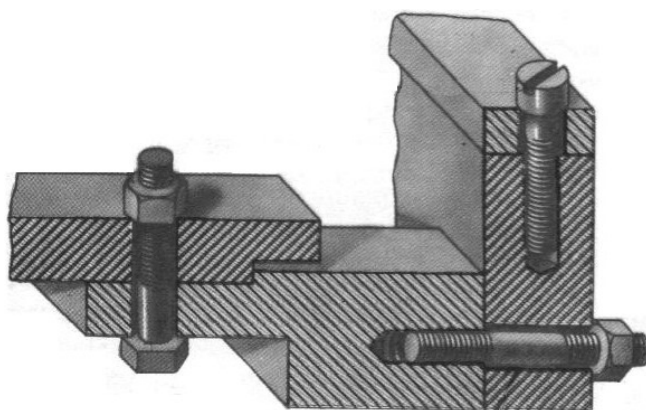


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МАМИ»

А. Я. Швец, А. Ю. Калинин, О. А. Яковук



РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Методические указания
по курсу «Инженерная графика» для студентов,
всех специальностей и направлений

Под редакцией
проф. Фазлулина Э.М.

Одобрено методической комиссией
по общепрофессиональным дисциплинам

МОСКВА
2011

УДК _____
ББК _____

Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом ВПО 2000 г. для всех направлений (специальностей) подготовки студентов на основе примерной (рабочей) программы дисциплины «Инженерная графика».

Рецензенты: заведующий кафедрой «Кузовостроение и обработка металлов»

МГТУ «МАМИ» профессор Н.Ф. Шпунькин

заведующий кафедрой «Сопротивление материалов»
МГТУ «МАМИ» профессор Н.А. Крамской

Работа подготовлена на кафедре «Начертательная геометрия и черчение»

Резьбы и резьбовые соединения : методические указания / А. Я. Швец, А. Ю. Калинин, О. А. Яковук. – М. : МГТУ «МАМИ», 2011. – 41с.

В методических указаниях рассматривается материал по ознакомлению и практическому использованию типов резьбы, применяемых в машиностроении.

В данном издании учтены все изменения в государственных стандартах России в части обозначения резьбы, крепежных деталей и т.п. по состоянию на январь 2011 г.

УДК _____
ББК _____

© А. Я. Швец, А. Ю. Калинин,
О. А. Яковук, 2011
© МГТУ «МАМИ», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. РЕЗЬБЫ	4
1.1. Общие сведения.....	4
1.2. Образование резьбы.....	4
1.3. Элементы резьбы и её основные параметры.....	5
1.4. Классификация резьб.....	8
1.5. Изображение резьбы на чертеже.....	8
1.6. Обозначение резьбы.....	11
Глава 2. СТАНДАРТНЫЕ РЕЗЬБЫ	12
2.1. Резьбы треугольного профиля.....	12
2.1.1. Резьба метрическая.....	12
2.1.2. Резьба дюймовая.....	15
2.1.3. Резьба трубная цилиндрическая.....	15
2.1.4. Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°	17
2.1.5. Метрическая коническая резьба.....	18
2.2. Резьбы трапецеидального профиля.....	20
2.2.1. Резьба трапецеидальная.....	20
2.2.2. Резьба упорная.....	21
2.3. Резьба круглая.....	22
2.4. Нестандартные резьбы.....	23
2.5. Резьба специальная.....	24
2.6. Измерение резьбы при выполнении эскизов деталей машин.....	24
Глава 3. КРЕПЁЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ	26
3.1. Болты.....	26
3.2. Шпильки.....	30
3.3. Гайки.....	31
3.4. Шайбы.....	33
Глава 4. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	34
4.1. Болтовое соединение.....	35
4.2. Шпилечное соединение.....	36
Глава 5. Методические указания к выполнению работ по теме « Резьбы и резьбовые соединения».	39
Список литературы	40

Глава 1. Резьбы

1.1 Общие сведения

При изготовлении машин их составные части (детали) соединяют между собой тем или иным способом. Соединения подразделяются на разъёмные и неразъёмные. В машиностроении большое распространение получили резьбовые соединения деталей, осуществляемые при помощи резьбы или крепёжных изделий. Такие соединения характеризуются универсальностью, высокой надёжностью, способностью воспринимать большие нагрузки; они удобны для сборки и разборки, просты в изготовлении.

Резьбовые соединения относятся к группе разъёмных соединений. Резьбовыми называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей.

Резьба применяется в технике для разъёмного соединения деталей машин и механизмов.

1.2 Образование резьбы

В основе образования резьбы лежит винтовое движение некоторой фигуры, слагающееся из равномерных поступательного и вращательного движений относительно прямой, называемой осью винтового движения.

Если в тело цилиндрического (конического) стержня, равномерно вращающегося вокруг своей оси, углубить резец и сообщить ему равномерно-поступательное движение параллельно оси и цилиндра (конуса), то на поверхности последнего образуется винтовая канавка и винтовой выступ. Совокупность равномерно расположенных винтовых выступов и впадин постоянного сечения, образованных на цилиндрической или конической поверхности, называют резьбой (рис.1.1). Кроме нарезания резцом резьба может быть получена на стержне плашкой, в отверстии - метчиком, а также накатана на специальном оборудовании соответствующим инструментом.

В зависимости от вида поверхности, на которой образована резьба, последние подразделяются на цилиндрические и конические.

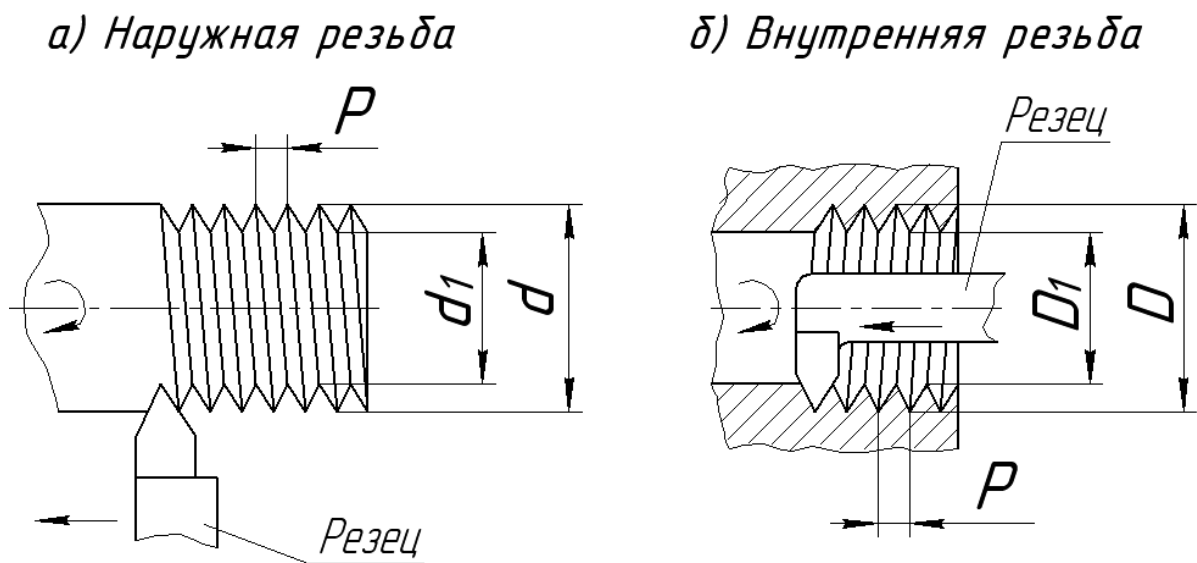


Рис. 1.1

Резьбу, образованную на стержне, называют наружной (рис.1.1а), а резьбу, получаемую в отверстии, называют внутренней резьбой (рис.1.1б).

Правая резьба образуется контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя, а левая- контуром, вращающимся против часовой стрелки.

По числу заходов резьба подразделяется на однозаходную и многозаходную (двух-, трёхзаходную и т. д.).

Общие понятия, определения и термины установлены ГОСТ 11708-82 .

1.3 Элементы резьбы и её основные параметры.

Ось резьбы - ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы.

Профиль резьбы – профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы (Рис. 1.2). Профиль резьбы включает боковые стороны, вершины и впадины резьбы. Угол образованный смежными боковыми сторонами, называют углом профиля резьбы. Наружным диаметром резьбы - d , (D) –называют диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной d или впадин внутренней резьбы D . Внутренним диаметром резьбы – d_1 , (D_1) – называют диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы (рис.1.1 и 1.2).

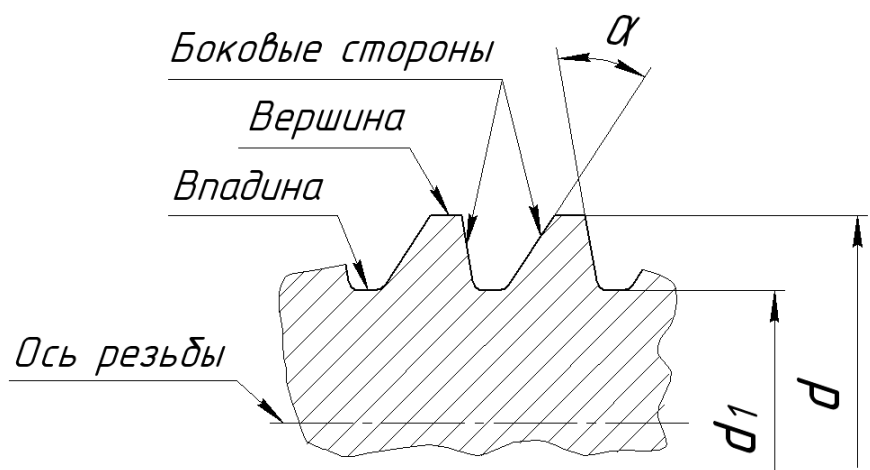


Рис.1.2

Номинальный размер резьбы – диаметр , условно характеризующий размеры резьбы и используемый при её обозначении.

Профиль резьбы является одним из основных параметров, характеризующих резьбу. В современном машиностроении наиболее широкое распространение получили резьбы треугольного, трапецеидального и прямоугольного профилей.

Резьбу треугольного профиля обычно выполняют на деталях для их непосредственного соединения друг с другом путём свинчивания и на деталях (болтах, гайках, винтах и др.), предназначенных для осуществления соединения двух или нескольких составных частей изделий между собой, и поэтому её называют крепёжной резьбой.

Резьбы трапецеидального и прямоугольного профилей называют ходовыми и применяют главным образом для преобразования вращательного движения одной детали в осевое перемещение другой. Так, например, с помощью вращающихся ходовых винтов осуществляется возвратно-поступательное перемещение механизмов металлорежущих станков, подвижной губки тисков и т. п.

К параметрам резьбы также относятся её шаг и ход.

Шаг резьбы P – расстояние между соседними одноимёнными боковыми сторонами профиля, измеряемого вдоль оси резьбы (рис.1.1,1.3).

Начало выступа резьбы носит название захода резьбы. На цилиндрической поверхности можно получить резьбу путём образования двух или более выступов с равномерно расположенными заходами. Такие резьбы называют многозаходными.

Для многозаходных резьб различают понятия шаг и ход. Ходом P_h называют расстояние между одинаковыми точками профилей двух соседних витков одного и того же винтового выступа, а шаг P определяется расстоянием между двумя соседними витками (рис.1.3).

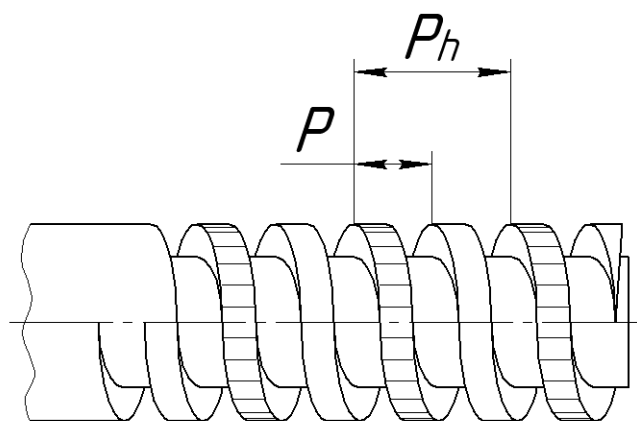


Рис. 1.3

Для однозаходной резьбы её шаг равен ходу, т.е. $P=P_h$.

Для многозаходной резьбы ход P_h равен произведению числа заходов n на шаг P , т.е.

$$P_h = P \times n.$$

Помимо профиля, диаметра, шага, числа заходов и направления резьба характеризуется длиной её нарезки (накатки).

Длиной резьбы называют длину участка поверхности на которой образована резьба, включая фаску и сбег резьбы.

Перед нарезанием резьбы на конце стержня или в начале отверстия выполняется фаска – коническая поверхность с углом наклона образующих к оси стержня или отверстия, равным обычно 45° . Наличие фаски упрощает процесс нарезания резьбы в начальный период, а также облегчает соединение между собой резьбовых деталей.

Сбег резьбы – участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали. (рис.1.4).

Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей доводить инструмент до упора к ней, то образуется *недовод резьбы* (рис.1.5)

Сбег плюс *недовод* образуют *недорез резьбы*. Если требуется изготовить резьбу полного профиля, без сбегов, то для вывода резьбообразующего инструмента делают проточку, диаметр которой для наружной резьбы должен быть немного меньше внутреннего диаметра резьбы, а для внутренней резьбы – немного больше наружного диаметра резьбы (рис.1.5).

