеры фасок для трубной конической резьбы и конической дюймовой резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим параметром служит число шагов резьбы на длине 25,4 мм*.*Форму и размеры фасок для трубной цилиндрической резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим параметром служит число шагов резьбы на длине 25,4 мм*.*

***Проточки резьбовые. ГОСТ 10549–80***

        

**Рис.13**

Проточку (рис.13) делают у конца резьбы для выхо­да инструмента и получения резьбы полного профиля на всей длине стержня или отверстия. На чертежах детали проточку изображают упрощенно и дополняют чертеж выносным эле­ментом в увеличенном масштабе*.*

Форму и размеры проточек наружной резьбы (при выполнении резьбы нарезанием) устанавливает ГОСТ 10549–80 (СТ СЭВ 214–75). Определяющим размером служит шаг резьбы *Р.*

Форму и размеры проточек для вну­тренней метрической резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим размером служит шаг резьбы *Р.*

Форму и размеры проточек для трапецеидальной резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим разме­ром служит шаг резьбы *Р.*

Форму и размеры проточек для трубной конической резьбы и конической дюймовой резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим параметром служит число шагов резьбы на длине 25,4 мм*.*

Форму и размеры проточек для трубной цилиндрической резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80. Определяющим параметром служит число шагов резьбы на длине 25,4 мм*.*

***Конструкции резьбовых деталей и применяемые материалы***

***Традиционные конструкции***

К этой группе отнесены хорошо известные и широко применяемые – болты с нормальной и уменьшенной шестигранной головкой, винты и винты самонарезающие с полукруглой, потайной, полупотайной, плоской головками, прямым и крестообразным шлицем типа *Н*, шпильки, гайки шестигранные нормальные, низкие и высокие, гайки прорезные и корончатые, гайки и болты приварные, гайки неподвижные (клинч) и закладные квадратные,  пальцы, штифты, заклёпки, разнообразные виды шайб – плоские нормальные и увеличенные, пружинные, стопорные зубчатые, с лапками, с носиком и др.

*Основные резьбовые крепежные детали — болты, винты, шпильки, гайки, а также шайбы и устройства, предохраняющие резьбовые соединения от са­моотвинчивания, гаечные ключи.*

***Болтом***(см. рис. 14, *а)*назы­вается резьбовое изделие цилиндриче­ской (или конической) формы, снабжен­ное на одном конце головкой, а на дру­гом резьбой, на которую навинчивается *гайка.*На рис. 14, *б*показан винт.



**Рис. 14. Типы резьбовых соединений: *а —*болтовое;**

***б —*соединение винтом; в, г — соединение шпилькой**

Резьбовое изделие цилиндрической формы, снабженное на одном конце го­ловкой, а на другом резьбой (гайкой слу­жит деталь), называется ***винтом.***

Болты ГОСТ 7798-70 и др. применяются:

- для скрепления деталей не очень большой толщины при наличии места для головки болта и гайки.

- для скрепления деталей, не обеспечивающих достаточную надёжность и долговечность резьбы; при необходимости частого завинчивания и отвинчивания.

Отвер­стия в соединяемых болтами деталях выполняют несколько большего диаметра, чтобы можно было легко вставить болт, не повредив резьбы. С торца го­ловку болта обтачивают на конус (снимают фаску), чтобы срезать вершины углов призмы, которые могут создавать затруднения при захватывании ключом. Болт требует для размещения гайки много места что увеличивает габариты и вес конструкции. Зато, при обрыве он легко заменяется.

Винт может иметь головку разной формы, в частности и шестигранную. Винт ввертывается в корпус и поэтому требует мало места для размещения,  что сокращает размеры и вес конструкции. Однако, при сборке, резьба в корпусе (в особенности чугунном или алюминиевом) может быть повреждена. При обрыве трудно извлечь оставшуюся в резьбе часть винта.

Применять винтовое и шпилечное соединения необходимо, когда установка болтов нерациональна. При многократных разборках-сборках соединений винтовое соединение применять не следует.

Резьбу у болтов накатывают или нарезают на заготовках, полученных горячей высадкой из прутка. Болты также изготовляют из фасонного прут­ка (шестигранного или другого профиля) на токарно-винторезных станках или автоматах.

Болты и винты находят широкое применение во всех отраслях маши­ностроения для получения разъемных соединений. Они стандартизованы.

***Конструктивные формы болтов и винтов***

По форме головки болты и винты бывают с шестигранной головкой (рис. 15, *а),*квадратной (рис. 15, *б),*цилиндрической (рис. 15, *в),*полукруглой (рис. 15, *г),*по­тайной (рис. 15, *д)*с углублением под шестигранный ключ (рис. 15, *е)*или специальную отвертку (рис. 15, *ж).*Имеются и другие конструкции головок.

Болты, как правило, имеют головку, захватываемую снаружи инстру­ментом — гаечным ключом, рис. 15, *а, б,*винты — специальным торцо­вым ключом (рис. 15, *в—ж) и с головками,* препятствующими провороту винта.

***Головки винтов с наружным захватом.*** Обеспечивают наиболь­шую силу затяжки, но при этом требуется больше места для захва­та ключом. Широкое распространение получила шестигранная головка (рис. 15, *а,б*), для которой требуется поворот гаечного клю­ча на 1/6 оборота до перехвата за следующие грани (при условии, что ключ не переворачивается). Для уменьшенной шестигранной головки нужно меньше места для раз­мещения. Это позволяет снизить массу конструкции. В условиях частого завинчивания и отвинчивают и при наличии свободного пространства для поворота ключа применяют квадратные головки, которые при тех же габаритах имеют более широкие грани.

***Головки с торцовым захватом.*** Можно размещать в углублениях, что улучшает внешний вид, уменьшает габариты и создает удобства обслуживания машины. В зависимости от формы применяе­мого инструмента такие головки выполняют: о внутренним шести­гранником (см. рис. 15,*е*). шлицем под обычную отвертку (см. рис.15,*в*) или с крестовым шлицем под специальную отвертку (см. рис.15, *ж*). Винты с внутренним шестигранником обслуживаются простым ключом в виде изогнутого под прямым углом прутка шестигранного профиля. Широкое применение винтов с внутренним шестигранником объясняется тем, что проч­ность граней шестигранного отверстия меньше прочности стержня винта, и его невозможно оборвать при затяжке, а процесс затяж­ки легко поддается автоматизации. Головки винтов для завинчи­вания отверткой (см. рис. 15,*е*) могут быть цилиндрическими, полукруглыми, потайными или полупотайными. Головки с крестовым шлицем (см. рис.15,*ж*) более совершенны, так как такой шлиц луч­ше сопротивляется обмятию.

***Головки, препятствующие провороту.***Подразделяют на голов­ки специальной формы, закладываемые в гнезда, или головки с двумя параллельными рабочими гранями, закладываемые в пазы, и круглые головки с усиком, вызывающие обмятие детали.



**Рис. 15. Виды болтов и винтов**

Концы болтов и винтов выполняют плоскими (рис. 16, *а),*с кониче­ской фаской (рис. 16, *б)*или сферическими (рис. 16, *в).*



**Рис. 16. Конструктивные эле­менты болтов, винтов и шпилек**

В зависимости от формы стержня болты и винты бывают с *нормальным стержнем*(рис. 17,а); с *подголовком*(рис.17,б); с точно обработанным *утолщенным стержнем*для постановки без зазора в отверстие из-под развертки (рис.17, в); со *стержнем уменьшенного диаметра*ненарезанной части для повышения упругой податливости и выносливости при динамических нагрузках (рис.17, г)*.*



**Рис. 17. Формы стержня болтов и винтов**

В зависимости от точности изготовления болты и винты выполняют *нормальной, повышенной и грубой*точности.

В зависимости от назначения болты и винты бывают *общего назначения, установочные и специальные*.

***Винты, показанные на*рис. 18, *называются установочными.***Их приме­няют для фиксации положения деталей и предотвращения их сдвига, например, при соединении двух валов с помощью втулки и шпонок, осевая фиксация втулки относительно вала осуществляется с помощью установочных винтов. Винты с плоским торцом (рис. 18, *а)*можно применять при малой толщине дета­лей; с коническим (рис. 18, *б*) и ступенчатыми (рис. 18, *в, г)*— для деталей, имеющих предварительное засверливание. Установочные винты изготавливаются небольшой длины с резьбой по всей длине. Винты с засверленным концом (рис. 18, *д)*используют совместно с шариком).



**Рис. 18. Установочные винты**

***К специальным болтам*** относят ***фундаментные***болты (рис.19,а) для соединения машин с фундаментом; болты конусные для отверстий из – под развертки (рис. 19, б), грузовые винты (рым-болты, рис. 19, в), ***распорные***болты для сохранения постоянного расстояния между соединяемыми деталями; ***анкерные***болты для укрепления станин машин, работающих с динамическими (ударными) нагрузками, к фундаменту;***откидные***болты для закрепления и освобождения деталей в часто разбираемых соединениях; ***установочные***винты для закрепления на валу установочных колец, небольших шкивов, указателей и т. д. с целью предотвратить их смещение вдоль оси вала при небольших осевых силах.



**Рис.19. Примеры специальных болтов**