

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет среднего профессионального образования

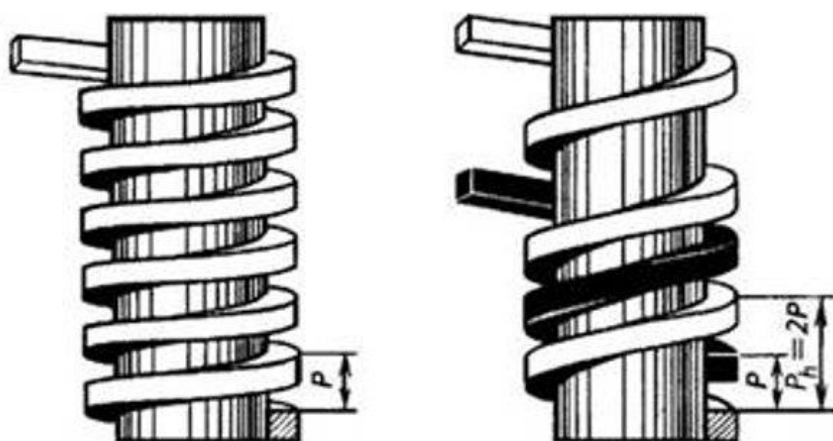
Кожухова Н.Ю.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

ТЕМА «РЕЗЬБА И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для практической и самостоятельной работы обучающихся
по специальностям среднего профессионального образования



БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ, 2018

УДК 744:621.882.082 (076)
ББК 30.11:34.441
К 58

Кожухова, Н. Ю. **Инженерная графика. Резьба и резьбовые соединения:** методические указания для практической и самостоятельной работы обучающихся по специальностям среднего профессионального образования / Н. Ю. Кожухова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 48 с.

В методических указаниях изложен теоретический материал и методические указания по выполнению самостоятельной работы по теме «Резьба и резьбовые соединения».

Пособие предназначено для студентов средних профессиональных учебных заведений, обучающихся по специальностям 20.02.04 Пожарная безопасность, 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта, 35.02.06 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Михальченков А.М.

Методические указания рекомендованы ЦМК общепрофессиональных дисциплин факультета среднего профессионального образования, протокол №4 от 1 февраля 2018 года

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2018
© Н.Ю. Кожухова, 2018

Оглавление

	Введение	4
1	Назначение, изображение и обозначение резьб	5
1.1	Винтовые линии	6
1.2	Образование резьбы	7
1.3	Элементы резьбы	9
1.4	Условное изображение резьбы на чертежах	16
2	Виды и типы резьб	20
2.1	Классификация резьб. Их основные параметры и признаки	20
2.2	Профиль резьбы	22
3	Резьбовые соединения	26
3.1	Изображение резьбового соединения	27
3.2	Болты	28
3.3	Гайки	31
3.4	Шайбы	36
3.5	Шпилька	37
3.6	Гнездо под шпильку	40
4	Задание	42
4.1	Содержание задания	42
	Библиографический список	47

Введение

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

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

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

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

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

1. Назначение, изображение и обозначение резьб

Машины, аппараты, приборы сельскохозяйственного производства состоят из деталей, которые тем или иным способом соединены между собой. Соединение деталей машин и приборов в изделиях могут быть разъемными, позволяющими выполнять их многократную сборку и разборку, и неразъемными, разборку которых можно произвести только с частичным разрушением некоторых деталей, входящих в соединение. Разъемные соединения делят на подвижные и неподвижные. У подвижных разъемных соединений одна деталь может перемещаться относительно другой. Подвижные соединения бывают: винтовые (ходовые), шпоночные, зубчатые (шлицевые).

Разъемные соединения получили широкое применение там, где необходима периодическая замена одной детали на другую в связи с регламентным обслуживанием или ремонтом механизма, смены какого-либо рабочего элемента машины (приспособление, инструмент), для постоянной или временной фиксации детали, периодическим взаимодействием деталей механизмов друг на друга в процессе их работы и т.д. Такие соединения образуются при помощи крепежных резьбовых элементов (болты, резьбовые шпильки, различные гайки, винты), ходовых винтов (червячных, шнековых), шлицов (зубьев) сопрягаемых деталей, шпонок, штифтов, шплинтов, клиньев, а также комбинацией нескольких таких элементов. Возможно разъемное соединение способом сочленения специальных выступов на скрепляемых деталях.

К крепежным деталям с резьбой относятся: болты, шпильки, гайки, винты, шурупы, арматуры трубопроводов (фитинги), а такие детали без резьбы - шайбы и шплинты, как необходимые элементы резьбового соединения.

Достоинства резьбовых соединений:

высокая нагрузочная способность и надёжность;

наличие большой номенклатуры резьбовых деталей для различных условий работы;

удобство сборки и разборки;

малая стоимость, обусловленная стандартизацией и высокопроизводительными процессами изготовления.

Недостатки резьбовых соединений:

наличие большого количества концентраторов напряжений, которые снижают сопротивление усталости при переменных напряжениях.

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

1.1. Винтовые линии

Цилиндрическая винтовая линия образуется путем движения точки, совершающей равномерно-поступательное движение по прямой, параллельной некоторой оси, вокруг которой прямая, в свою очередь, вращается равномерно. Представим себе прямой круговой цилиндр, закрепленный в патрон токарного станка, и резец, подведенный к боковой поверхности цилиндра (рисунок 1). Конечную точку резца обозначим точкой A . Если цилиндр оставить неподвижным, а резец перемещать вдоль оси цилиндра, т.е. сообщить ему равномерно-поступательное движение, то конец резца - точка A , оставит на боковой поверхности цилиндра след - прямую линию. Если поступить наоборот, т.е. придать цилиндру равномерновращательное движение, в этом случае конец резца оставит на боковой поверхности след - окружность (рисунок 2).

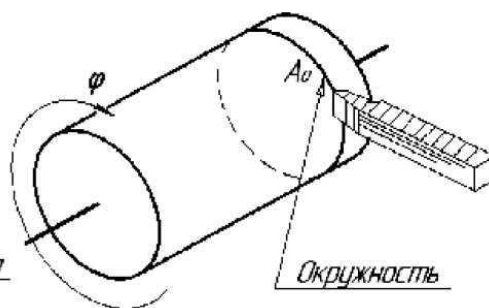
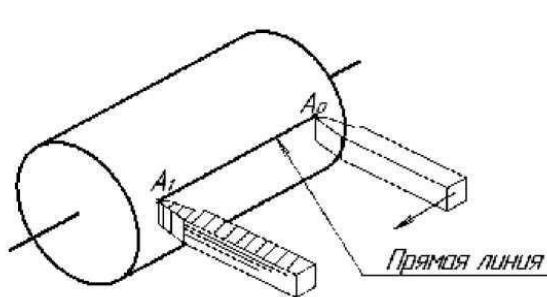


Рисунок 1 – Образование линии при поступательном движении резца

Рисунок 2 – Образование линии при вращении цилиндра

Если эти два движения (равномерно-поступательное и равномерновращательное) совершаются одновременно, то конец резца оставит на поверхности цилиндра линию, называемую цилиндрической винтовой линией (рисунок 3).

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

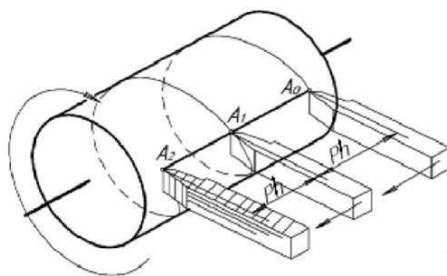


Рисунок 3 - Образование цилиндрической винтовой линии

Цилиндрическая винтовая линия может иметь как правое, так и левое направление, что легко можно установить по фронтальной проекции видимой части вертикально расположенного цилиндра; если винтовая линия поднимается вправо (рисунок 4, а), то она имеет правое направление, а если влево, то левое (рисунок 4, б).

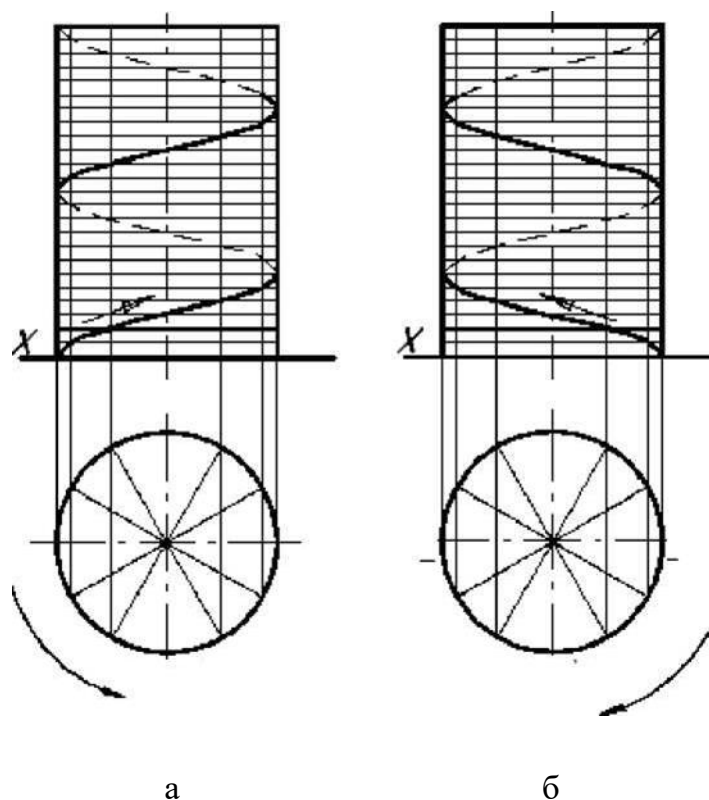


Рисунок 4 - Цилиндрическая винтовая линия:

- а - правая цилиндрическая винтовая линия;
- б - левая цилиндрическая винтовая линия

1.2. Образование резьбы

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

Типы резьбы зависят от формы выбранной плоской фигуры, т.е. от профиля резьбы. Резьбы могут быть треугольные - когда профилем является треугольником; трапецидальные - профиль трапеция; квадратными - профиль квадрат. Образование винта с трапецидальной резьбой можно представить, как

навивание на цилиндр трапецеидальной призмы; навиваемая призма образует выступы резьбы, между которыми образуются впадины. Хотя в действительности резьба образуется не навиванием призмы на цилиндрический стержень, а наоборот, резьба образуется выточкой впадин на его поверхности.

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

Резьбу, образованную движением двух, трех и более одинаковых профилей называют многозаходной (двух-, трехзаходной и т.д.). Для получения двухзаходной резьбы надо одновременно навивать две треугольные призмы, расположенные рядом без промежутка. Во время завинчивания такая резьба за один оборот переместится на расстояние двух шагов $2P$ ($P_h = 2P$), т.е. ход $P_h = 2P$, где 2 - число заходов (рисунок 5).

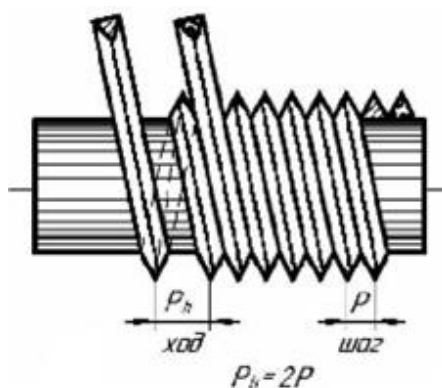


Рисунок 5 – Двухзаходная резьба

Многозаходные резьбы дают возможность получить большие перемещения резьбы вдоль её оси при одном обороте. Для определения числа ходов резьбы достаточно осмотреть её торцовую поверхность и сосчитать на ней количество ниток.

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

Если профиль перемещается по поверхности цилиндра вращения, резьбу называют цилиндрической, по поверхности конуса вращения - конической, по

поверхности гиперboloида вращения - глобоидной. Резьба может быть выполнена на стержне (наружная резьба) и в отверстии (внутренняя резьба).

1.3. Элементы резьбы

В зависимости от условий и характера производства выполнение резьбы может осуществляться различными способами и инструментами.

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

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

Для изготовления большинства стандартизованных резьб широко применяется нарезание резьбы плашками или метчиками.

Плашка (рисунок 6) применяется для нарезания наружной резьбы на заранее подготовленной заготовке детали, диаметр которой определяется диаметром и шагом нарезаемой резьбы.

Рабочая (режущая) поверхность плашки имеет коническую заборную часть (фаску) и цилиндрическую калибрующую часть, обеспечивающую нарезание резьбы необходимого размера.

В виду устройства резбонарезного инструмента (например: плашки; метчика) или при отводе резца (рисунок 7), при переходе от участка поверхности с резьбой полного профиля) к гладкой поверхности образуется участок длиной (l_1) с постепенно уменьшающимся по высоте профилем.

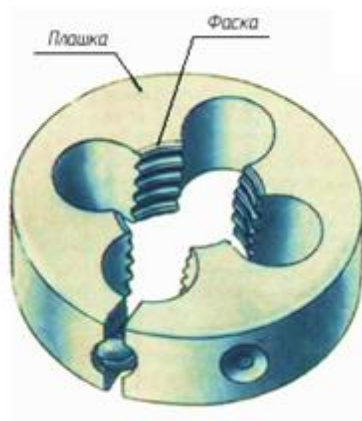


Рисунок 6 – Плашка

Фаска – это скошенная кромка стержня или отверстия. Размер фаски по ГОСТ 2.307-68 обозначается одной размерной линией с указанием высоты фаски s и угла наклона 45° образующей или плоскости среза (рисунки 7 и 8).

В результате наличия заборной части на нарезаемом стержне в конце резьбы остается участок, называемый сбегом резьбы.

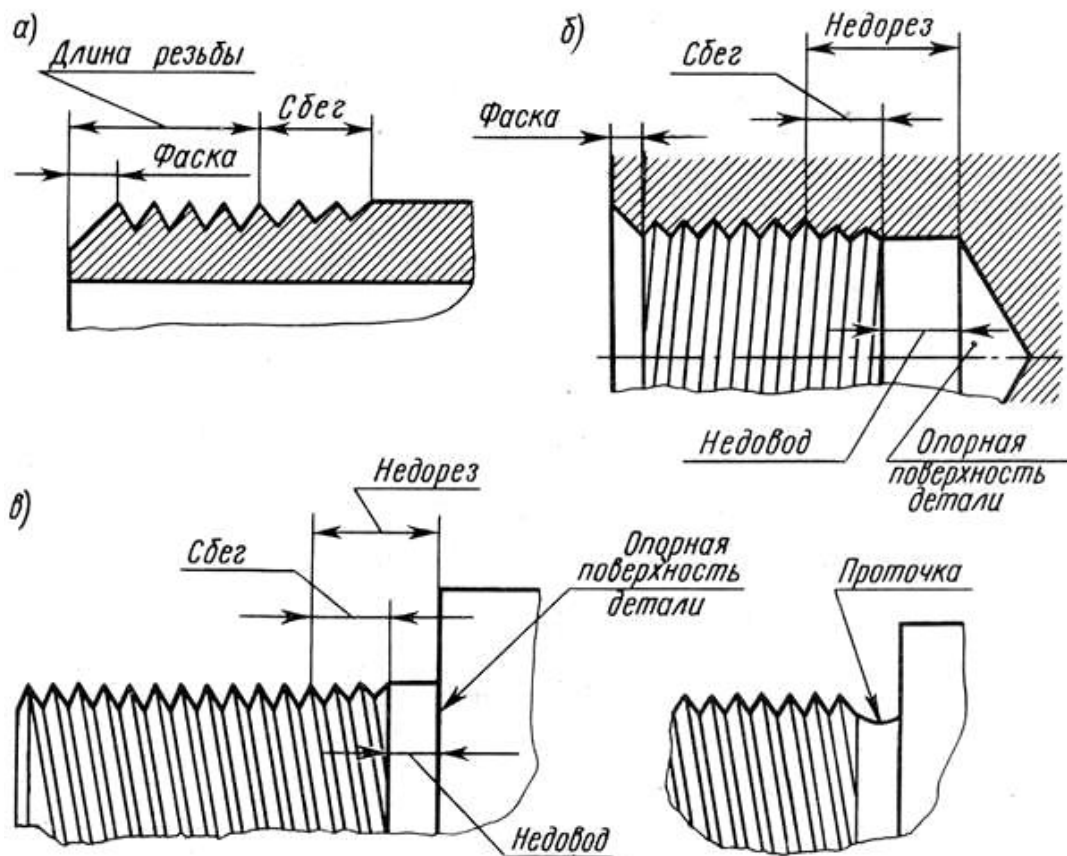


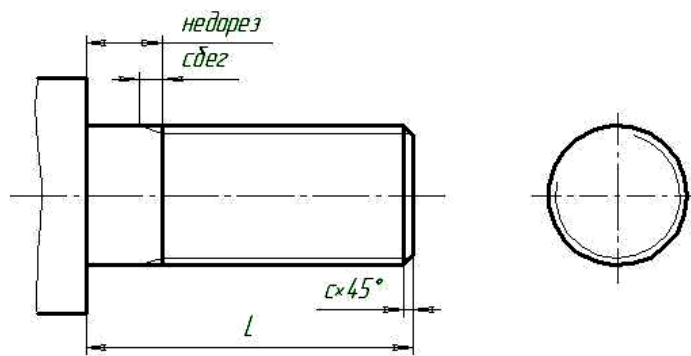
Рисунок 7 – Изображение резьбы на рисунке с указанием элементов резьбы а,в) - на стержне, б) – в отверстии

Сбег резьбы – участок неполного профиля резьбы в зоне перехода полного профиля резьбы к гладкой поверхности.

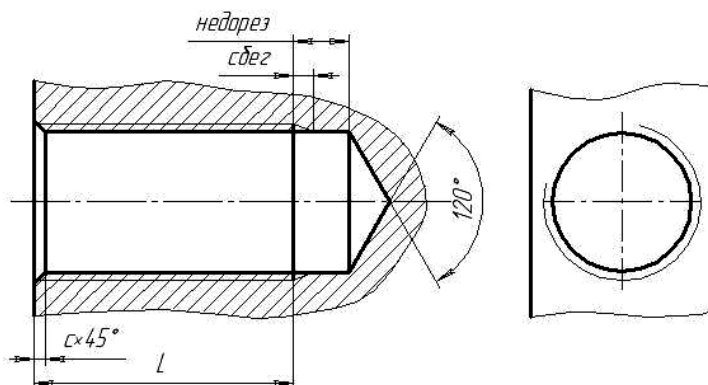
Резьба полного профиля, определяемая калибрующей частью плашки, заканчивается на стержне там, где начинается сбег резьбы. В случае, когда нарезаемая часть стержня ограничивается какой-либо опорной поверхностью (буртиком, головкой, заплечиком и т.п.), при нарезании резьбы плашка (во избежание поломки) обычно не доводится до упора в эту поверхность (недорез).

Недорез – это длина участка гладкой поверхности детали со сбегом резьбы при нарезании резьбы в упор.

Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей доводить резьбонарезающий инструмент до упора к ней, то образуется *недовод* резьбы. Сбег плюс недовод образуют недорез резьбы.



а)



б)

Рисунок 8 – Изображение резьбы на чертеже с указанием элементов резьбы а) - на стержне, б) – в отверстии

Метчик (рисунок 9) применяется для нарезания внутренней резьбы в заранее просверленном отверстии, диаметр сверла d_1 которого выбирается из таблицы стандартов в зависимости от шага и диаметра нарезаемой резьбы (см. таблицу 1 (ГОСТ 19257-73. Отверстия под нарезание метрической резьбы)). Метчик представляет собой стальной стержень с нарезанной на нем резьбой и разделенный продольными прямыми или винтовыми канавками, образующими режущие кромки. Эти же канавки служат для выхода стружки. По способу применения метчики разделяются на ручные и машинные. Нарезают резьбу комплектом из двух или трех метчиков (малого, среднего и нормального чистового) в зависимости от ее размера. Для метрической с крупным шагом и дюймовой резьбы комплект состоит из трех метчиков, для метрической с мелким шагом и трубной резьбы - из двух.

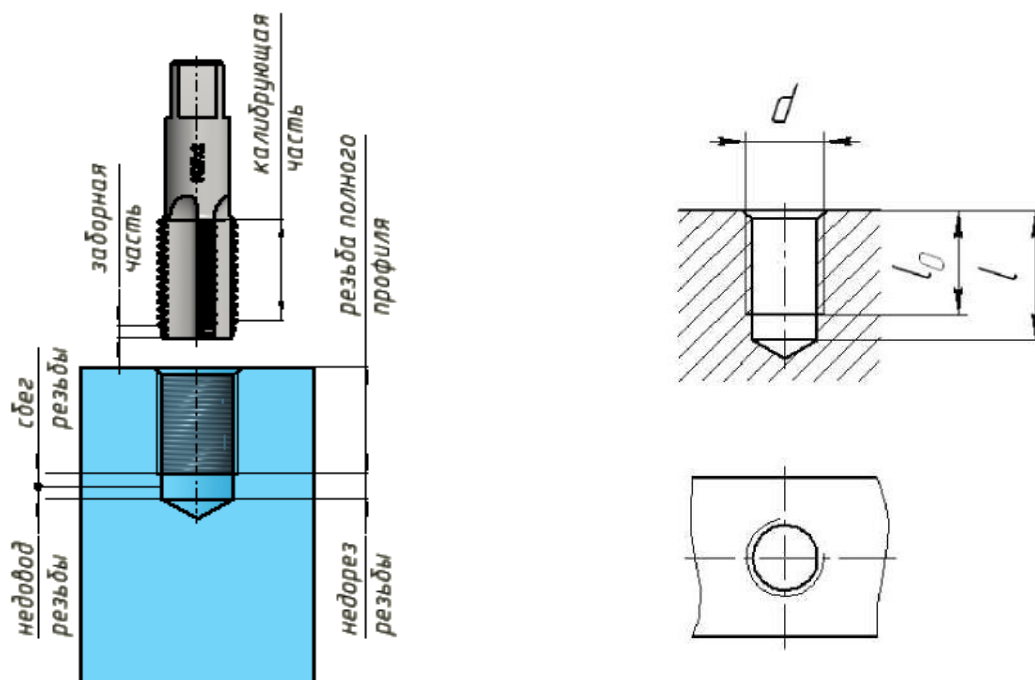


Рисунок 9 – Нарезание резьбы метчиком в глухом отверстии

Следует знать, что под завернутой шпилькой остается незаполненная часть гнезда. Эта нижняя часть гнезда имеет запас полной резьбы, резьбу неполного профиля - сбег из-за нижней заборной части метчика и не нарезанную часть (рисунок 9). Фаска в гладком отверстии выполняется до нарезания резьбы метчиком. Номинальный диаметр резьбы d равен диаметру метчика, l - полная глубина отверстия, l_0 - длина полного профиля резьбы.

Таблица 1 — Диаметры сверл для отверстий под нарезание метрической резьбы

Номинальный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы, P	Диаметр сверла, d_1	Номинальный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы, P	Диаметр сверла, d_1
1	2	3	4	5	6
1	0,2	0,80	10	0,5	9,50
	0,25	0,75		0,75	9,25
1,1	0,2	0,90		1	9,00
	0,25	0,85		1,25	8,80
1,2	0,2	1,00		1,5	8,50
	0,25	0,95		11	0,5

1,4	0,2	1,20		0,75	10,25
	0,3	1,10		1	10,00
1,6	0,2	1,40		1,25	9,50
	0,35	1,25		12	0,5
1,8	0,2	1,60		0,75	11,25
	0,35	1,45		1	11,00
2	0,25	1,75		1,25	10,80
	0,4	1,60		1,5	10,50
2,2	0,25	1,95		1,75	10,20
	0,45	1,75			
2,5	0,35	2,15	14	0,5	13,50
				0,75	13,25
	0,45	2,05		1	13,00
3	0,35	2,65		1,25	12,80
	0,5	2,50		1,5	12,50
3,5	0,35	3,15		2	12,00
	0,6	2,90		15	1
4	0,5	3,50		1,5	13,50
	0,7	3,30		16	0,5
4,5	0,5	4,00		0,75	15,25
	0,75	3,75		1	15,00
5	0,5	4,5		1,5	14,50
	0,8	4,20		2	14,00
5,5	0,5	5,00	17	1	16,00
6	0,5	5,50		1,5	15,50
	0,75	5,25		18	0,75

	1	5,00		1	17,00
7	0,5	6,50		1,5	16,50
	0,75	6,25		2	16,00
	1	6,00		2,5	15,50
8	0,5	7,50	20		
	0,75	7,25		0,5	19,50
	1	7,00		0,75	19,25
	1,25	6,80		1	19,00
9	0,5	8,50		1,5	18,50
	0,75	8,25		2	18,00
	1	8,00		2,5	17,50
	1,25	7,80			

На рисунке 9 представлено глухое (несквозное) отверстие. На его дне изображено коническое углубление, остающееся от сверла. Угол при вершине конуса условно принимается равным 120° , а размеры его на чертежах не наносятся.

До нарезания резьбы на конце стержня (при наружной резьбе) и в начале отверстия (при внутренней резьбе) выполняются фаски, коническая поверхность которой образует с осью угол 45° . Фаска предохраняет крайние витки от повреждений, упрощает процесс нарезания резьбы, облегчает соединение между собой резьбовых деталей. Величина фасок определяется величиной шага резьбы (Таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость параметров фаски от шага резьбы

Размеры, мм							
Шаг резьбы (P)	0,75	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
Глубина фаски	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0

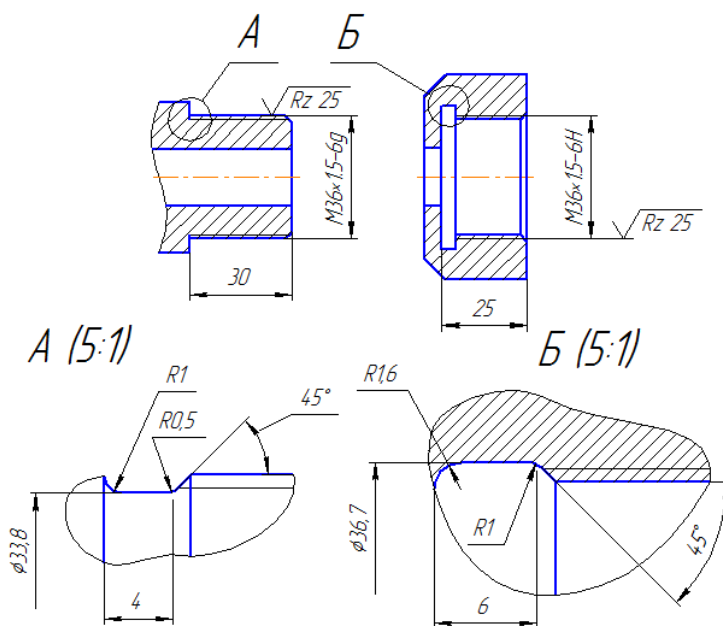


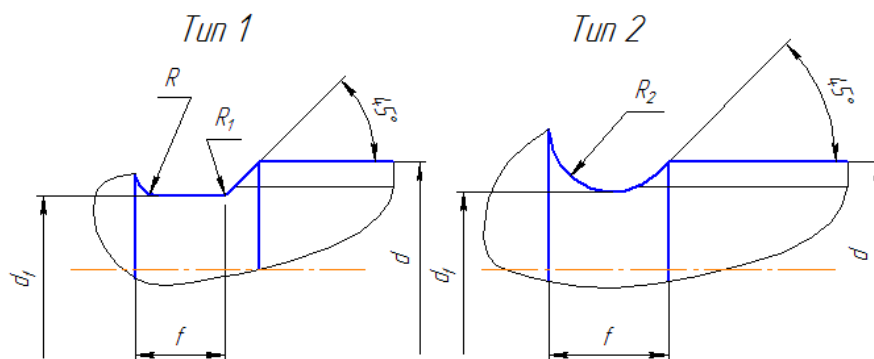
Рисунок 10 – Наружная и внутренняя проточки

У метчика, как и у плашки, имеется коническая заборная часть и калибрующая часть. При нарезании резьбы метчиком будет иметь место сбеги резьбы, определяемый заборной частью метчика, и резьба полного профиля. При нарезании резьбы в глухом отверстии метчик (во избежание его поломки) не доводится до упора в дно отверстия, поэтому будет иметь место недорез резьбы и, следовательно, недорез резьбы как сумма сбегов и недореза 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 (рисунок 10 а), а для внутренней резьбы — немного больше наружного диаметра резьбы (рисунок 10 б).

Размеры фасок, сбегов, недорезов, проточек стандартизованы ГОСТ 10549-80* — Выход резьбы. Сбег, недорез, проточки и фаски и ГОСТ 27148-86 — Изделия крепежные. Выход резьбы. Сбег, недорез, проточки. Размеры. (Таблица 3).

Таблица 3 – Фрагмент ГОСТ 10549-80 Выход резьбы. Сбег, недорез, проточки и фаски



Продолжение таблицы 3

Шаг резьбы P	Недорез a , не более		Проточка								Фаска z				
			Тип 1						Тип 2		d_1	при сопряжении с внутренней резьбой с проточкой типа 2	для всех других случаев		
	нормальный	уменьшенный	нормальная			узкая			f	R_2					
			f	R	R_1	f	R	R_1							
0,2	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
0,25	0,6	0,5													
0,3	0,7														
0,35	0,8	0,6													
0,4	1,0	0,8	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	$d - 0,6$	-	0,3
0,45			$d - 0,7$												
0,5	1,6	1,0	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	$d - 0,8$	-	0,5
0,6			$d - 0,9$												
0,7	2,0	1,6	2,0	-	-	1,6	0,5	0,3	-	-	-	-	$d - 1,0$	-	1,0
0,75			$d - 1,2$												
0,8	3,0	2,0	3,0	1,0	0,5	2,0	-	-	3,6	2,0	-	-	$d - 1,5$	2,0	-
1			$d - 1,8$												
1,25	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,4	2,5	-	-	$d - 1,8$	2,5	1,6
1,5			$d - 2,2$												
1,75	5,0	3,0	5,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	5,4	3,0	-	-	$d - 2,5$	3,5	2,0
2			$d - 3,0$												
2,5	6,0	4,0	6,0	1,0	1,6	4,0	1,6	0,5	7,3	4,0	-	-	$d - 3,5$	5,0	2,5
3			$d - 4,5$												
3,5	8,0	5,0	8,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	10,2	5,5	-	-	$d - 5,0$	7,5	3,0
4			$d - 6,0$												
4,5	10,0	6,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,0	0,5	12,9	7,0	-	-	$d - 6,5$	9,5	4,0
5			$d - 7,0$												
5,5	12,0	8,0	12,0	-	-	8,0	2,0	1,0	15,0	8,0	-	-	$d - 8,0$	10,5	-
6			$d - 9,0$												

1.4. Условное изображение резьбы на чертежах

На чертежах резьбу принято изображать условно, согласно ГОСТ 2.311-68. Условное изображение одинаково для всех видов стандартных резьб. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы l без сбега, включая фаску, на расстоянии не менее 0,8 мм, но не более шага резьбы (P) (рисунок 11 а).

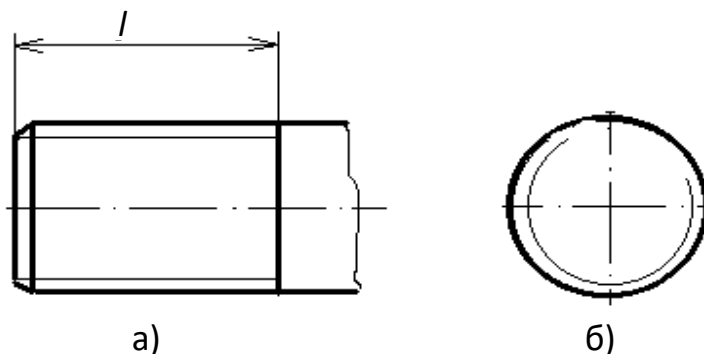


Рисунок 11 - Изображение резьбы на стержне

На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (не допускается начинать сплошную тонкую линию и заканчивать ее на осевой линии) (рисунок 11 б).

В отверстии сплошные основные линии проводятся по внутреннему диаметру и сплошные – по наружному, на всю длину резьбы без сбега (рисунок 12 а). При виде слева проводят дугу по наружному диаметру резьбы сплошной тонкой линией, приблизительно равной $3/4$ окружности и разомкнутую в любом месте изображения (рисунок 12 б).

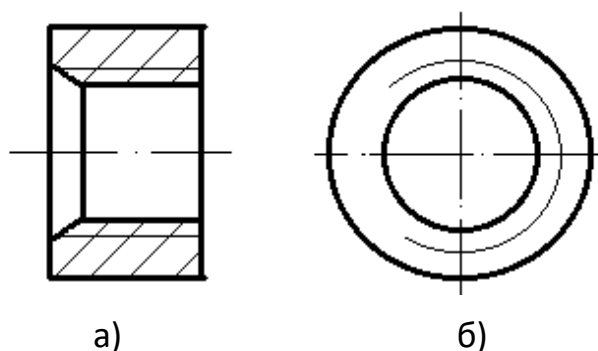


Рисунок 12 - Изображение резьбы в отверстии

Штриховку в разрезах в отверстии доводят до линии внутреннего диаметра резьбы (рисунок 12) и до линии наружного диаметра резьбы на стержне (рисунок 13).

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рисунок 11).

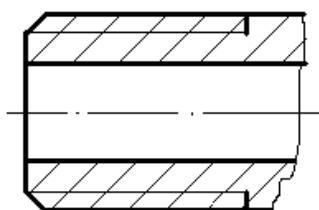


Рисунок 13 – Нанесение штриховки резьбы

Длиной резьбы называют длину участка детали, на котором образована резьба, включая сбеги и фаску. Обычно указывают только длину резьбы l с пол-

ным профилем (без сбега) (рисунок 11).

Сбег резьбы при необходимости изображают сплошной тонкой линией, а так же в данном случае могут указывать величины сбега на стержне. Размеры наносят, как показано на рисунке 14.

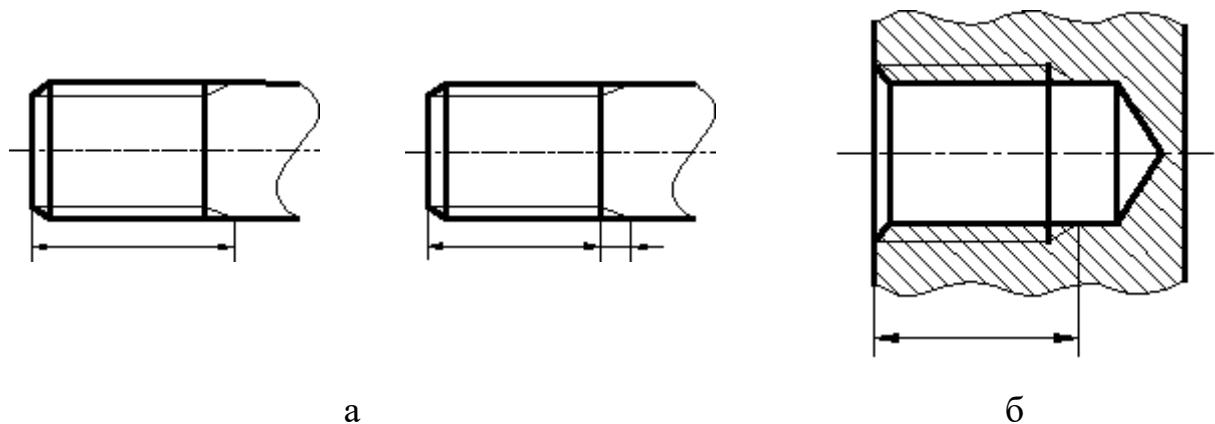


Рисунок 14 - Указание размера длины резьбы со сбегом:
а) на стержне, б) в отверстие

Если имеется наружная проточка (рисунок 15) или внутренняя (рисунок 16), то ее ширину также включают в длину резьбы.

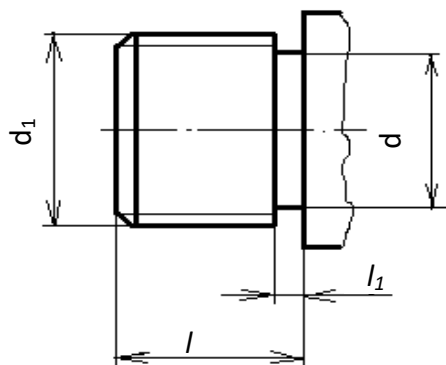


Рисунок 15 - Указание размера длины резьбы на стержне (с учетом проточки)

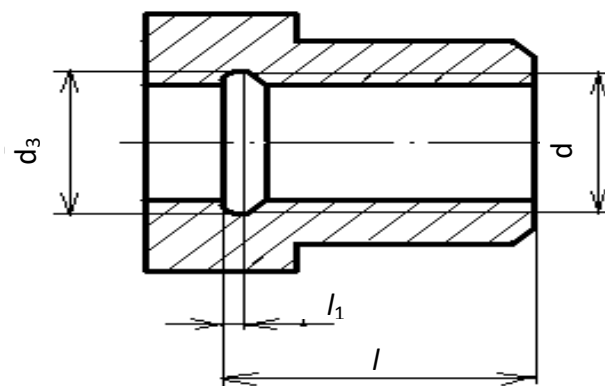


Рисунок 16 - Указание размера длины резьбы в отверстии (с учетом проточки)

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (рисунки 11 б, 12 б). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

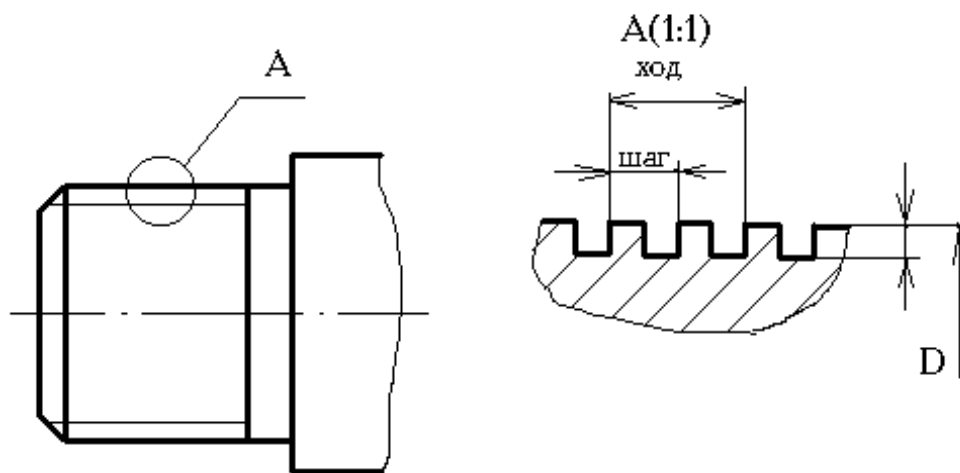


Рисунок 17 - Пример изображения резьбы с нестандартным профилем

Резьба с нестандартным профилем изображается на чертеже со всеми размерами, необходимыми для ее изготовления (рисунок 17). Кроме размеров на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы, и т.п. с добавлением слова "Резьба" (рисунок 18).

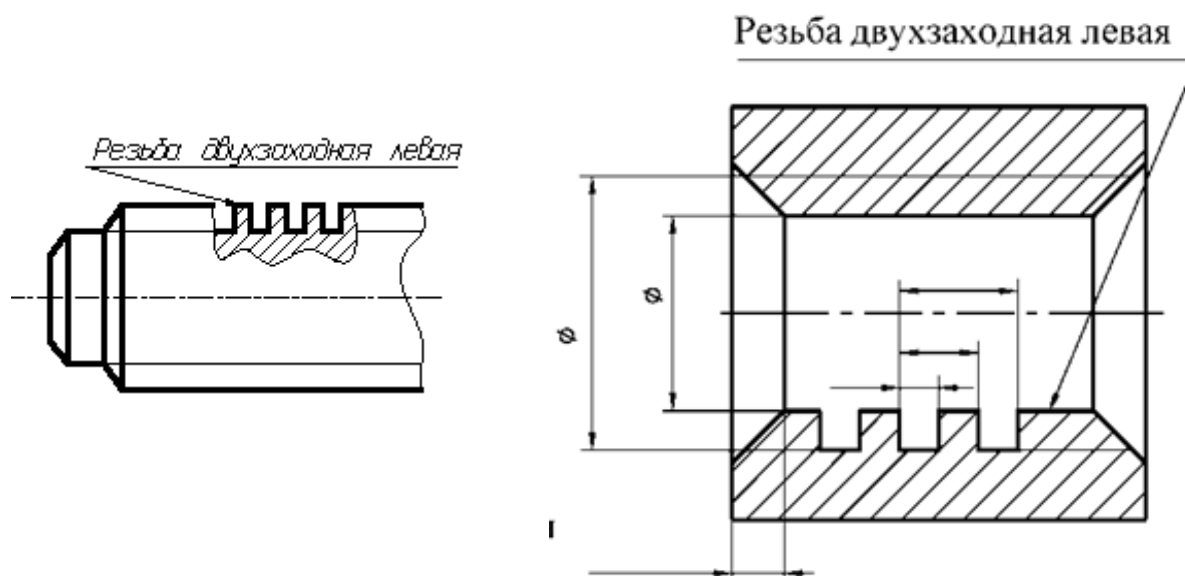


Рисунок 18 - Пример изображения нестандартной резьбы с указанием дополнительных данных

2. Виды и типы резьб.

2.1 Классификация резьб. Их основные параметры и признаки

Резьбы подразделяют по следующим признакам (рисунок 19):

- единица измерения шага (метрическая, дюймовая, модульная, питчевая резьба);
- расположение на поверхности (внешняя и внутренняя резьба);
- направление движения винтовой поверхности (правая, левая);
- число заходов (одно- и многозаходная);
- профиль (треугольный, трапецеидальный, прямоугольный, круглый и др.);
- образующая поверхность, на которой расположена резьба (цилиндрическая резьба и коническая резьба);
- назначение (крепёжная, крепёжно-уплотнительная, ходовая и др.).

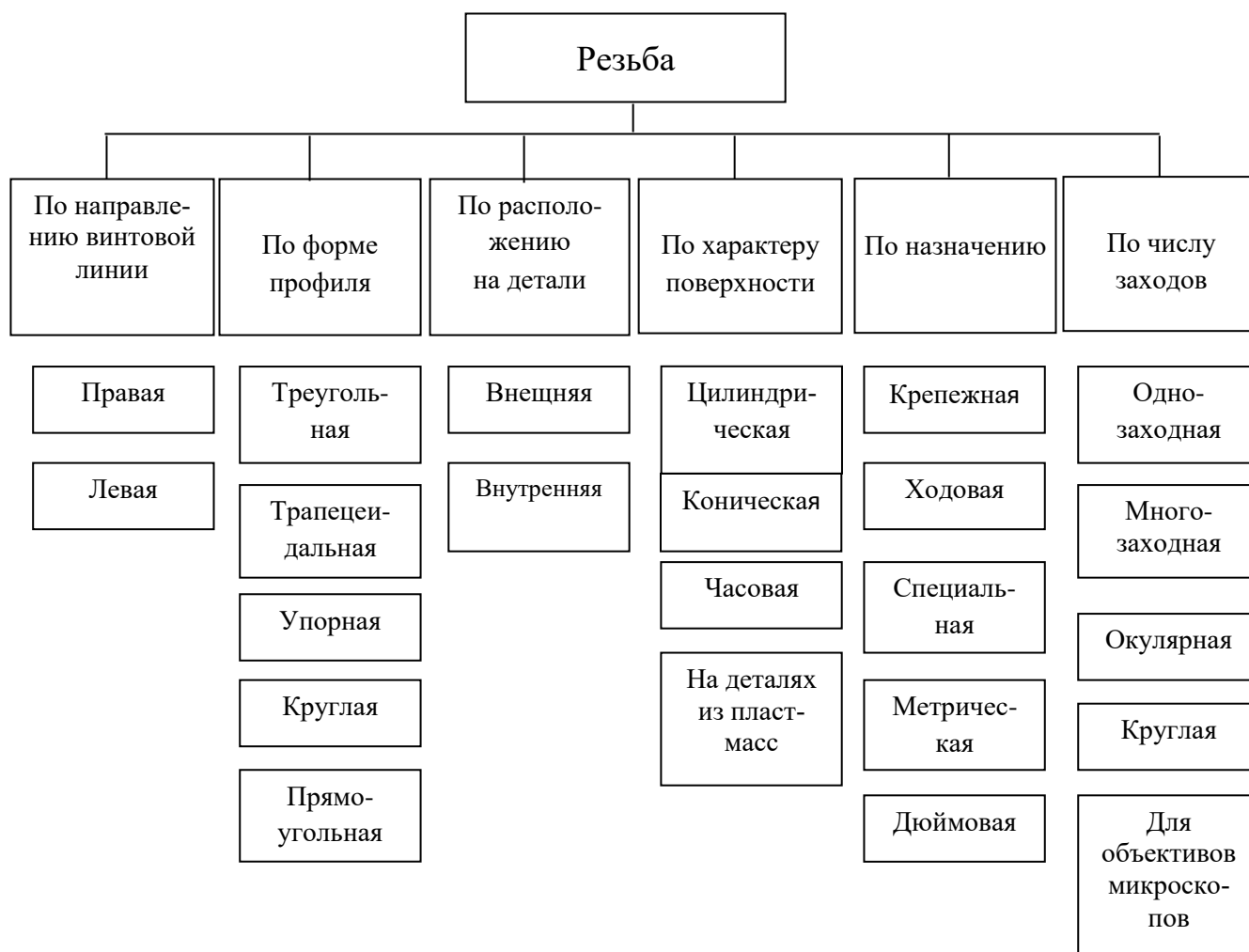


Рисунок 19 – Классификация резьб

Питчевая резьба - шаг резьбы измеряется в питчах (p''). