

ЛЕКЦИЯ 6

6 РЕЗЬБОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

6.1 РЕЗЬБЫ

6.1.1 ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБЫ

6.1.2 НАЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБ И СТАНДАРТЫ

6.1.2.1 МЕТРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

6.1.2.2 ДЮЙМОВАЯ РЕЗЬБА

6.1.2.3 РЕЗЬБА ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ

6.1.2.4 ХОДОВЫЕ РЕЗЬБЫ

6.1.2.5 СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЗЬБЫ

6.1.3 ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

6.1.4 ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБ

6.1.5 РЕЗЬБОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

6.2 РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

6.2.1 СОЕДИНЕНИЕ БОЛТОМ

6.2.2 СОЕДИНЕНИЕ ШПИЛЬКОЙ

6.2.3 СОЕДИНЕНИЕ ВИНТОМ

6.2.4 СОЕДИНЕНИЕ ТРУБНОЕ

6 РЕЗЬБОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

6.1 РЕЗЬБЫ

6.1.1 Геометрическая форма и основные параметры резьбы

Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении некоторой плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности так, что плоскость фигуры всегда проходит через ось (рис.6.1).

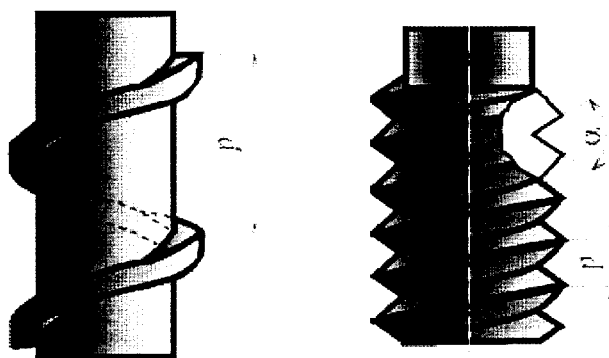


Рис. 6.1

С геометрической точки зрения при винтовом движении плоской фигуры (треугольника, трапеции, квадрата, полукруга) по цилиндрической или конической поверхности вращения и образуется на каждой из них бесконечный винтовой выступ. Часть винтового выступа, которая образуется производящим контуром за один оборот, называется **витком**.

Резьба, образованная на наружной поверхности детали, называется **наружной**, на внутренней – **внутренней**.

По числу параллельных витков резьбы подразделяются на **однозаходные** и **многозаходные**; число заходов можно сосчитать на торце стержня или отверстия.

Контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ось, называется **профилем резьбы**. По форме профиля резьбы подразделяются на **треугольные**, **трапецидальные**, **прямоугольные** и **круглые**.

Угол между боковыми сторонами профиля называется **углом профиля**. Расстояние P между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы, называется **шагом** резьбы.

Расстояние P_h между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы, называется **ходом** резьбы. **Ход резьбы** есть величина относительного осевого перемещения гайки (винта) за один

оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу ($Ph = P$), в многозаходной – произведению шага на число Z заходов ($Ph = PZ$).

В зависимости от направления подъема витка резьбы разделяются на *правые и левые*.

Геометрическими параметрами, определяющими какую-либо конкретную цилиндрическую резьбу, являются:

- 1) *профиль* (его форма и размеры);
- 2) *направление резьбы* (правая или левая);
- 3) *число заходов*;
- 4) *номинальный диаметр резьбы*.

Под *номинальным диаметром* резьбы понимают диаметр цилиндра, описанного около вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Участок конечных витков резьбы, имеющих неполный профиль, называется *сбегом резьбы* (рис. 6.2). Сбег резьбы образуется при отводе режущего инструмента или от его заборной части. Для того чтобы избежать образования сбега, на детали выполняется специальная *проточка*, служащая для выхода резьбонарезного инструмента (рис. 6.2)