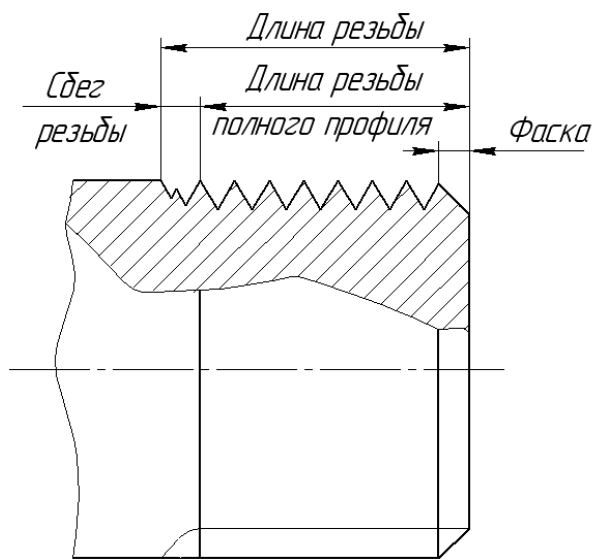


Рис.1.4

Размеры фасок, сбегов, недорезов и проточек установлены ГОСТ10549-80 и ГОСТ27148-86 и зависят от типа резьбы, её диаметра и шага.

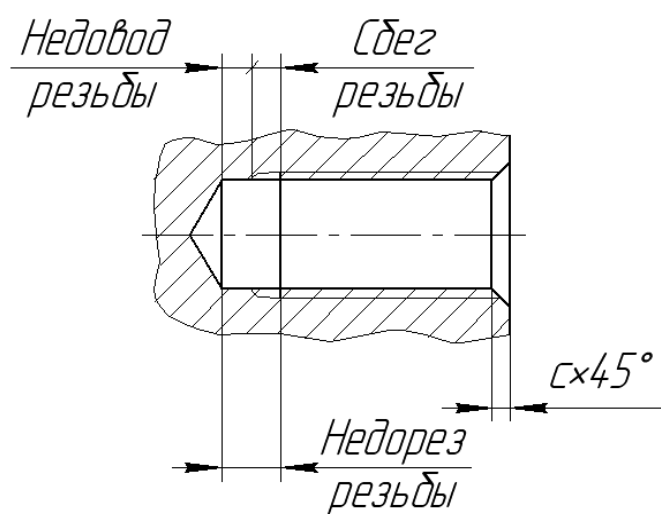


Рис.1.5

1.4 Классификация резьбы.

Резьбы классифицируют с конструктивных и эксплуатационных позиций:

1. По назначению резьбы делятся на крепёжные, предназначенные для неподвижного разъёмного соединения, и ходовые (кинематические) для передачи движения.

2. По величине шага различают резьбу крупную, мелкую, специальную.

3. По направлению винтовой линии резьбы различают резьбу правую (нитка резьбы нарезается по часовой стрелке) и левую (нитка резьбы нарезается против часовой стрелке).

4. По характеру поверхности – цилиндрические и конические.

5. По расположению на детали – наружные(нарезанные на стержне) и внутренние(нарезанные в отверстиях).

6. По числу заходов – однозаходные и многозаходные.

7. По профилю различают резьбу треугольную, трапециевидную, прямоугольную, круглую, специальную.

8. По единицам измерения – метрические и дюймовые (1дюйм = 25,4 мм).

С эксплуатационных позиций различают резьбы :

общего назначения – крепёжные, кинематические, трубные, круглые; специальные – применяемые для деталей определённого типа.

Треугольная резьба подразделяется на метрическую, дюймовую, трубную, коническую дюймовую; трапециевидная резьба – на трапецеидальную, упорную, упорную усиленную.

1.5 Изображение резьбы на чертеже (по ГОСТ 2.311 – 68)

1. Резьбы на чертеже изображают условно :

а) на стержне – сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру резьбы.

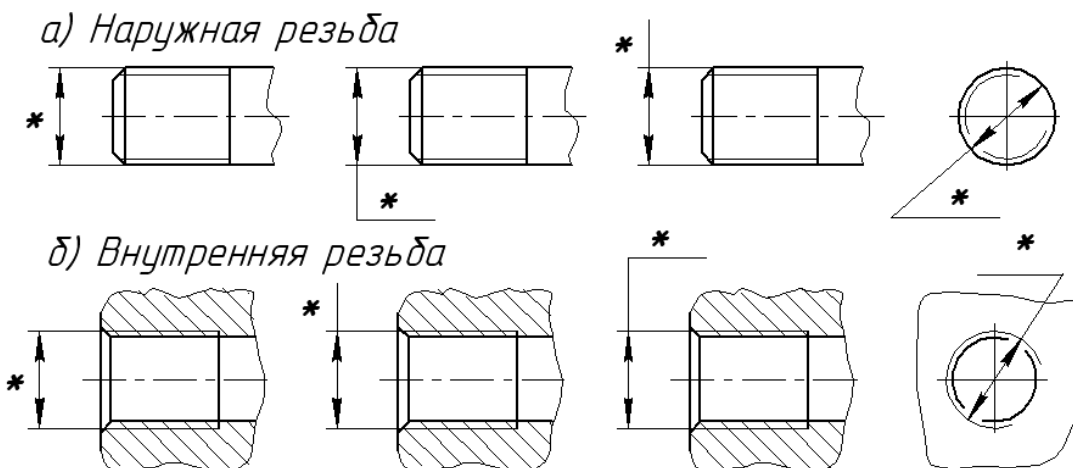
На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию проводят на всю длину резьбы без сбегов (включая фаску), а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте. Причем начало и конец этой дуги не должны совпадать с осевыми линиями (рис.1.6а). Сбег резьбы на чертежах изображают лишь при необходимости;

б) в отверстии – сплошными толстыми линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру резьбы (рис.1.6б).

На разрезах и сечениях, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию проводят от фаски на всю длину резьбы без сбегов, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности (рис.1.6б).

2. Сплошную тонкую при изображении резьбы наносят от основной толстой линии на расстоянии не менее 0,8 мм и не более величины шага резьбы.

3. Фаски на стержне и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, при изображениях на плоскости, перпендикулярной оси стержня или отверстия, не показывают (рис.1.6).



Знаком «*» отмечены места нанесения обозначений резьбы.

Рис.1.6

4. Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра и изображают сплошной толстой основной линией, если резьба изображена как видимая (рис.1.7) или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая.

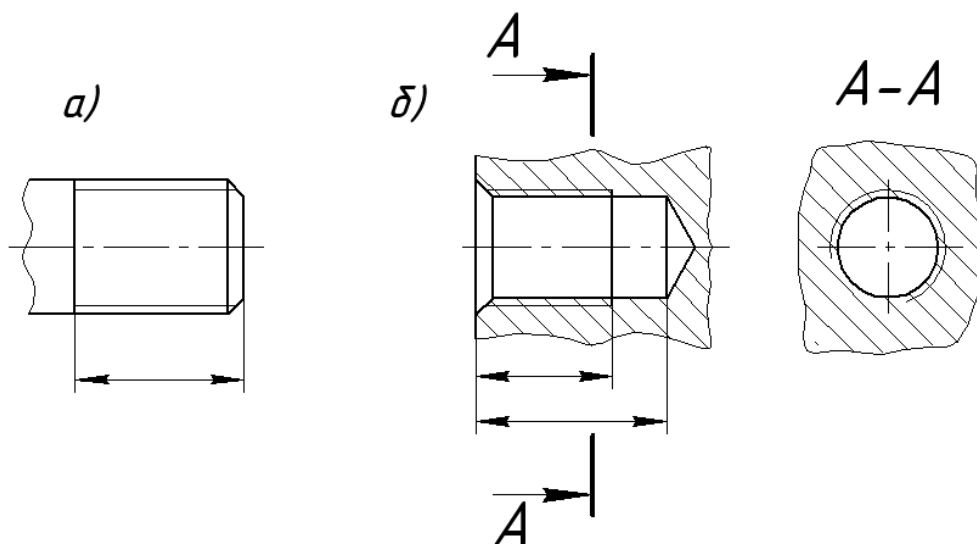


Рис.1.7

5. Штриховку в разрезе и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до основной линии (рис.1.7б, 1.8).

6. Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбега (рис.1.7). Исключение составляют размеры ввинчиваемых концов шпилек, в длину которых входит сбег резьбы.

7. На чертежах конец глухого резьбового отверстия изображают, как показано на рис.1.7б, указывая при этом глубину сверления и длину резьбы. На чертежах (сборочных, общего вида и др.) конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рис.3.3, несмотря на наличие разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.

8. Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметрам только на плоскости параллельной её оси. Изображение невидимой резьбы на плоскости, перпендикулярной к её оси, не рекомендуется, ввиду его неоднозначности.

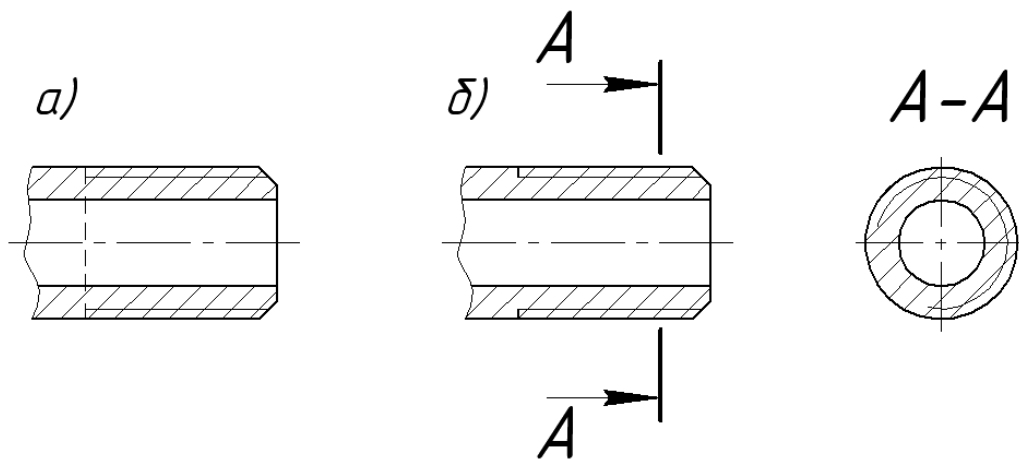


Рис1.8

9. На разрезах резьбового соединения на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня. На изображении резьбового соединения в разрезе плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы, резьбу изображают только на стержне (рис.1.9).

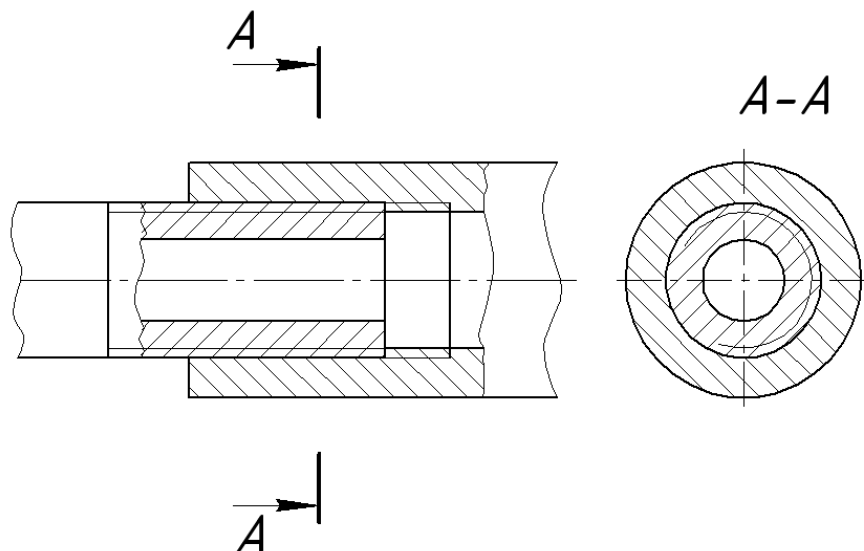


Рис. 1.9

1.6 Обозначения резьбы.

Обозначение стандартной резьбы включает в себя её вид, размер, шаг и ход, направление, поле допуска, класс прочности, номер стандарта.

Существуют две системы измерения диаметра и шага треугольной резьбы: метрическая (единица измерения – миллиметр) и дюймовая (единица измерения – дюйм) .

В таблице 1.1 приведены обозначения стандартных резьб.