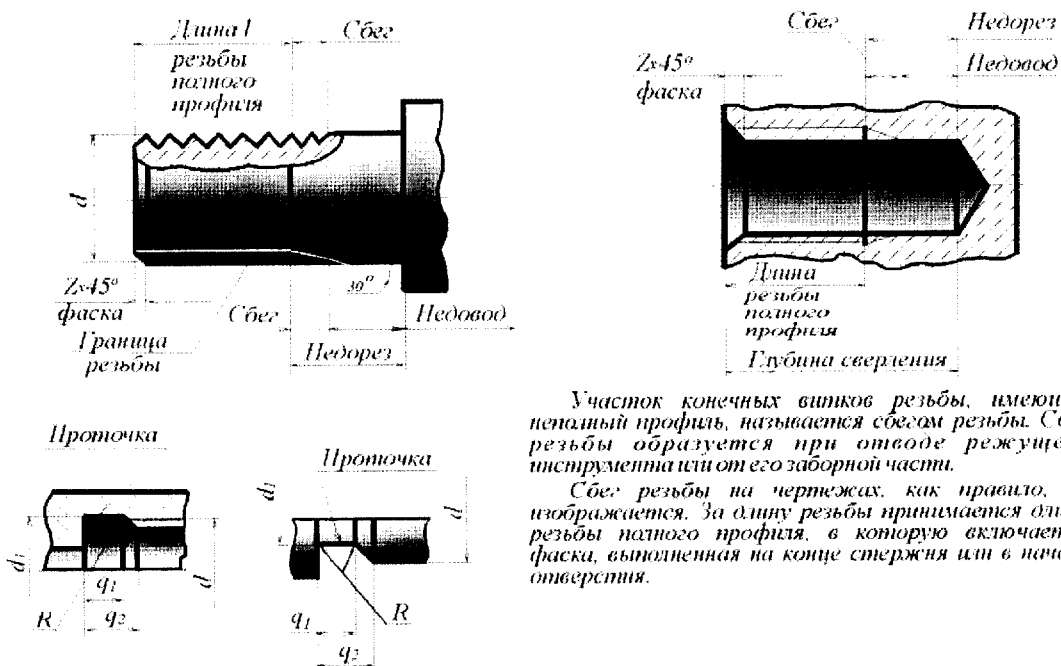


Рис. 6.2

6.1.2 Назначение резьб и стандарты

Резьбы по назначению подразделяют на *крепежные* и *ходовые*.

Крепежные резьбы служат для получения разъемных соединений деталей. Крепежная резьба, как правило, имеет треугольный профиль, однозаходная, с небольшим углом подъема винтовой линии.

Ходовые резьбы довольно часто выполняются многозаходными и служат для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот.

Цилиндрические и конические резьбы общего назначения стандартизованы. Для них в ГОСТ 11708 - 82 даны общие определения и определения основных параметров, приведены формы профилей, а также указаны номера стандартов на основные размеры.

Стандартами предусматривается довольно значительное количество резьб с различными параметрами. К ним относятся *цилиндрические резьбы*: метрическая (ГОСТ 9150 - 81), дюймовая (ОСТ НКТП 1260), трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357 - 81), трапецеидальная (ГОСТ 9484 - 81) и упорная (ГОСТ 10177 - 82); *конические резьбы*: метрическая коническая (ГОСТ 25229 - 82), дюймовая коническая (ГОСТ 6111 - 52), трубная коническая (ГОСТ 6211 - 81).

Некоторые сведения о цилиндрических резьбах.

6.1.2.1 Метрическая резьба

Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом между боковыми сторонами 60 градусов (рис. 6.3).

Действительный профиль наружной резьбы отличается от исходного тем, что вершины треугольников срезаны на $1/8 H$ как с внешней стороны, так и со стороны впадин. Форма впадин профиля не регламентируется и может выполняться как плоскосрезанной, так и закругленной. Диаметр и шаг метрической резьбы выражаются в миллиметрах.

Метрическая резьба подразделяется на резьбу с **крупным шагом** и резьбу с **мелкими шагами** при одинаковом наружном диаметре резьбы. У резьбы с мелким шагом на одной той же длине вдоль оси резьбы распределено большее количество витков, чем у резьбы с крупным шагом.

6.1.2.2 Дюймовая резьба

Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом при вершине 55 градусов. Действительный профиль отличается от исходного тем, что вершины исходного профиля срезаны на высоту примерно $1/6 H$ как с внешней стороны, так и со стороны впадин (рис. 6.3).

Наружный диаметр резьбы измеряется в дюймах ($1'' = 25,4\text{мм}$). Штрихи (") обозначают дюйм. Шаг дюймовой резьбы выражается числом ниток на длине 1".

Дюймовая резьба применяется лишь при изготовлении деталей с дюймовой резьбой взамен изношенных и не должна применяться при проектировании новых изделий.

6.1.2.3 Резьба трубная цилиндрическая

Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом при вершине 55 градусов. Вершины выступов и впадин закруглены. Закругленный профиль обеспечивает большую герметичность соединения. Трубная резьба имеет более мелкий шаг, чем дюймовая, т.е. число ниток на 1" у трубной резьбы больше, чем у дюймовой при равных диаметрах. Трубная резьба применяется для соединения труб и других деталей арматуры трубопроводов (рис. 6.3).

6.1.2.4 Ходовые резьбы

Стандарты предусматривают трапецеидальную и упорную резьбы.

Трапецеидальная резьба имеет профиль в виде равнобокой трапеции с углом 30 градусов между боковыми сторонами (рис. 6.3).

Упорная резьба имеет асимметричный профиль (рис. 6.3). Она применяется при больших односторонних нагрузках.

Приведенное деление резьбы на крепежную и ходовую не является строгим. На практике (особенно в приборостроении) часто используют метрическую резьбу с мелким шагом в качестве ходовой.

6.1.2.5 Специальные резьбы

К специальным резьбам относят:

- 1) резьбы, имеющие стандартный профиль, но отличающиеся от стандартизированной резьбы диаметром или шагом;
- 2) резьбы с нестандартным профилем, например, прямоугольным, квадратным (рис. 6.3).

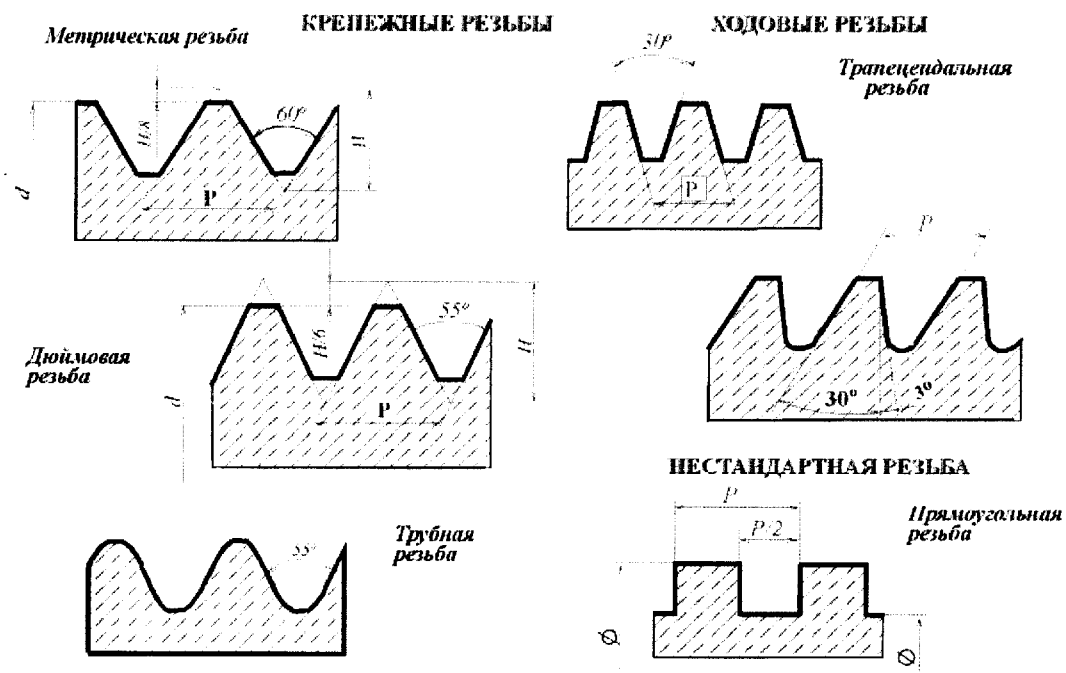


Рис. 6.3

6.1.3 Изображение резьбы

ГОСТ 2.311 - 68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Наружная резьба на стержне изображается сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси резьбы, сплошные тонкие линии поводятся на всю длину резьбы, без сбега начиная от линии, обозначающей границу резьбы, и пересекают линию границы фаски (рис. 6.4 и рис. 6.5).

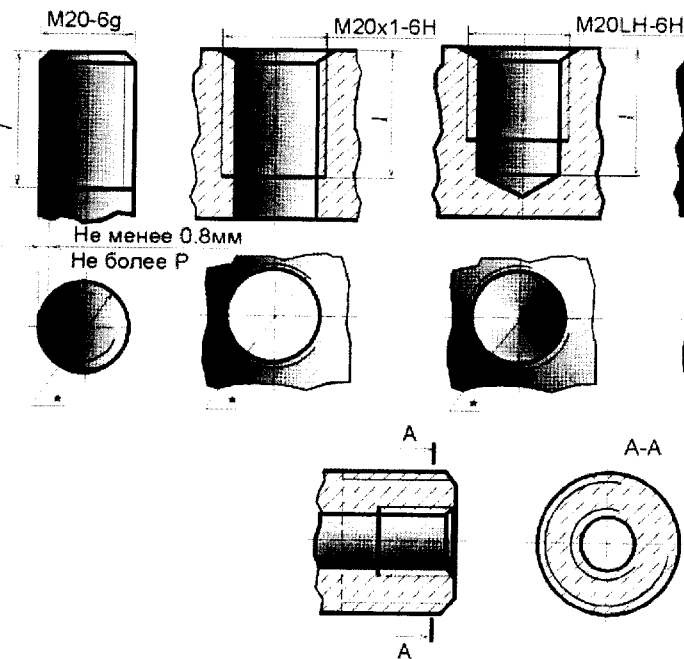


Рис. 6.4

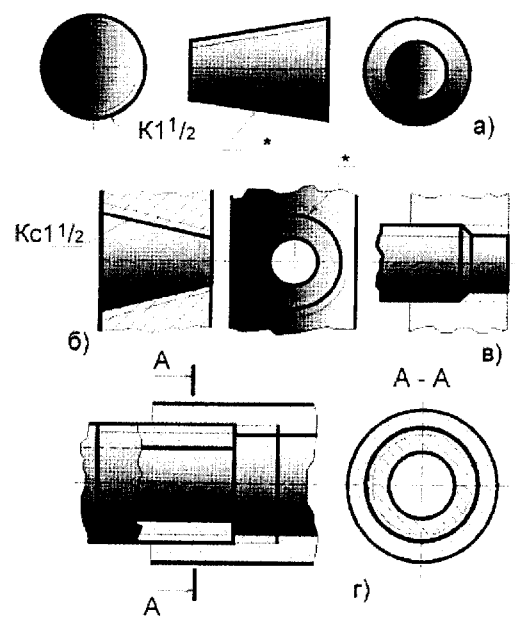


Рис. 6.5

На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру резьбы поводится окружность сплошной толстой линией, а по внутреннему диаметру резьбы поводится тонкой сплошной линией дуга, приблизительно равная $3/4$ окружности и разомкнутая в любом месте; фаска на этом виде не изображается (рис. 6.4 и рис. 6.5).

Внутренняя резьба на разрезе изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы, проводимыми на всю длину резьбы (от линии, обозначающей границу резьбы, и до линий, изображающих фаску). На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы поводится окружность сплошной толстой основной линией, а по наружному диаметру поводится тонкой

сплошной линией дуга, приблизительно равная $3/4$ окружности и разомкнутая в любом месте; фаска на этом виде не изображается (рис. 6.4 и рис. 6.5).

Расстояние между сплошными толстой и тонкой линиями, применяемыми для изображения резьбы должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Дуга, равная $3/4$ окружности, не должна начинаться и кончаться точно у осевой линии.

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной толстой основной линии (рис. 6.4 и рис. 6.5).

Конец глухого резьбового отверстия изображается так, как показано на рис. 6.4. Глухое резьбовое отверстие называется гнездом. Гнездо заканчивается конусом с углом 120 градусов при вершине, который остается от сверла. На чертеже размер этого угла не проставляется.

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 (рис. 6.4 и рис. 6.5).

Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на рис. 6.6, выявляя форму профиля с помощью местных разрезов или выносного элемента. На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 6.6).

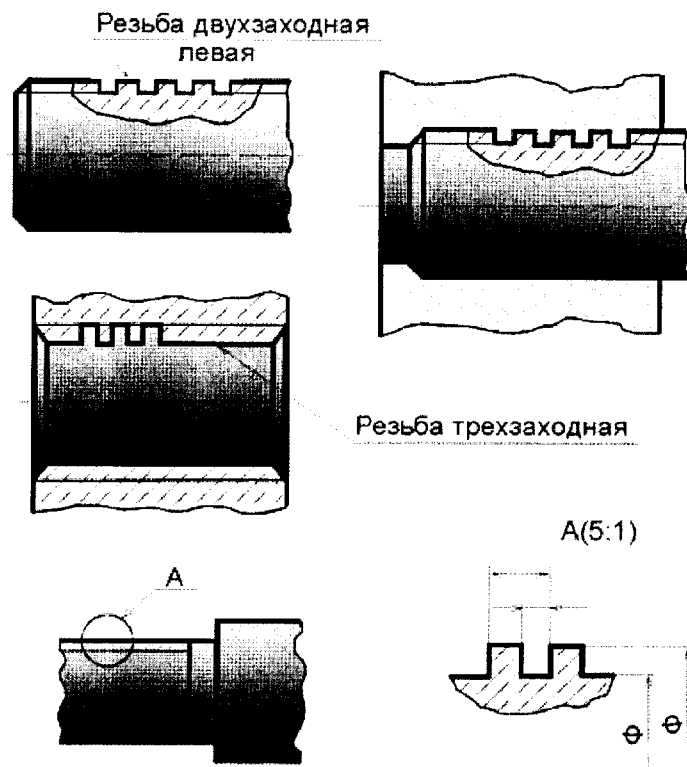


Рис. 6.6

6.1.4 Обозначение резьб

Классы точности и примеры обозначения стандартной метрической резьбы для диаметров свыше 1 мм для соединений с зазором (ГОСТ 16093-81) приведены в таблице 1. Предпочтительные поля допусков подчеркнуты.

Таблица 1

Поля допусков метрической цилиндрической резьбы для диаметров свыше 1 мм для соединения с зазором
Длина свинчивания N (нормальная) ГОСТ 16093 – 81

Класс точности	Поле допуска резьбы						
	наружной: болт, винт, шпилька				внутренней: гайка		
Точный				<u>4g</u>	4h	4H5H	5H
Средний	6d	6e	6f	<u>6g</u>	6h	6G	<u>6H</u>
Грубый				<u>8g</u>	8h	7G	<u>7H</u>

Примеры обозначения резьбы:

с крупным шагом:

наружной **M7-8g**; внутренней **M7-7H**;

с мелким шагом:

наружной **M7×1,25-8g**; внутренней **M7×1,25-7H**;

левой резьбы:

наружной **M7 LH-8g**; внутренней **M7LH-7H**.

Посадка в резьбовом соединении обозначается дробью, в числителе которой указывается обозначение поля допуска внутренней резьбы, а в знаменателе – обозначение поля допуска наружной резьбы. В посадках допускаются любые сочетания полей допуска наружной и внутренней резьбы, указанные в ГОСТ 16093 – 81, но предпочтительно сочетать поля допусков одного класса точности. Например:

M7-7H/8g; M7×1,25-6H/6g; M7×1,25LH-7H/6g.

Обозначения стандартных резьб, кроме конических и трубных цилиндрических, относят к наружному диаметру, как показано на рис. 6.4.

Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рис. 6.5.

На рис. 6.4 и на рис. 6.5 знаком "*" отмечены места возможного нанесения обозначения резьбы, кроме указанных. Примеры обозначений некоторых типов резьб приведены в таблице 2.

Если на стержне или в отверстии нарезана левая резьба, то к обозначению резьбы на чертеже добавляются буквы LH, например:

M16LH-6g, M16x1LH-6g, G1LH-B.

Примеры обозначения резьб

Тип резьбы	Условное обозначение типа резьбы	Параметры резьбы, указываемые на чертеже	Примеры обозначения резьб на чертеже
Метрическая с крупным шагом (60°)	M	Наружный диаметр, поле допуска, буквы LH для левой резьбы	Наружной: M8-6g Внутренней: M8-7H Левой резьбы: M8LH-6g, M8LH-6H
Метрическая с мелким шагом (60°)		Наружный диаметр, шаг, поле допуска, буквы LH для левой резьбы	Наружной: M8x1-6g Внутренней: M8x1-6H Левой резьбы: M8x1LH-6g, M8x1LH-6H
Трицепная или многозаходная (30°)	Tr	Наружный диаметр, ход и в скобках, буквы P и числовое значение шага, буквы LH для левой резьбы, поле допуска	Наружной: Tr20x8(P4)-8g Внутренней: Tr20x8(P4)-8H Левой резьбы: Tr20x8(P4)LH-8g, Tr20x8(P4)LH-8H
Упорная (35°)	S	Наружный диаметр, шаг, буквы LH для левой резьбы, поле допуска	S80x10-7h S80x10LH-7H
Трубная цилиндрическая (55°)	G	Обозначение размера резьбы, класс точности, буквы LH для левой резьбы	G1-A G1-B G1LH-A G1LH-B
Трубная коническая (55°)	R-наружная резьба Rc-внутренняя резьба	Обозначение размера резьбы, буквы LH для левой резьбы	Наружной: R1 ^{1/2} Внутренней: Rc1 ^{1/2} Левой резьбы: R1 ^{1/2} LH, Rc1 ^{1/2} LH

Следует обратить внимание на условность обозначения трубной цилиндрической резьбы. Если для метрических и других резьб число, стоящее после условного обозначения типа резьбы (M, Tr, S, МК), соответствует наружному диаметру в мм, то в трубной резьбе число, стоящее в обозначении резьбы после буквы G, соответствует размеру внутреннего диаметра трубы, на которой нарезается данная резьба, в дюймах. Внутренний диаметр трубы называется **условным проходом** и обозначается *Dy*.

Например, если резьба имеет обозначение G1, то это означает, что она нарезана на трубе, имеющей условный проход, равный примерно 1" (25 мм), наружный диаметр 33,5 мм, а наружный диаметр резьбы в соответствии с ГОСТ 6357–81 равен 33,249 мм. Во всех технических расчетах один дюйм принимается равным 25,4 мм.

6.1.5 Резьбовые изделия

К крепежным резьбовым изделиям относятся болты, шпильки, гайки, винты и фитинги. С их помощью осуществляются неподвижные разъемные соединения деталей машин и механизмов.

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для гайки на другом. Головки болтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение в машиностроении имеют болты с шестигранной головкой (нормальной точности) ГОСТ 7798 - 70.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Та часть шпильки, которая ввинчивается в резьбовое отверстие детали, называется ввинчиваемым (посадочным) концом, а часть, на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и навинчивается гайка, называется стяжным концом.

Длина l_1 ввинчиваемого конца шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается

Гайка представляет собой призму или цилиндр со сквозным (иногда глухим) резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку. По своей форме гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые, гайки-барашки и др. Шестигранные гайки подразделяются на обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками. Наибольшее применение в машиностроении имеют обыкновенные шестигранные гайки (нормальной точности) по ГОСТ 5915 - 70.

Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом. Винты, применяемые для неподвижного соединения деталей, называются крепежными, для фиксирования относительного положения деталей - установочными. По способу завинчивания они разделяются на винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. Головки винтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение имеют следующие типы крепежных винтов:

- 1) с потайной головкой, ГОСТ 17475 - 80);
- 2) с полупотайной головкой, ГОСТ 17474 - 80;
- 3) с полукруглой головкой, ГОСТ 17473 - 80;
- 4) с цилиндрической головкой, ГОСТ 1491 - 80.

Фитинги: угольники, тройники, муфты прямые и переходные и т.п., являются соединительными резьбовыми частями для водо - и газопроводных труб.

На крепежных резьбовых изделиях (кроме фитингов) нарезается метрическая резьба с крупными и мелкими шагами по ГОСТ 8724 - 81; допуски резьбы - по ГОСТ 16098 - 81.

На фитингах и трубах нарезается трубная цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357 - 81. Для этой резьбы установлены два класса точности среднего диаметра резьбы - А и В.

Фаски, имеющиеся на концах болтов, шпилек, винтов и на торцах резьбовых отверстий гаек, гнезд и фитингов, делаются для предохранения крайних витков резьбы от повреждений и для удобства завинчивания.

6.2 РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

6.2.1 СОЕДИНЕНИЕ БОЛТОМ

Скрепление двух или большего количества деталей при помощи болта, гайки и шайбы называется *болтовым соединением*. Для прохода болта скрепляемые детали имеют гладкие, т.е. без резьбы, соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр болта. На конец болта, выступающий из скрепленных деталей, надевается шайба и навинчивается гайка.

При вычерчивании болтового соединения конструктивные размеры болта, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов.

6.2.2 СОЕДИНЕНИЕ ШПИЛЬКОЙ

Скрепление двух или большего количества деталей осуществляется при помощи шпильки, гайки и шайбы. Его используют вместо болтового, когда изготовлять сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей нецелесообразно из-за значительной ее толщины или из-за отсутствия места для головки болта. Длину l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали по таблице стандарта.

Сначала отверстие под шпильку высверливают, затем делают фаску, после чего нарезают резьбу (гнездо под шпильку). На стяжной конец шпильки надевают другие, скрепляемые с первой, детали, имеющие гладкие соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр шпильки. На конец шпильки, выступающий из скрепляемых деталей, надевают шайбу и навинчивают гайку.

При вычерчивании соединения шпилькой конструктивные размеры шпильки, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов. При выборе шпильки необходимо обратить внимание на то, что длина l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца зависит от материала детали, в которую она ввинчивается:

- 1) $l_1 = d$ для стальных, бронзовых, латунных деталей и деталей из титановых сплавов;
- 2) $l_1 = 1,25 d$ для деталей из ковкого и серого чугуна;
- 3) $l_1 = 2 d$ для деталей из легких сплавов, где: d - наружный диаметр резьбы шпильки.

6.2.3 СОЕДИНЕНИЕ ВИНТОМ

С помощью крепежных винтов можно скреплять две и более детали. Для этого в последней из них делается резьбовое отверстие, а в остальных - гладкие сквозные отверстия диаметром, большим диаметра винта. Винт свободно проходит через гладкие отверстия скрепляемых деталей и ввинчивается в резьбовое отверстие последней из них. Глубина l_1 ввинчивания винта зависит от материала детали и принимается равной $1 d$ для стали, бронзы и латуни, $1,25d$ - для ковкого и серого чугуна и $2 d$ - для легких сплавов (d - наружный диаметр резьбы винта).

В первой из скрепляемых деталей делается коническая зенковка (углубление под головку) для винтов с полупотайной и потайной головками или цилиндрическая - для винтов с цилиндрической головкой.

6.2.4 СОЕДИНЕНИЕ ТРУБНОЕ

Соединение водо - и газопроводных труб производится при помощи соединительных резьбовых частей - фитингов (угольников, тройников, муфт и т. п.).

При вычерчивании соединения труб муфтой конструктивные размеры труб, муфты и контргайки берутся из соответствующих стандартов. На одной трубе длина резьбы со стороны муфты должна быть L_1 , на другой - L_2 . Каждая из труб ввинчивается в муфту на величину L_1 . Контргайка навинчивается на трубу со стороны более длинной резьбы (L_2) и служит для стопорения муфты.

1.

Левинштейн В. С. Высшая начертательная геометрия

1. Левинштейн В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация

высшей начертательной геометрии. М.: Высш. шк., 2001. С. 220 - 221.

2. Чекмарев А. А. Начертательная геометрия и черчение. М.: ВЛАДОС, 1999, с. 195 - 221.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. М.: Высш. шк., 2001, С. 220 – 265.
2. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение. М.: ВЛАДОС, 1999, С. 195 – 221.