Таблица 1.1

Тип резьбы	Стандарт	Вид	Обозначение	Пример
Метрическая	ГОСТ 9150-81 - профиль; ГОСТ 24705-81 - основные размеры; ГОСТ 8724-81 – диаметры и шаги; ГОСТ 16093-81 - допуски	Крупный шаг Мелкий шаг Многозаходная Левая	M, d (мм) M, d, P (мм) M, d, P_h, P (мм) LH	$M20$ $M20 \times 1,5$ $M20 \times 3(P1)$ $M20LH$; $M20 \times 1,5 LH$; $M20 \times 3(P1) LH$
Дюймовая	ОСТ НКТП 1260 - профиль, основные размеры, допуски	Наружная Внутренняя	-- --	$1/2''$ $1/2''$
Трубная цилиндрическая	ГОСТ 6357-81 – профиль, основные размеры, допуски	Класс А (повышенный) Класс В (нормальный) Левая	G, D_y (дюймы), класс А G, D_y (дюймы), класс В LH	$G 1^{1/2} - A$ $G 1^{1/2} - B$ $G 1^{1/2} LH - A$; $G 1^{1/2} LH - B$
Трубная коническая	ГОСТ 6211-81 - профиль, основные размеры, допуски	Наружная Внутренняя Внутренняя цилиндрическая Левая	R, D_y (дюймы) R_C, D_y (дюймы) R_P, D_y (дюймы)	$R 1^{1/2}$ $R_C 1^{1/2} - B$ $R_P 1^{1/2}$ $R 1^{1/2} LH$; $R_C 1^{1/2} LH$
Коническая дюймовая	ГОСТ 6111-52 - профиль, основные размеры, допуски	Наружная Внутренняя	K, D_y (дюймы) K, D_y (дюймы)	$K 1^{1/2}''$ $K 1^{1/2}''$
Метрическая коническая	ГОСТ 9150-81 – профиль; ГОСТ 25229-82 – основные размеры, диаметры и шаги; ГОСТ 16093-81 - допуски	Коническая Внутренняя цилиндрическая Левая	MK, d, P (мм) M, d, P (мм) ГОСТ LH ГОСТ	$MK20 \times 1,5$ $M20 \times 1,5$ ГОСТ 25229-82 $MK20 \times 1,5 LH$ ГОСТ 25229-82
Трапецидальная однозаходная	ГОСТ 9484-81 – профиль; ГОСТ 24738-81 – основные размеры, диаметры и шаги; ГОСТ 9562-81 – допуски	Однозаходная Левая	T_r, d, P (мм) LH	$T, 40 \times 6$ $T, 40 \times 6 LH$
Трапецидальная многозаходная	ГОСТ 9484-81 – профиль; ГОСТ 24739-81 – основные размеры, шаги, ходы и допуски	Многозаходная Левая	T_r, d, P_h, P (мм) LH	$T, 20 \times 8(P4)$ $T, 20 \times 8(P4) LH$

Упорная	ГОСТ 10177-82 – профиль, основные размеры, диаметры и шаги ГОСТ 25096-82 - допуски	Однозаходная Многозаходная Левая	S, d, P (мм) S, d, P_h, P (мм) LH	$S80 \times 10$ $S80 \times 20(P10)$ $S80 \times 20 LH$; $S80 \times 20(P10) LH$
Упорная усиленная 45°	ГОСТ 13535-87 – профиль, основные размеры, диаметры, шаги и допуски	Однозаходная Многозаходная Левая	$S, 45^\circ, d, P$ (мм) $S, 45^\circ, d, P_h, P$ (мм) LH	$S 45^\circ 200 \times 12$ $S 45^\circ 200 \times 24 P12)$ $S 45^\circ 200 \times 12 LH$ $S 45^\circ 200 \times 24 P12) LH$
Круглая	ГОСТ 13536-68 – профиль, основные размеры, допуски	Правая	K_p, d, P (мм) ГОСТ....	$K_p 12 \times 2,54$ ГОСТ 13536-68

Глава 2. Стандартные резьбы.

Для обеспечения взаимозаменяемости резьбовых изделий основные параметры резьбы треугольного и трапецеидальных профилей установлены соответствующими стандартами.

2.1 Резьбы треугольного профиля.

2.1.1 Резьба метрическая .

В основу теоретического профиля метрической резьбы положен равносторонний треугольник, т. е. угол профиля резьбы равен 60° . Действительный профиль резьбы отличается от теоретического тем, что его вершины выполняют плоскосрезанными, а впадины либо плоскосрезанными, либо закруглёнными (рис 2.1).

Профиль и основные параметры метрических резьб устанавливает ГОСТ 9150 -81, размеры диаметров и шагов – ГОСТ 8724 – 81.

Таблица 2.1
Диаметры и шаги метрических резьб, мм (ГОСТ 8724 – 81)

Диаметры			Шаги							
Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	крупный	Мелкие						
				0,5	0,75	1	1,25	1,5	2	3
5	--	--	0,8	0,5	--	--	--	--	--	--
6	--	7	1	0,5	0,75	--	--	--	--	--
8	--	9	1,25	0,5	0,75	1	--	--	--	--
10	--	--	1,5	0,5	0,75	1	1,25	--	--	--
12	--	--	1,75	0,5	0,75	1	1,25	1,5	--	--
16	14	--	2	0,5	0,75	1	1,25	1,5	--	--
20	18, 22	--	2,5	0,5	0,75	1	--	1,5	2	--
24	27	--	3	--	0,75	1	--	1,5	2	--
30	33	--	3,5	--	--	1	--	1,5	2	3
36	39	--	4	--	--	1	--	1,5	2	3

По ГОСТ 8724 – 81 метрическую резьбу подразделяют на два типа:

- с крупным шагом (для диаметров от 1 до 68мм.);

- с мелким шагом (для диаметров от 1 до 600мм.),

причём каждому диаметру соответствуют определённые(стандартные) значения шагов (табл.2.1).

Метрическая резьба с крупным шагом обозначается буквой «М» и размером наружного диаметра, например: М10, М36 и т. п.

Метрические резьбы с мелким шагом обозначают буквой «М», размером наружного диаметра и шагом через знак «х», например: М16х1,5; М48х2 и т. п.

Обозначения метрических резьб на чертежах наносят, как показано на рис.1.6.

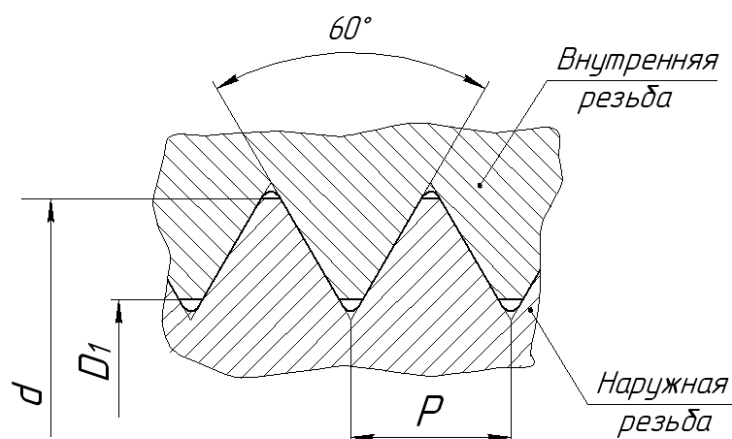


Рис.2.1

Для устранения недореза на резьбовых деталях в конце резьбы выполняют специальные проточки. Форма проточек метрической резьбы может быть типа 1(нормальная и узкая) и типа 2. Размеры проточек для наружной резьбы (рис.2.2а) должны соответствовать табл.2.2, а для внутренней (рис.2.2б) – табл.2.3

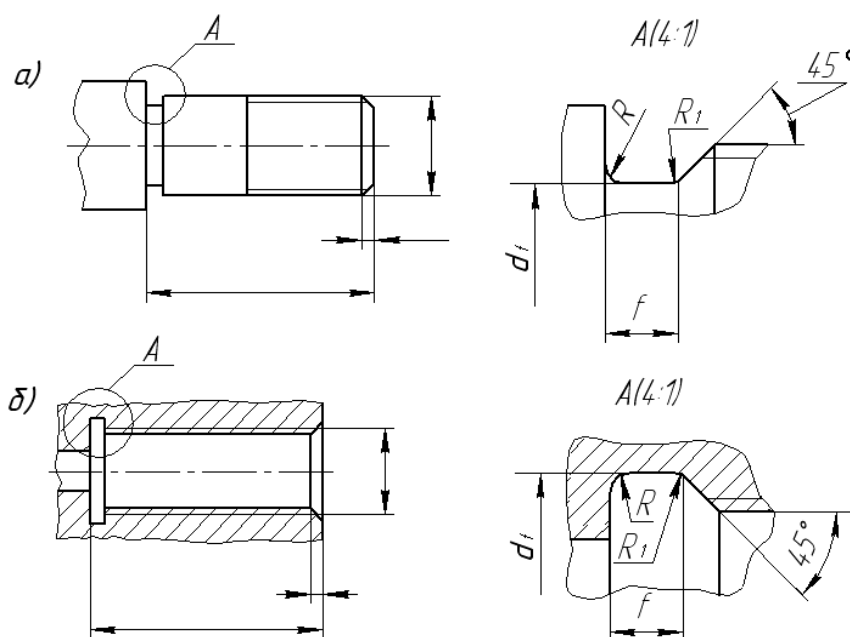


Рис. 2.2

Таблица 2.2

Размеры проточек для наружной метрической резьбы, мм (ГОСТ10549 – 80)

Шаг резьбы P	Проточка									Фаска	
	Тип 1						Тип 2		d_f	При сопряжении с внутренней резьбой с проточкой типа 2	Для всех других случаев
	Нормальная			Узкая							
	f	R	R_1	f	R	R_1	f	R_1			
0,5	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	--	--			
0,6									d-0,9		
0,7	2,0			1,6	0,5	0,3			d-1,0		
0,75									d-1,2		
0,8	3,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	d-1,5	2,0	1,0
1							4,0	2,5	1,0	0,5	
1,25	1,6			3,0	1,0	0,5					4,6
1,5							5,0	1,0	0,5	0,5	5,4
1,75	6,0	1,0	0,5	0,5	5,6	4,0					d-3,0
2					1,6		1,0	0,5	0,5	7,3	4,0
2,5	6,0	1,0	4,0	1,0		0,5				7,6	
3	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,6	4,0	d-4,5	6,5	2,5

Таблица 2.3

Размеры проточек внутренней метрической резьбы, мм (ГОСТ10549 - 80)

Шаг резьбы P	Проточка									Фаска	
	Тип 1						Тип 2		d_f	При сопряжении с наружной резьбой проточки типа 2	Для всех других случаев
	Нормальная			Узкая							
	f	R	R_1	f	R	R_1	f	R_1			
0,5	2,0*	0,5	0,3	1,0*	0,3	0,2	--	--			
0,6	--	--	--	--	--	--			--		
0,7	--	--	--	--	--	--			--		
0,75	3,0*	1,0	0,5	1,6*	0,5	0,3			d+0,4		
0,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,0		
1	4,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	d+0,5	2,0	1,6
1,25	5,0	1,6		3,0	1,0	0,5	4,5	2,5	d+0,5	2,5	
1,5	6,0		1,0	4,0	1,6	1,0	5,4	3,0	d+0,7	3,0	2,0
1,75	7,0	2,0	5,0				1,6	1,0	6,2		
2	8,0			3,0	6,0	1,6			1,0	6,5	5,0
2,5	10	3,0	6,0				1,6	1,0		8,9	
3				10	3,0	6,0			1,6	1,0	11,4

2.1.2 Резьба дюймовая.

В настоящее время в России применять дюймовую резьбу при проектировании новых машин запрещено. Её используют только при ремонте импортного оборудования, а также в случае необходимости по техническим причинам.

Производящей фигурой дюймовой резьбы является равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° . Нарезается она на диаметрах $3/16 \dots 4''$ и определяется размером наружного диаметра, выраженным в дюймах ($1''=25,4\text{мм}$). Вместо шага для каждого размера такой резьбы устанавливается число витков(ниток) на длине в один дюйм, а в условных обозначениях указывается число дюймов, которое имеет её наружный диаметр.

Таблица 2.4

Основные параметры дюймовой резьбы (ОСТ НКТП 1260).

Размер резьбы, “дюймы”.....	$1/4$	$3/8$	$1/2$	$3/4$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	2
Наружный диаметр d, мм.....	6,350	9,525	12,700	19,050	25,400	31,750	38,100	50,80
Внутренний диаметр d ₁ , мм.....	4,724	7,492	9,989	15,798	21,334	27,104	32,679	43,57
Число витков на 1”	20	16	12	10	8	7	6	$4\frac{1}{2}$
Шаг s, мм.....	1,270	1,588	2,117	2,540	3,175	3,629	4,233	5,64

2.1.3 Резьба трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357 – 81).

Данную резьбу применяют главным образом на деталях трубных соединений: трубах, муфтах, тройниках, контргайках и др.

Профилем трубной резьбы является равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° . Вершины и впадины профиля закруглены, что обеспечивает большую герметичность соединения (рис. 2.3).

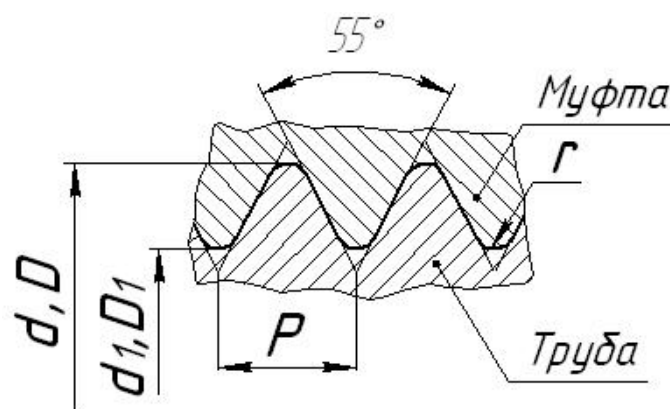


Рис. 2.3

Трубную резьбу характеризуют числом шагов на длине в один дюйм вдоль оси резьбы. На чертежах трубную резьбу обозначают буквой «G» и размером диаметра отверстия в трубе, выраженном в дюймах (т.е. наружный диаметр резьбы в её обозначение не входит). Например, обозначение $G\frac{1}{2}$ означает, что резьба трубная цилиндрическая наружная, внутренний диаметр трубы (проходного отверстия) равен $\frac{1}{2}$ ". При этом наружный диаметр трубы равен 20,995 мм., число шагов на длине 25,4 мм равно 14.

При выполнении внутренней трубной цилиндрической резьбы в обозначении указывается диаметр проходного отверстия той трубы, которая будет ввинчена в данную деталь. Внутренняя резьба нарезается не на трубах, а на деталях соединяющих трубы: муфтах, угольниках и т. д.

Обозначение трубных резьб наносят на горизонтальных полках линий – выносок, проведённых от сплошной толстой основной линии изображения резьбы, так как диаметр резьбы, указанный в обозначении, не соответствует её диаметру на изображении (рис.2.4).

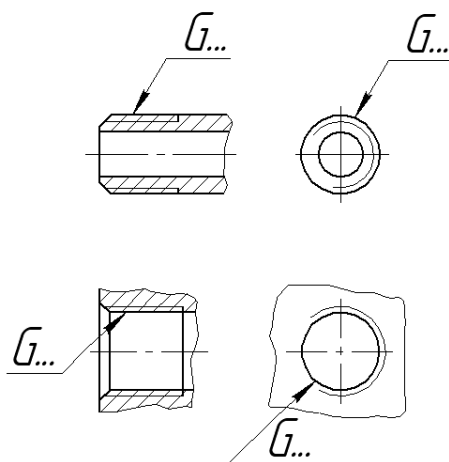


Рис.2.4

Значения основных параметров некоторых трубных резьб приведены в табл.2.5

Размеры проточек для наружной и внутренней трубной цилиндрической резьб определяет ГОСТ 10549 – 80 .

Таблица 2.5

Основные параметры трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357 -81)

Обозначение (d, дюймы)	Число шагов на длине 25,4 мм	Шаг P, мм	Диаметр резьбы, мм	
			Наружный d	Внутренний d ₁
G 3/8	19	1,337	16,662	14,950
G 1/2	14	1,814	20,955	18,631
G 3/4			26,441	24,117
G 1	II	2,309	33,249	30,291
G 1 ¼			41,910	38,952
G 1 ½			47,803	44,845
G 2			59,614	56,656
G 2 ½			75,184	72,226
G 3			87,884	84,926

2.1.4 Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°(ГОСТ 6111 – 52).

Данная резьба находит применение в трубопроводах со сравнительно невысоким давлением: топливных, водяных и воздушных трубопроводах машин и станков.

Эту резьбу нарезают на конических поверхностях с конусностью равной 1:16. Измерение основных параметров конической дюймовой резьбы производят в дюймовой системе. При этом размеры наружного и внутреннего диаметров резьбы берут в определённом её сечении (приблизительно в среднем по длине резьбы стержня) плоскостью, перпендикулярной к оси конуса, называемой основной плоскостью. У отверстий с конической дюймовой резьбой основная плоскость совпадает с их торцом со стороны большего диаметра (рис.2.5).

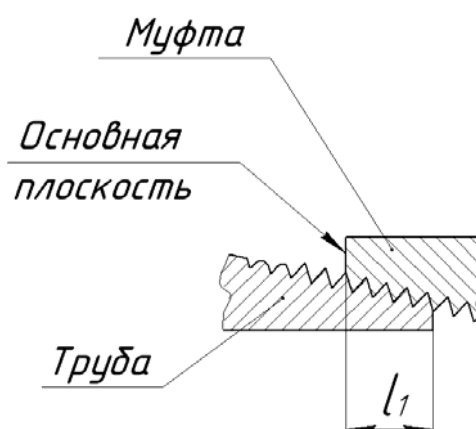


Рис. 2.5

Наружный и внутренний диаметры конической резьбы в основной плоскости приблизительно равны наружному и внутреннему диаметрам трубной цилиндрической резьбы того же обозначения. Коническую дюймовую резьбу характеризуют числом её шагов (нитек) на длине 25,4мм параллельно оси резьбы(оси конуса).

При обозначении конической дюймовой резьбы перед числом пишут букву «К», а после числа слово ГОСТ и его номер, например: $K^{1/2}$ " ГОСТ 6111 – 52 .Это обозначение расшифровывают так: резьба коническая дюймовая, её наружный и внутренний диаметры в основной плоскости приблизительно равны наружному и внутреннему диаметрам трубной цилиндрической резьбы $G^{1/2}$.

Обозначения конических дюймовых резьб на чертежах наносят на горизонтальных полках линий – выносок, проведённых от сплошной толстой линии изображения резьбы (рис. 2.6).

Размеры проточек для наружной и внутренней конической дюймовой резьбы определяет ГОСТ 10549 – 80 .

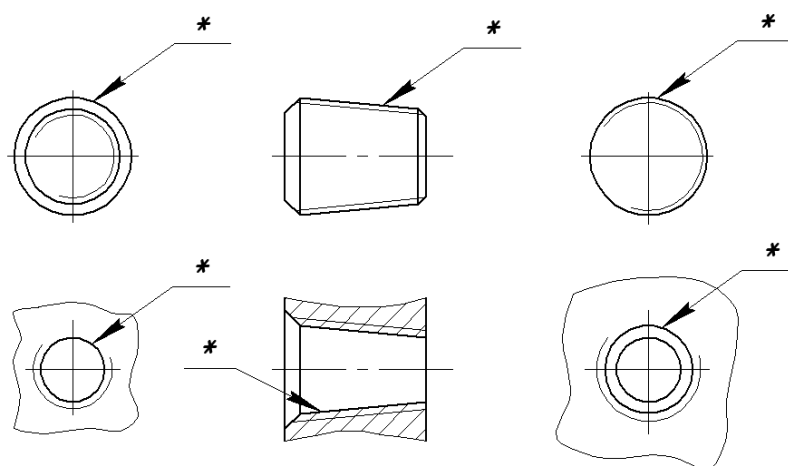


Рис.2.6

Знаком «*» отмечены места нанесения обозначения резьбы.

Значения основных параметров некоторых конических дюймовых резьб приведены в табл.2.6.

Таблица 2.6
Основные параметры конической дюймовой резьбы (ГОСТ 6111 – 52)

Обозначение размера резьбы (d, дюймы)	Число ниток на 1" <i>n</i>	Шаг резьбы <i>S</i> , мм	Длина резьбы, мм		Наружный диаметр резьбы в основной плоскости <i>d</i> , мм
			Рабочая <i>l</i> ₁	От торца трубы до основной плоскости <i>l</i> ₂	
1/16	27	0,941	6,5	4,064	7,895
1/8	27	0,941	7,0	4,572	10,272
¼	18	1,411	9,5	5,080	13,572
3/8	18	1,411	10,5	6,096	17,055
½	14	1,814	13,5	8,128	21,223
¾	14	1,814	14,0	8,611	26,568
1	11 ½	2,209	17,5	10,160	33,228
1 ¼	11 ½	2,209	18,0	10,668	41,985
1 ½	11 ½	2,209	18,5	10,668	48,054
2	11 ½	2,209	19,0	11,074	60,092

2.1.5 Метрическая коническая резьба.

Резьба метрическая коническая (ГОСТ 25229 – 82) нарезается на конических поверхностях с конусностью 1:16 с номинальным диаметром от 6 до 60мм применяется при соединении трубопроводов. Угол профиля этой резьбы равен 60°, значения наружного диаметра в основной плоскости и шага резьбы измеряют в мм.. Основная плоскость внутренней метрической конической резьбы в отличие от конической дюймовой смещена относительно торца в глубину отверстия на некоторое расстояние (рис2.7).

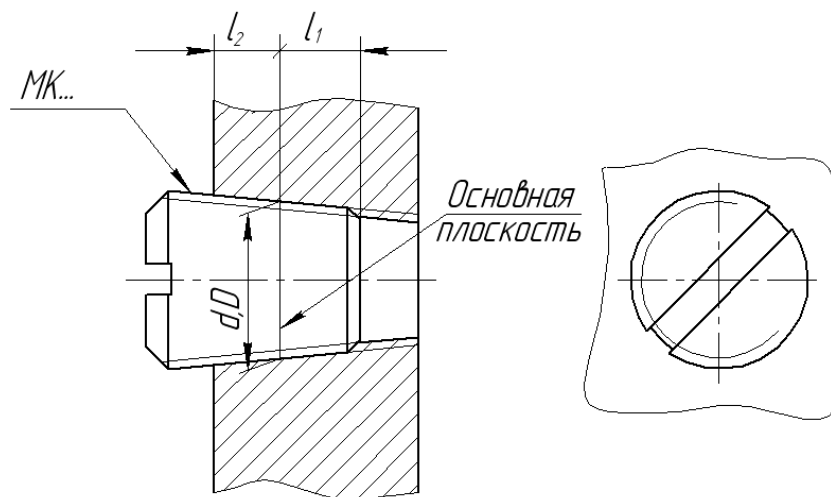


Рис.2.7

Метрическую коническую резьбу обозначают буквами «МК», наружным диаметром в основной плоскости и шагом резьбы, например: МК10х1, МК30х2 и т. п.. Обозначение резьбы на чертежах наносят, как показано на рис.2.6 и 2.7.

Основные параметры некоторых метрических конических резьб приведены в табл.2.7.

Таблица 2.7
Основные параметры метрической конической резьбы (ГОСТ 25229 – 82)

Диаметр d резьбы для ряда		Шаг P	Диаметр резьбы в основной плоскости					
1	2		d = D	d ₂ = D ₂	d ₁ = D ₁	l	l ₁	l ₂
6	--	1	6,000	5,350	4,917	8	2,5	3
8	--		8,000	7,350	6,917			
10	--		10,000	9,350	8,917			
12	--	1,5	12,000	11,026	10,376	11	3,5	4
--	14		14,000	13,026	12,376			
16	--		16,000	15,026	14,376			
--	18		18,000	17,026	16,376			
20	--		20,000	19,026	18,376			
--	22		22,000	21,026	20,376			
24	--	24,000	23,026	22,376				
--	27	2	27,000	25,701	24,835	16	5	6
30	--		30,000	28,701	27,835			
--	33		33,000	31,701	30,835			
36	--		36,000	34,701	33,835			

2.2 Резьбы трапецеидального профиля

Резьбы трапецеидального профиля (ходовые) применяют на деталях подвижных винтовых соединений и в зависимости от конструкции и условий работы соединения выполняют одно и многозаходными, с правой или левой винтовой нарезкой.

2.2.1 Резьба трапецеидальная

Трапецеидальная резьба предназначена главным образом для передачи возвратно-поступательного движения и осевых усилий. Она может быть однозаходной (ГОСТ 24738 – 81) и многозаходной (ГОСТ 24739 – 81). Её производящей фигурой является равнобокая трапеция (рис.2.8) с углом профиля 30° . Профиль и основные размеры определяет ГОСТ 9484 – 81, размеры диаметров (от 8 до 640мм) и шагов – ГОСТ 24738 – 81. Важной характеристикой многозаходной трапецеидальной резьбы является её ход ($P_h = P \times n$).

Трапецеидальную резьбу обозначают буквами *Tr*, номинальным диаметром и шагом, например: *Tr24x5*. В случае, когда трапецеидальная резьба выполнена многозаходной, в её обозначениях после диаметра указывают числовое значение хода, а в скобках букву «P» и числовое значения шага. Например, трапецеидальную 2-х заходную правую с диаметром 80мм, ходом 20мм и шагом 10мм обозначают: *Tr80x20(P10)*.

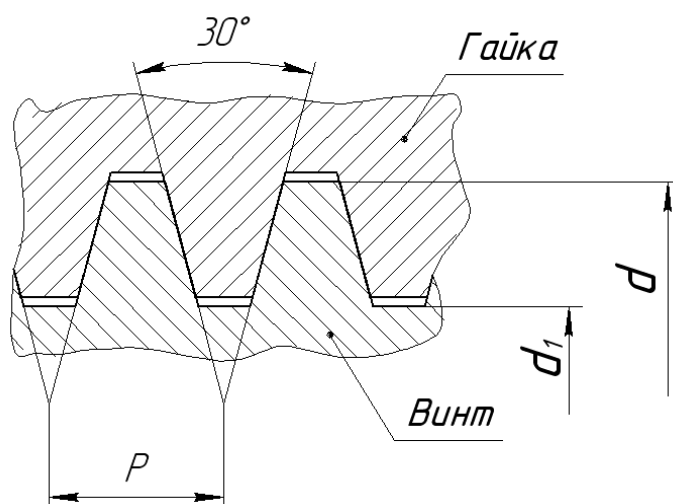


Рис 2.8

Если резьба левая, то в её обозначение добавляют буквы LH, например: *Tr36x3LH*; *Tr80x20(P10)LH* и т. п.

Основные параметры некоторых трапецеидальных резьб приведены в табл.2.8

Основные параметры трапецеидальной резьбы (ГОСТ 24738 – 81)

Номинальный диаметр резьбы d		Шаг резьбы		
Ряд1	Ряд2	P	P^*	P^{**}
8	--	--	1,5	2
--	9	1,5	2	--
10	--	1,5	2	--
--	11	3	2	--
12	--	2	3	--
--	14	2	2	--
16	--	2	4	--
--	18	2	4	--
20	--	2	4	--
--	22	3; 8	5	2
24	--	3; 8	5	2
--	26	3; 8	5	2
28	--	3; 8	5	2
--	30	3; 10	6	--
32	--	3; 10	6	--
--	34	3; 10	6	--
36	--	3; 10	6	--
--	38	3; 10	7	6

* Шаги, предпочтительные при разработке новых конструкций.

** Шаги, которые не рекомендуется применять при разработке новых конструкций.

2.2.2 Резьба упорная.

Упорная резьба применяется в конструкциях, где винт передаёт значительные усилия в одном направлении, например в тисках домкратах, прессах и т.п. Профилем этой резьбы служит трапеция с углами наклона её боковых сторон к перпендикуляру, проведённому к оси резьбы, равными 3° и 30° . Дно впадин такой резьбы закруглено, а вершины плоско срезаны (рис 1.18).

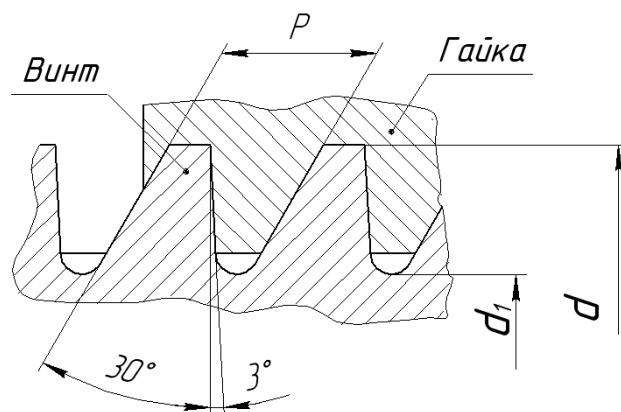


Рис 2.9

Основные параметры некоторых упорных резьб приведены в табл.2.9

Таблица 2.9

Основные параметры упорной резьбы (ГОСТ 10177 – 82)

Номинальный диаметр резьбы d		Шаг резьбы		
Ряд1	Ряд2	P	P *	P **
10	--	--	2	--
12	--	2	3	--
--	14	2	3	--
16	--	2	4	--
--	18	2	4	--
20	--	2	4	--
--	22	3; 8	5	2
24	--	3; 8	5	2
--	26	3; 8	5	2
28	--	3; 8	5	2
--	30	3; 10	6	--
32	--	3; 10	6	--
--	34	3; 10	6	--
36	--	3; 10	6	--
--	38	3; 10	7	6

* Шаги, предпочтительные при разработке новых конструкций.

** Шаги, которые не рекомендуется применять при разработке новых конструкций.

Упорная резьба обозначается буквой S , наружным диаметром и шагом, например: S60x8.

Производящей фигурой упорной усиленной резьбы (ГОСТ 13535 – 87) является неравнобокая трапеция с углами наклона боковых сторон к высоте 3° и 45° . Условное обозначение такой резьбы включает в себя букву S , угол 45° , наружный диаметр, ход, шаг и направление, например: S45° 200x24(P12)LH.

Обозначения трапецеидальных и упорных резьб относят к наружному диаметру и наносят на чертежах, как показано на рис.1.6.

2.3 Резьба круглая.

Круглая резьба применяется в основном в санитарно-технической, пожарной и гидравлической арматуре, а также в тонкостенных деталях.

Профиль, основные параметры и допуски (рис.2.10) определяет ГОСТ 13536 – 68 . Условное обозначение круглой резьбы состоит из букв Kp, номинального диаметра, шага и стандарта, например Kp12x2,54 ГОСТ 13536 – 68 .

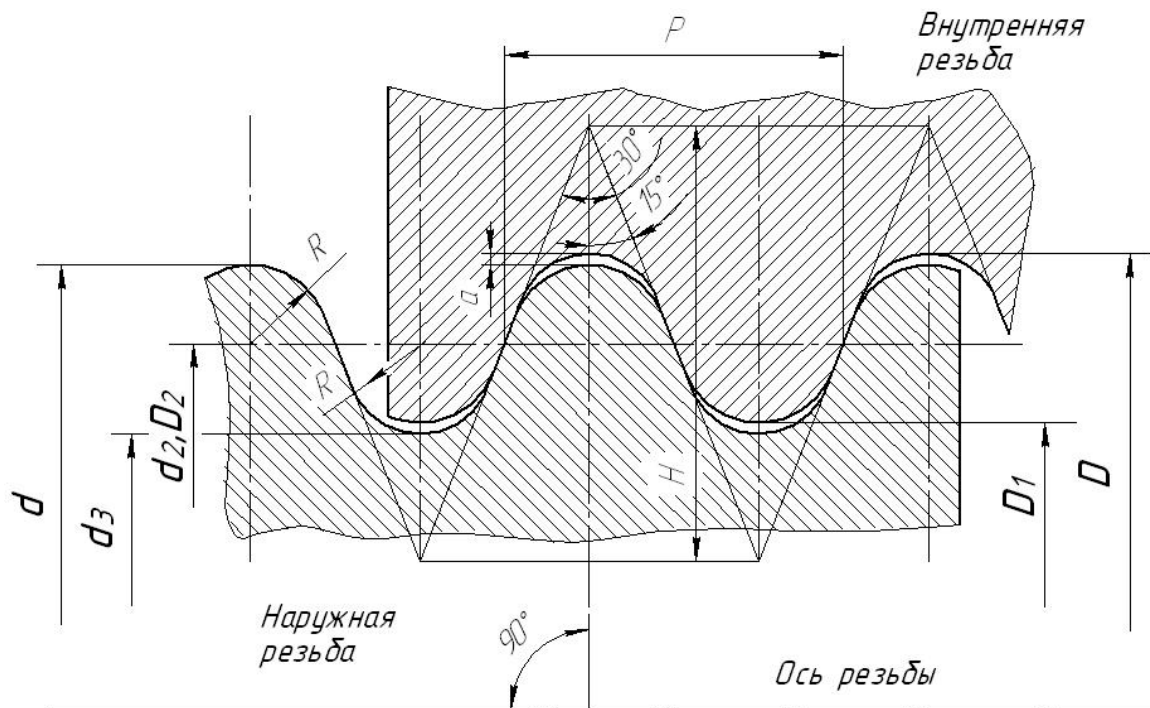


Рис. 2.10

Обозначения круглых резьб относят к наружному диаметру и наносят на чертежах, как показано на рис.1.6.

2.4 Нестандартные резьбы

К нестандартным резьбам относят резьбы, основные параметры которых не определены государственными стандартами. Примером такой резьбы служит ходовая резьба с прямоугольным или квадратным профилем. При изображении резьбы с нестандартным профилем обязательно показывают профиль резьбы с помощью местного разреза или выносного элемента, на котором наносят все размеры, необходимые для её изготовления (т. е. наружный и внутренний диаметры, шаг, размеры профиля). Дополнительные данные о числе заходов (для многозаходных резьб), о левом направлении резьбы и т. п. указывают с добавлением слова «резьба» (рис 2.11).

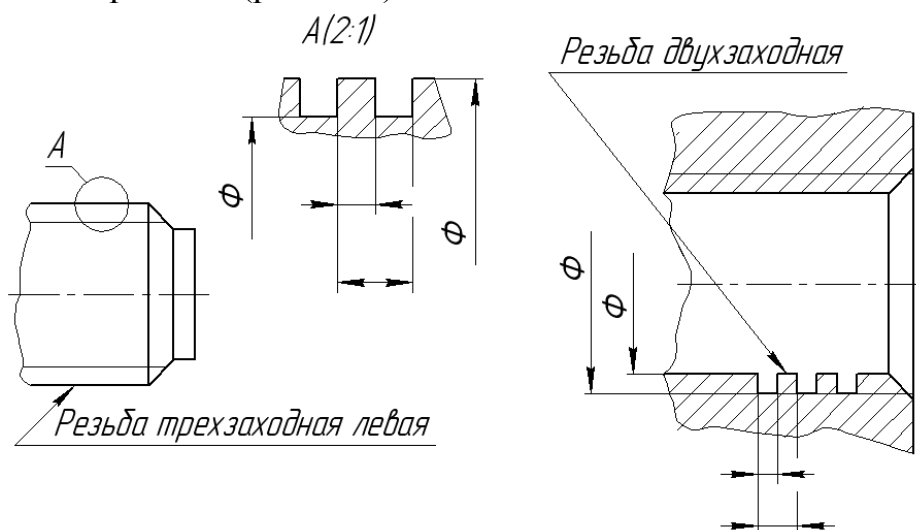


Рис. 2.11

2.5 Резьба специальная

Специальная резьба – это резьба со стандартным профилем, но с отличающимися от стандартных диаметром или шагом.

Перед условным обозначением такой резьбы пишут буквы «СП».

Например, специальную метрическую резьбу с диаметром 30мм и нестандартным для данного диаметра шагом 0,5мм следует обозначать: СП М30х0.5.

2.6 Измерение резьбы при выполнении эскизов деталей машин

Измерение резьбы заключается в определении её параметров: наружного диаметра, шага, угла профиля, направления, числа заходов и длины нарезки полного профиля. Направление и число заходов резьбы определяют осмотром, а остальные параметры измеряем с помощью измерительных инструментов.

Диаметр резьбы (наружный – на стержне или внутренний – в отверстии) измеряют с помощью штангенциркуля. Длину резьбы полного профиля определяют как разность между длиной всей резьбы, измеренной штангенциркулем или масштабной линейкой, и величиной сбega, определяемого по таблицам ГОСТ 10549 – 80 *.

Угол профиля и шаг резьбы измеряют специальными резьбовыми шаблонами, изготовленными из тонких стальных пластин. Набор таких пластин, заключённых в корпус, называют резьбомером.

Резьбомеры изготавливают двух типов: для метрических и дюймовых резьб. На корпусе резьбомера для метрических резьб выбито клеймо «М60°», а на корпусе резьбомера для дюймовых резьб «Д55°». Измерительная часть каждой из пластин резьбомера для метрических резьб имеет профиль, соответствующий профилю метрической резьбы с определённым (стандартным) шагом в мм, указанным на пластине, а для дюймовых резьб – профиль с углом при вершине 55° и определённым (стандартным) числом шагов на длине 25,4 мм.

Измерение шага резьбы с помощью резьбомера заключается в подборе такой его пластины, зубцы которой полностью совпадают с впадинами профиля измеряемой резьбы.

При отсутствии резьбомера шаг наружной резьбы можно определить с помощью масштабной линейки. Для этого к резьбе параллельно её оси прикладывают линейку и определяют расстояние, приходящееся на некоторое число шагов (5 – 10 шагов), а затем, разделив это расстояние на количество шагов, определяют приближённое значение шага резьбы в мм.

* Для резьб, заканчивающихся проточками, определяют длину резьбы вместе с проточкой.

Шаг внутренней резьбы можно определить с помощью оттиска, полученного на деревянном (или металлическом) стержне, обернутом бумагой. С этой целью резьбу предварительно натирают графитом карандаша, затем прикладывают к ней стержень, обернутый бумагой, и нажатием руки получают оттиск. Измерив на оттиске расстояние, приходящееся на некоторое количество шагов, определяют приближённое значение шага резьбы.

Полученные в результате измерений значения диаметров и шагов корректируют по таблицам резьб.

Примеры измерения резьбы.

Пример 1. Допустим, что наружный диаметр резьбы после измерения оказался равным 15,8мм. Далее, с помощью резьбомера для метрических резьб путём подбора пластин устанавливают, что зубцы одной из них (например, с шагом 1,5мм) полностью совпадают со впадинами профиля измеряемой резьбы, т.е. измеряемая резьба является метрической. По таблицам метрических резьб определяют, что ближайшей стандартной метрической резьбой является резьба с наружным диаметром 16мм, для которой шаг 1,5мм является мелким. Отсюда следует, что измеряемая резьба – метрическая с мелким шагом, следует обозначать: М16х1,5. Если измеряемая резьба не является метрической, то ни одна из пластин резьбомера «М60°» к ней не подойдёт из-за несоответствия профиля и шага. В этом случае для определения резьбы применяют резьбомер с клеймом «Д55°».

Пример 2. Допустим, что наружный диаметр измеряемой резьбы равен 41,7мм и резьба не является метрической. Из резьбомера «Д55°» подбирают пластину, профиль которой полностью совпадает с профилем резьбы (например, пластина, на которой указано 11Н, т.е. 11 шагов на 25,4мм). В таблице трубных цилиндрических резьб находят резьбу с диаметром 41,91мм и числом шагов на длине 25,4мм, равным 11, которую применяют на трубах с диаметром отверстия 1 1/4". Следовательно, измеряемая резьба – трубная цилиндрическая, которую следует обозначить G1 1/4. Измерение параметров резьбы, нарезанной в отверстии менее удобно, чем на стержне. Поэтому при наличии деталей образующих резьбовое соединение, параметры резьбы целесообразно определять на детали, которая ввинчивается в данное отверстие и, следовательно, имеет ту же резьбу.

Пример 3. Измерение конической резьбы заключается в определении её диаметра (наружного или внутреннего) в основной плоскости и шага (числа шагов на длине 25,4мм). Так как основная плоскость большинства конических резьб совпадает с торцом отверстия* (см. рис.2.5) диаметр резьбы (внутренний) целесообразно измерять в отверстии. Шаг резьбы, ввиду малой конусности отверстия (1:16), можно приближённо измерить параллельно образующей конуса одним из вышеуказанных способов.

* Исключение составляет резьба метрическая коническая, у которой основная плоскость смещена в глубину отверстия (см. рис. 2.7).

Полученные таким образом значения параметров сопоставляют с табличными и определяют тип резьбы. Допустим, что после измерения конической резьбы, нарезанной в отверстии, были получены следующие значения её параметров: внутренний диаметр в основной плоскости $d_1=14,8\text{мм}$ и шаг $P=1,5\text{мм}$. Ближайшие значения дюймовой резьбы в таблице с $d_1=14,797\text{мм}$ при $P=1,411\text{мм}$ соответствуют резьбе $K^{3/8}$. Следовательно, измеряемая резьба – коническая дюймовая, которую следует обозначить: $K^{3/8}$ ГОСТ 6111 – 52 .

Глава 3. Крепёжные изделия.

Крепёжные изделия служат для соединения нескольких деталей друг с другом. К таким изделием относят болты, винты, гайки, шпильки, шайбы и др. Большинство крепёжных изделий, ввиду их широкого распространения в технике, стандартизованы.

3.1 Болты.

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, а на другом нарезана (или накатана) резьба для гайки. Формы головок болтов бывают различными: шестигранные, квадратные, полукруглые (сферические) и др., а применяемая резьба – метрическая с крупным или мелким шагом.

Наибольшее распространение в машиностроении получили болты с шестигранной головкой (рис 3.1).

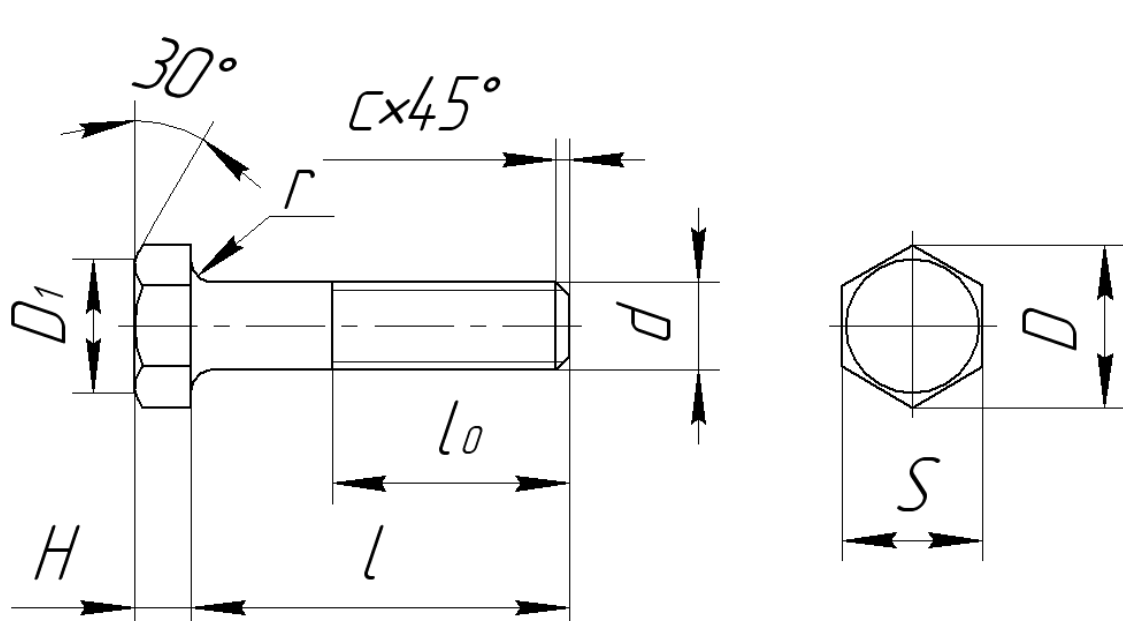


Рис.3.1

Болты с шестигранной головкой нормальной точности могут быть трёх исполнений: соответственно без отверстия в головке и стержне (исполнение1), с отверстием в стержне для стопорения шплинтом (исполнение2), с двумя отверстиями в головке для стопорения группы болтов с помощью проволоки (исполнение3).

Конструктивные формы и размеры элементов болтов установлены соответствующими государственными стандартами.

Стандартные болты изготавливают диаметром 6...48 мм и длиной 14...300 мм.

Примечание:

1).Для практических построений головки болта диаметр описанной окружности D , соответствующий заданному размеру под ключ S , можно вычислить по формуле: $D=1,15S$.

2).Максимальная ширина фаски на стержне болта $C=2P$.

Ниже в таблице 3.1 выборочно приведены основные размеры болтов по ГОСТ 7798 – 70.

Таблица 3.1

Основные размеры болтов с шестигранной головкой, мм (ГОСТ 7798 -70)

Номинальный диаметр резьбы d	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24
Шаг резьбы P	крупный	1,5	1,75	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
Размер под ключ S	17	19	22	24	27	30	32	36
Высота головки H	6,4	7,5	8,8	10,0	12,0	12,5	14,0	15,0
Диаметр описанной окружности D, не менее	18,7	20,9	24,0	26,2	29,6	33,0	35,0	39,6
Длина резьбы l_0	26	30	34	38	42	46	50	54
D_1 , около	0,95 S							
Радиус под головкой болта	0,4÷ 1,1	0,6 ÷ 1,6				0,8 ÷ 2,2		

При выполнении рабочего чертежа или эскиза болта, например 1 – го исполнения, главный вид должен располагаться так, чтобы ось болта была параллельна основной надписи чертежа.

Вычерчивание головки болта (рис 3. 2) производят в следующем порядке:

1) вычерчивают проекции правильной шестигранной призмы (головки болта) без фаски;

2) по формуле $D_1=0,95S$ определяют величину D_1 , затем проводят на профильной проекции окружность диаметром D_1 , а на фронтальной проекции находят точки 1' и 2';

3) через точки 1' и 2' проводят под углом в 30° прямые (образующие конуса) до пересечения с рёбрами призмы в точках 5' и 8'. При этом точки 6' и 7' (точки пересечения других рёбер с поверхностью конуса) будут находиться на линии, соединяющей точки 5' и 8'. Полученные точки 5', 6', 7', 8' являются точками пересечения гипербол, образующихся при пересечении конической поверхности фанки с гранями головки болта;

4) для нахождения вершин гипербол на профильной проекции проводят вспомогательную окружность, касательную к сторонам шестиугольника и отмечают на не точки 9'', 10'', 11'' – профильные проекции вершин гипербол. Фронтальные проекции вершин гипербол будут находиться на фронтальной проекции этой окружности, которая на данную плоскость спроецируется в прямую линию, параллельную 1', 2'. Построив фронтальную проекцию этой определяют на ней положение точек 9', 10' и 11' – фронтальные проекций вершин гипербол;

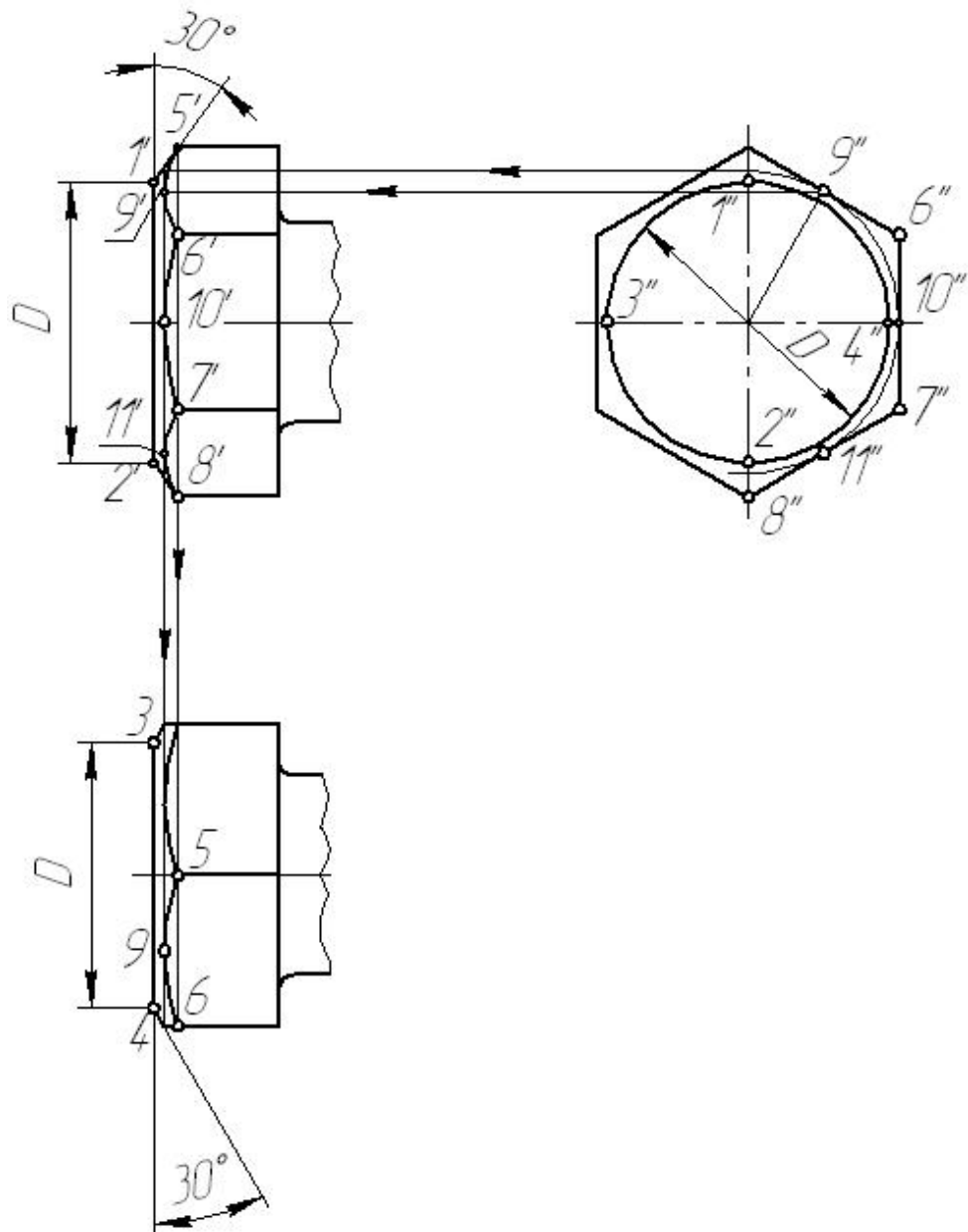


Рис.3.2

5) лекальные кривые – гиперболы условно заменяют дугами окружностей, проведёнными через три точки. При этом центры дуг окружностей располагают на пересечении перпендикуляров, проведённых через середины отрезков, соединяющих эти точки (рис.3.3).

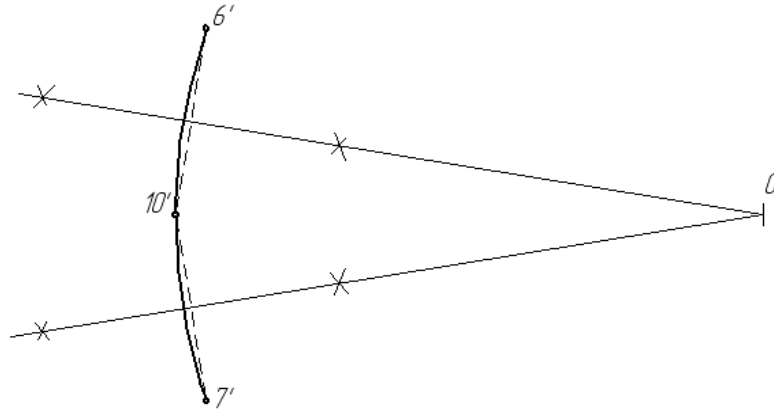


Рис. 3.3

Для построения горизонтальной проекции головки болта находят точки 3 и 4 (см. рис.3.2), от которых проводят под углом 30° прямые линии (образующие конуса), а затем, определив с помощью линий связи точки 5, 6 и 9, проводят через них дугу окружности, радиус и центр которой определяют вышеописанным способом (см. рис.3.3).

Форму, размеры и другие характеристики крепёжных изделий (материал, характер покрытия, класс прочности и т.д.) определяет ГОСТ 1759 – 70 .

Структура условного обозначения крепёжных деталей следующая:

- 1 – наименование изделий (болт, винт и т. д.);
- 2 – исполнение (исполнение 1 не указывают);
- 3 – обозначение резьбы и её диаметр;
- 4 – шаг резьбы (крупный шаг не указывают);
- 5 – обозначения поля допуска резьбы;
- 6 – длина изделия;
- 7 – класс прочности или группа;
- 8 – марка материала или сплава;
- 9 – обозначение вида покрытия;
- 10 – толщина покрытия (в мкм);
- 11 – номер стандарта.

Например, обозначение болта исполнения 2 с метрической резьбой диаметром 20мм, мелким шагом 1,5мм, полем допуска резьбы 6g, длиной 70мм, класса прочности 109, из стали 40X, с цинковым хромированным покрытием 01 и толщиной покрытия 6 мкм запишем следующим образом:

Болт 2М20х1,5 – 6gх70.109.40X.01.6 ГОСТ 7798 -70 .

На учебных чертежах, как правило, параметры 5,7,8,9,10 не включают в условное обозначение изделия, так как обоснованный их выбор без специальных знаний невозможен.

3.2 Шпильки.

Шпилькой называют цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется резьба для ввинчивания в одну из соединяемых деталей, а на другом – резьба для навинчивания гайки. При выполнении рабочих чертежей (эскизов) шпилек резьбу следует изображать со сбегом. Это вызвано тем, что в размер длины резьбы ввинчиваемого конца шпильки l_1 (с меньшей длиной резьбовой части) входит сбеги резьбы. Резьба гаечного конца шпильки l_0 изображается также со сбегом, однако в размер её длины сбеги не входят (рис.3.4).

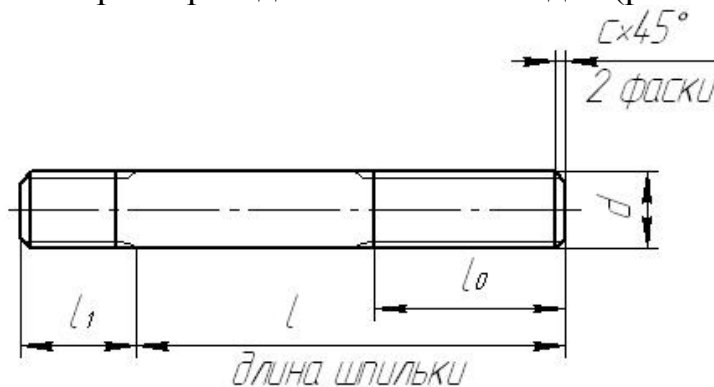


Рис. 3.4

Длина конца шпильки l_1 зависит от материала детали, в которую она ввинчивается (табл.3.2), т.е. для более мягких металлов l_1 должна быть больше, чем для более прочных.

Длина резьбового конца l_0 , предназначенного для гайки примерно следующая: $l_0=2d+6$ при $l<150$ мм и $l_0=2d+12$ при $l>160$ мм, где l – длина стержня шпильки без длины ввинчиваемого конца l_1 .

Стандартные шпильки изготавливают в двух вариантах: исполнение 1 – с нарезанной резьбой и исполнение 2 – с накатанной резьбой. Также различают шпильки общего применения и двухсторонние фланцевые и двух классов точности: А – повышенной и В – нормальной.

Таблица 3.2

Определение длины ввинчиваемого конца шпильки

Длина ввинчиваемого конца l_1	ГОСТ		Материал, в который ввинчиваются шпильки
	Шпильки нормальной точности В	Шпильки повышенной точности А	
d	22032-76	22033-76	Сталь, бронза, латунь и т.п.
$1,25d$	22034-76	22035-76	Ковкий и серый чугун (допускается сталь, бронза)
$1,6d$	22036-76	22037-76	Ковкий и серый чугун (допускается сталь, бронза)
$2d$	22038-76	22039-76	Легкие сплавы (допускается сталь)
$2,5d$	22040-76	22041-76	Легкие сплавы (допускается сталь)
$l_1 = l_0$	22042-76	22043-76	Без ограничения

Конструкция и размеры шпилек общего применения приведены в ГОСТ 22032 – 76 ГОСТ 22043 – 76 классов точности А и В с диаметром резьбы 2...48 мм и длиной 10...300 мм, шпилек двухсторонних для фланцевых соединений – в ГОСТ 9066 – 76 .

Основные размеры некоторых типоразмеров шпилек приведены в табл.3.3.

Таблица 3.3

Основные размеры шпилек нормальной точности в мм.

<i>d</i>	Шаг P		<i>l₁=d</i> (ГОСТ 22032-76)	<i>l₁=1,25d</i> (ГОСТ 22034-76)	<i>l₁=1,6d</i> (ГОСТ 22036-76)	<i>l₁=2d</i> (ГОСТ 22038-76)	<i>l₁=2,5d</i> (ГОСТ 22040-76)	<i>l₀</i>
	Крупный	Мелкий						
10	1,5	1,25	10	12	16	20	25	26
12	1,75	1,25	12	15	20	24	30	30
16	2	1,5	16	20	25	32	40	38
20	2,5	1,5	20	25	32	40	50	46
24	3	2	24	30	38	48	60	54
30	3,5	2	30	38	48	60	75	66
36	4	3	36	45	56	72	88	78

Шпильки общего применения служат для соединения двух или нескольких деталей.

Условное обозначение шпилек выполняется по общей схеме для всех крепёжных деталей, например: М16х1,5 – 6гх120.109.40Х.029 ГОСТ 22035 – 76 – это шпилька повышенной точности, первого исполнения, с метрической резьбой диаметром 16мм и мелким шагом равным 1,5мм , поле допуска резьбы 6g, длина шпильки 120мм, класс прочности 10.9, из стали марки 40Х, с покрытием по группе 02 толщиной 9мкм.

3.3. Гайки.

Гайка представляет собой изделие с резьбовым отверстием для навинчивания на болт, винт, шпильку или другую любую деталь, имеющую аналогичную резьбу.

Гайки различают по форме, характеру и точности исполнения, а также шагу резьбы.

Стандартные гайки общего назначения по своей форме подразделяются на шестигранные, квадратные, круглые и гайки – барашки и др. Выбор типа гайки определяется назначением и условиями работы соединения. Наибольшее распространение в технике получили шестигранные гайки нормальной высоты исполнения 1 – с двумя фасками и исполнения 2 – с одной фаской (рис.3.5). Они изготавливаются трёх степеней точности: повышенной, нормальной и грубой.

Вычерчивание фасок на изображениях шестигранных гаек производят в том же порядке, что и для головок болтов (см. рис.3.2).

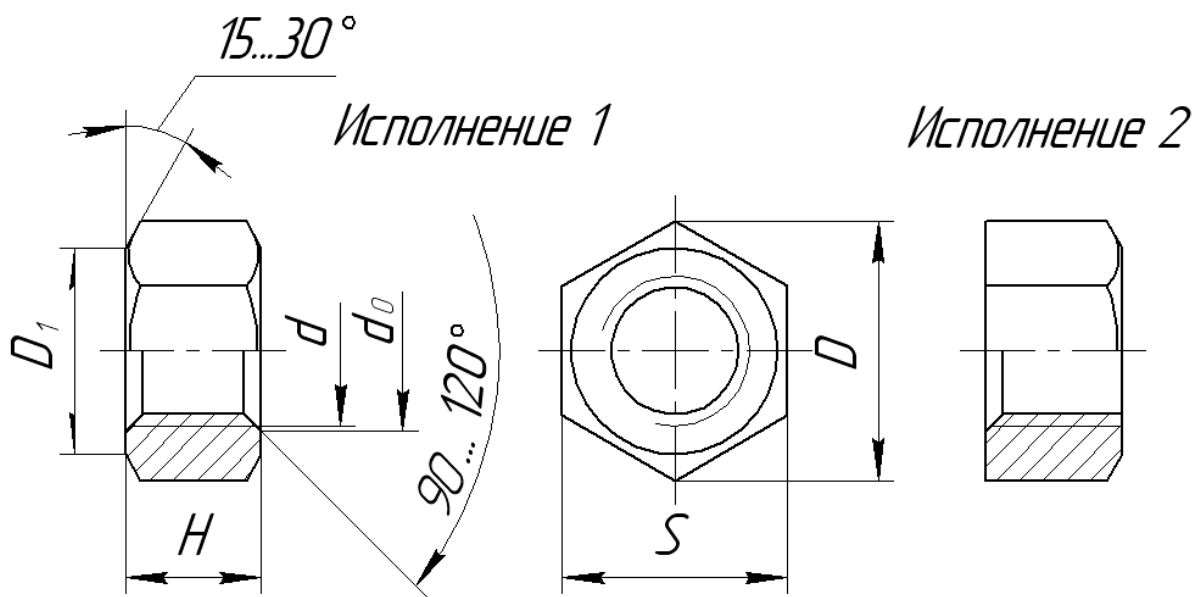


Рис 3.5

Размеры гаек установлены соответствующими стандартами. Ниже в табл.3.4 даны выборочно размеры гаек по ГОСТ 5915 – 70 .

Таблица 3.4

Основные размеры шестигранных гаек нормальной высоты, мм

Наименование размера	Номинальный диаметр резьбы d											
	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30
Шаг резьбы: Крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
Мелкий	--	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер «под ключ» (номинальный) S	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46
Диаметр описанной окружности D, не менее	10,9	14,2	18,7	20,9	24,3	26,5	29,9	33,3	35	39,6	45,2	51
Высота (номинальная) H	5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24

Примечание. Размеры гаек заключены в скобки, применять не рекомендуется.

Условное обозначения гаек выполняется по стандартной схеме для всех крепёжных деталей, например:

1. Гайка 2М16х1,25.6Н.109.35Х.016 ГОСТ 5915 – 70 – это гайка шестигранная (нормальной точности), исполнения 2 (с одной фаской), диаметр резьбы равен 16мм, с мелким шагом равным 1,25мм, поле

2. Гайка М12 – 6Н.5 ГОСТ 5915 – 70 – это гайка шестигранная (нормальной точности), исполнения 1, диаметр резьбы равен 12мм, с крупным шагом, поле допуска 6Н, класс прочности 5, без покрытия.

Примечание: в обозначениях болтов, шпилек и гаек не указывают исполнение 1, крупный шаг, поле допуска резьбы и группу покрытия 00 (без покрытия).

3.4. Шайбы.

Шайбой называют изделие, представляющее собой цельную или разрезанную пластину с круглым отверстием, которое подкладывают под гайку или головку болта (винта) для предохранения поверхности детали от смятия и задиrow, для равномерного распределения усилия на соединяемые детали, а также для предотвращения самоотвинчивания крепёжных деталей.

Стандартные шайбы по величине делятся на три вида: нормальные, увеличенные и уменьшенные. По назначению и форме шайбы делятся на следующие типы: обычные (круглые), пружинные, стопорные и косые.

Круглые шайбы бывают двух исполнений: исполнения 1 – без фаски (рис.3.6а) и исполнения 2 – с конической фаской (рис.3.6 б).

Диаметр отверстия в шайбе должен быть немного больше диаметра стержня крепёжной детали, но в условном обозначении шайбы указывается диаметр крепёжной детали (болта, шпильки и т. д.).

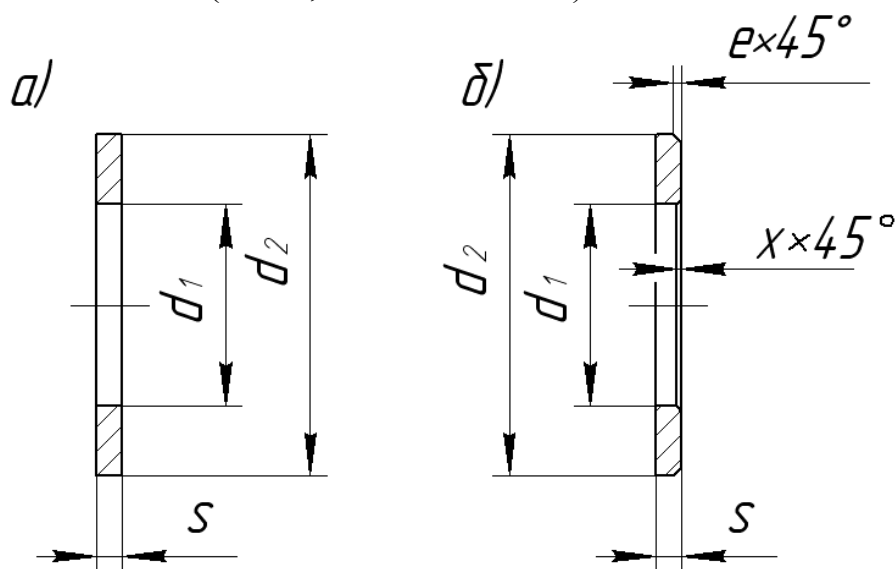


Рис. 3.6

В табл. 3.5 приведены основные размеры некоторых обычных (круглых) шайб.

Таблица 3.5

Основные размеры обычных шайб, мм (ГОСТ 11371 – 78)

Диаметр резьбы d крепежной детали	D_1	d_2	S	e
5	5,3	10	1	0,25...0,50
8	8,4	17	1,6	0,40...0,80
10	10,5	21	2	0,50...1,00
12	13	24	2,5	0,60...1,25
14	15	28	2,5	0,60...1,25
18	19	34	3	0,75...1,50
20	21	37	3	0,75...1,50
22	23	39	3	0,75...1,50
24	25	44	4	1,00...2,00
30	31	56	4	1,00...2,00
36	37	66	5	1,25...2,50
42	43	78	7	1,75...3,5

В условном обозначении шайбы указывают: наименование изделия, вид исполнения, диаметр крепежной детали, обозначение материала, обозначение покрытия, толщину покрытия, номер стандарта, например:

1. Шайба 2.12.01.019 ГОСТ 11371 – 78 – это шайба обычная, исполнения 2, для крепежной детали диаметром равным 12мм, материал группы 01, покрытие 01 толщиной 9 мкм;

2. Шайба 12Т.3Х13. 096 ГОСТ 6402 – 70 – это шайба пружинная, диаметр крепежной детали равен 12мм, тип исполнения – тяжёлая, материал 3Х13, покрытие 09 толщиной 6мкм.

Глава 4. Резьбовые соединения.

Резьбовые соединения, будучи простыми по конструкции и надёжными в эксплуатации, получили широкое распространение в технике.

Под резьбовым соединением понимают разъёмное соединение, выполняемое с помощью резьбовых крепежных деталей – винтов, болтов, шпилек, гаек или резьбы, нанесённой непосредственно на соединяемые детали.

В зависимости от характера работы соединяемых деталей резьбовые соединения разделяют на неподвижные и подвижные.

В неподвижных соединениях, выполняемых, как правило, с помощью крепежных резьб, соединяемые детали в процессе работы остаются неподвижными одна относительно другой. К ним относятся болтовое, шпилечное, трубное и другие соединения.

В подвижных резьбовых соединениях, выполняемых в основном с помощью ходовых резьб, соединяемые детали в процессе их работы перемещаются одна относительно другой. К подвижным относятся соединения винт – гайка в тисках и домкратах, винт – суппорт в токарных станках, шпиндель – крышка в кранах и вентилях и др..

Различают конструктивное, упрощённое (на сборочных чертежах и чертежах общего вида) и условное изображения крепёжных деталей и их соединений.

4.1 Болтовое соединение.

Болтовое соединение состоит из болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей (рис 4.1).

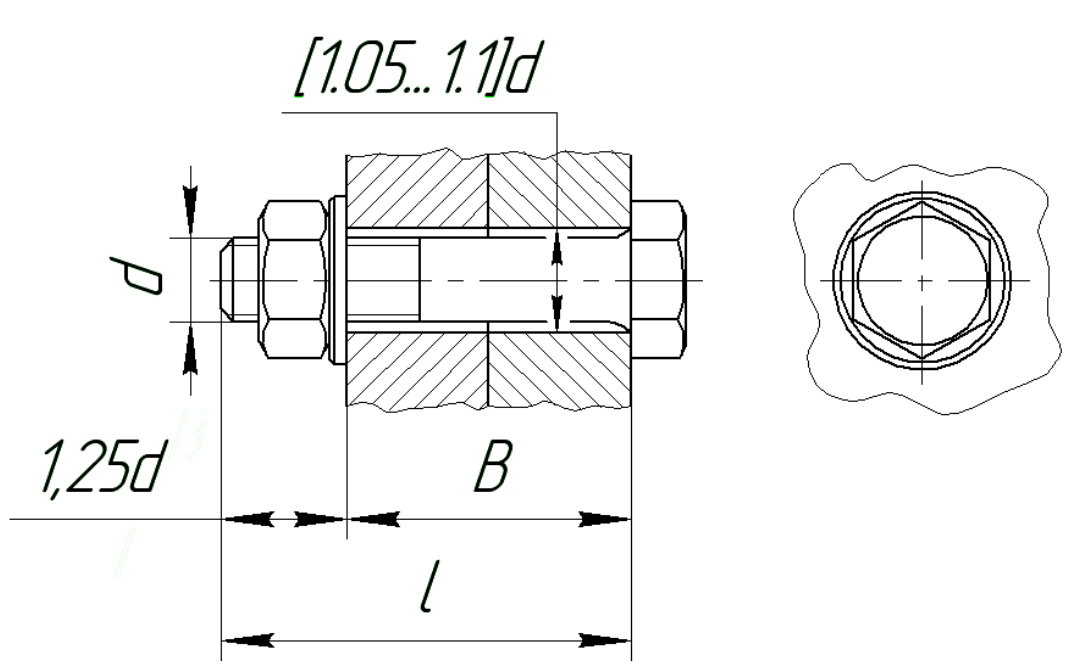


Рис. 4.1

Болтовое соединение осуществляется следующим образом: в отверстия соединяемых деталей (диаметр отверстий приблизительно равен $(1,05...1,10)d$, где d – диаметр резьбы болта) вставляют болт, надевают на него шайбу и навинчивают гайку.

Длину болта (l) выбирают из соотношения:

$$l = B + 1,25d,$$

где B – толщина соединяемых деталей;

d – диаметр резьбы болта (см. рис.4.1).

На чертеже болтового соединения (рис.4.1) выполняют не менее двух изображений: на плоскости проекций параллельной оси болта и на плоскости проекций перпендикулярной к его оси (со стороны гайки). При изображении болтового соединения в разрезе стандартные детали (болт, гайку, шайбу) показывают неразрезанными. Головку болта и гайки на главном виде принято изображать тремя гранями. Штриховка смежных деталей выполняется под углом 45° к горизонтальным линиям чертежа в разные стороны, при этом для

каждой детали на всех изображениях сохраняют одинаковые направление и частоту штриховки.

На чертеже болтового соединения указывают три размера: диаметр резьбы, длину болта и диаметр отверстия под болт в соединяемых деталях.

При упрощённом изображении болтового соединения размеры элементов крепёжных деталей определяют по условным соотношениям в зависимости от диаметра резьбы болта (рис.4.2).

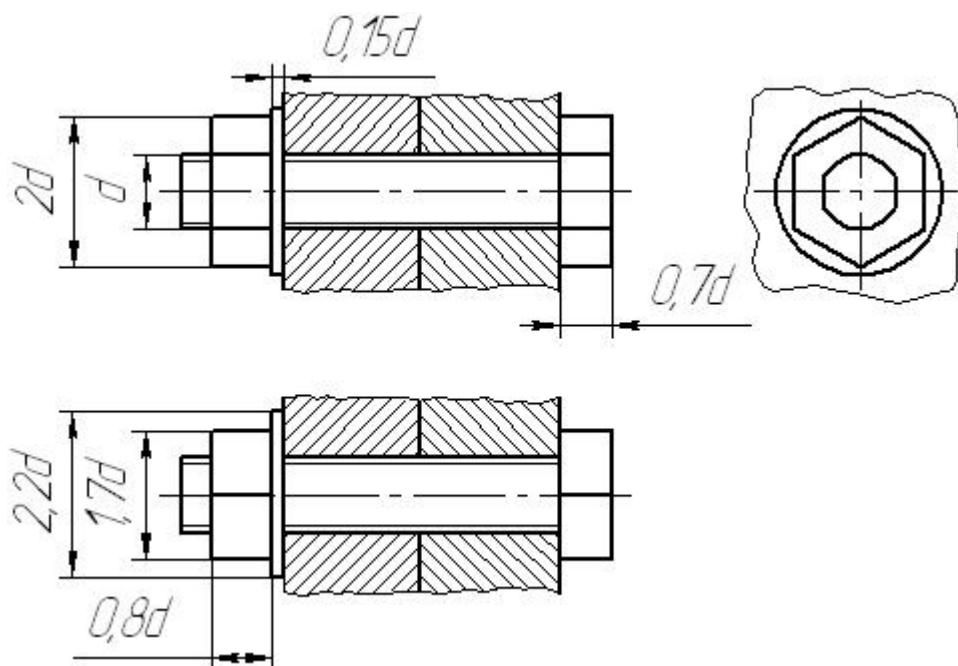


Рис.4.2

Резьбу в этом случае условно показывают по всей длине стержня болта, а фаски на крепёжных деталях и зазор между отверстием и стержнем болта не изображают.

В тех случаях, когда номинальный диаметр резьбы равен или меньше 2мм, ГОСТ 2.315 – 68 допускает условное изображение болтового соединения.

4.2. Шпильчное соединение.

Шпильчное соединение состоит из шпильки, гайки, шайбы и соединяемых деталей (рис.4.3) и применяется, когда одна из этих деталей имеет значительную толщину, т. е. когда нецелесообразно сверлить сквозное отверстие для болта большой длины.

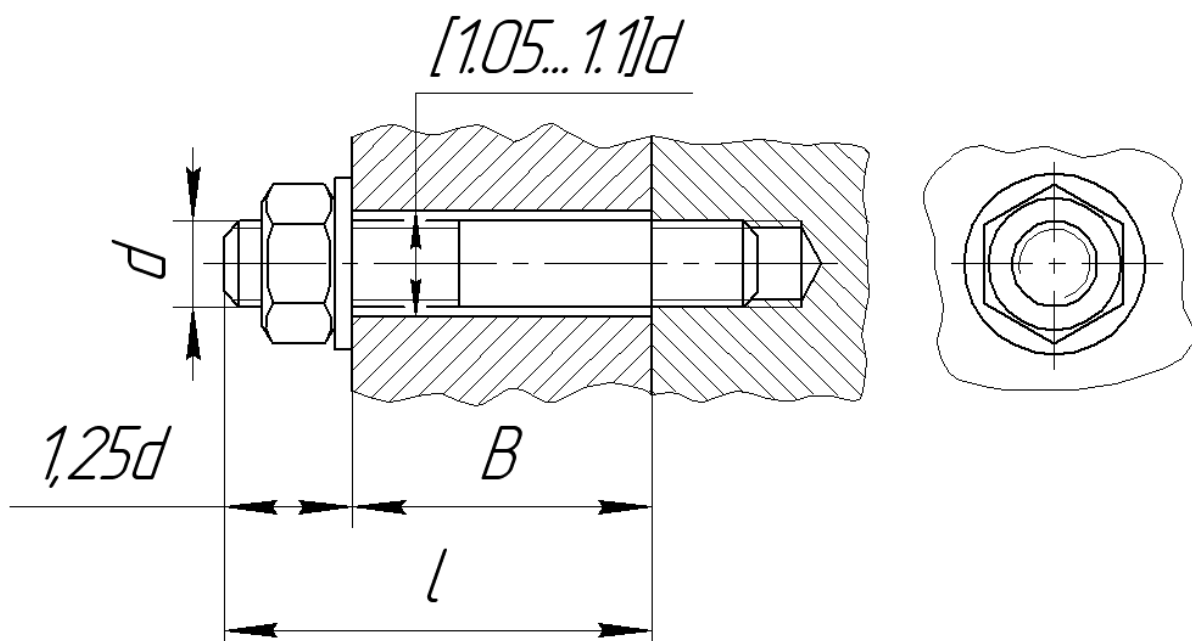


Рис.4.3.

Для осуществления соединения в одной из соединяемых деталей сверлят отверстие (рис. 4.4 а) и нарезают резьбу (рис.4.4 б).

Размеры резьбового отверстия назначают в зависимости от диаметра, шага и длины резьбы ввинчиваемого конца шпильки с учётом запаса резьбы и её недореза (табл. 4.1). Запас резьбы обеспечивает ввинчивание шпильки в резьбовое отверстие на всю длину резьбы ввинчиваемого конца (см. рис.4.4.в).

Размеры сбегов резьбы, недорезов, форму и размеры проточек для выхода резьбообразующего инструмента крепежных изделий с метрической резьбой определяет ГОСТ 27148 – 86.

Таблица 4.1

Параметры резьбового отверстия, мм

Шаг резьбы P	Запас резьбы <i>h</i>	Недорез резьбы «а» не более	Диаметр отверстия под нарезание резьбы D_1	Размер фаски C,
0,5	1	3,5	d-0,5	0,5
0,75	1,5	4	d-0,75	1,0
1,0	2	5	d-1,0	
1,25	2,5	5	d-1,25	1,6
1,5	3	6	d-1,5	
1,75	3,5	7	d-1,75	
2,0	4	8	d-2,0	2,0
2,5	5	10	d-2,6	2,5
3,0	6	15	d-3,1	

Во второй скрепляемой детали выполняют сквозное отверстие диаметром, приблизительно равным $(1,05...1,10)d$ – диаметр резьбы шпильки (см рис 4.3). Один конец шпильки (короткий) – ввинчивают в резьбовое отверстие до отказа, на другой её конец свободно надевают присоединяемые детали и шайбу, а затем навинчивают гайку.

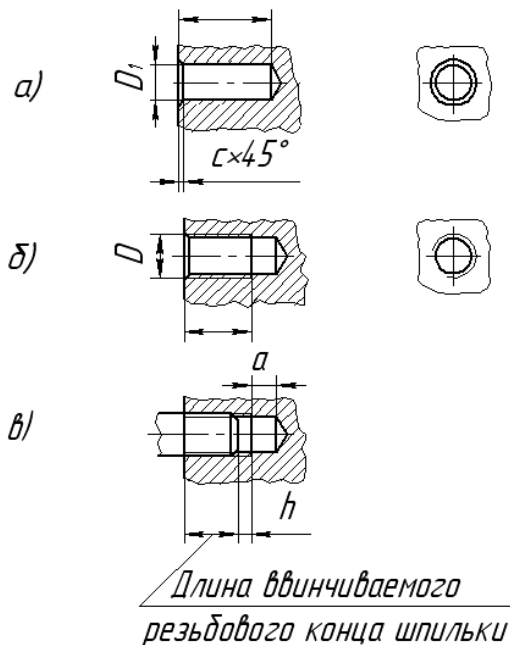


Рис. 4.4

Длину шпильки определяют из соотношения:

$$l=B+1,25d,$$

где B – толщина присоединяемой детали,

d – диаметр резьбы шпильки (см рис 4.3).

Расчётную длину шпильки округляют до ближайшего стандартного значения.

Шпилечные соединения на чертежах изображают по действительным (табличным) размерам (см рис.4.3) или упрощённо.

На чертеже шпилечного соединения (рис.4.3) линия раздела соединяемых деталей должна совпадать с границей резьбы ввинчиваемого конца шпильки. Нарезать резьбу до конца гнезда технологически невозможно, но на сборочных чертежах допускается изображать её на всей его глубине. Штриховку в разрезе доводят до основной линии резьбы на шпильке и в гнезде. На чертеже шпилечного соединения указывают три размера: диаметр резьбы, длину шпильки и диаметр отверстия в присоединяемой детали.

На упрощённом изображении шпилечного соединения (рис.4.5) резьбу условно показывают на всей длине шпильки. При этом на крепёжных деталях конец резьбового отверстия, включая запас и недорез резьбы, фаски, а также зазор между отверстием присоединяемой детали и шпилькой, не изображают.

Размеры элементов гайки и шайбы вычерчивают согласно рис 4.2.

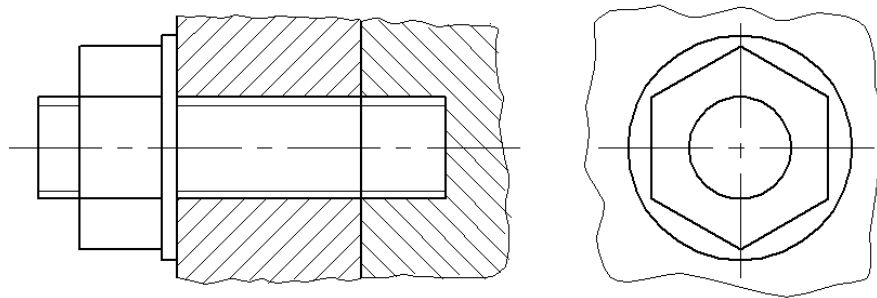


Рис. 4.5

Если номинальный диаметр резьбы равен или меньше 2 мм , допускается условное изображение шпилечного соединения.

Глава 5. Методические указания к выполнению работ по теме «Резьбы и резьбовые соединения».

По данной теме студентам необходимо выполнить следующие работы:

- 1) съёмка болта и шпильки;
- 2) соединение болтовое и шпилечное.

Эскизы болта и шпильки выполняют на клетчатой бумаге формата А4. Измерение параметров резьбы следует производить согласно рекомендациям, приведённым в п.п.2.6, а нанесение размеров в соответствии с рис. 3.1 и 3.4.

Основные сведения по вычерчиванию болтового и шпилечного соединений изложены в п.п. 4.1 и 4.2. Соединения резьбовые изображают на чертёжной бумаге формата А3: болтовое – в масштабе 2:1, шпилечное в масштабе 1:1.

Построение головок болтов по действительным размерам показано на рис.3.2. Размеры гаек и шайб приведены в таблицах 3.4 и 3.5. При изображении болтового соединения рекомендуется использовать гайку исполнения 1, а шайбу – исполнения 2; в шпилечном соединении применять гайку исполнения 2, а шайбу – исполнения 1.

Размеры резьбового отверстия под шпильку определяют по табл.4.1 и наносят на чертеже, как показано на рис. 4.4 б.

На изображениях болтового и шпилечного соединений следует нанести размеры длины болта и шпильки, а также обозначения резьбы.

Надписи на чертеже «Соединение болтовое» и «Соединение шпилечное» шрифтом 5, размерные числа и обозначения резьб шрифтом 3,5.

Список литературы.

1. Резьбы. Издание официальное. М. 2002.
2. Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Инженерная графика –М.; Академия, 2003.
3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение – М.: Высшая школа, 2000.
4. Попов Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник – Л.; Машиностроение, 1986.
5. Самилкин В.Д., Симонов И.В. Резьбы и резьбовые соединения; Методические указания – М.; МАМИ, 1987.

Учебное издание

Швец Александр Яковлевич
Калинин Алексей Юрьевич
Яковук Олег Анатольевич

РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

*Под редакцией Фазлулина Э.М.
Оригинал-макет подготовлен редакционно-издательским отделом
МГТУ «МАМИ»*

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы на 2011 г., доп.

Подписано в печать Формат 60x90 1/16. Бумага 80г/м²
Гарнитура «Таймс». Ризография. Усл. печ. л. 2,4.
Тираж 200 экз. Заказ №

МГТУ «МАМИ»
107023, г. Москва, Б. Семёновская ул., 38.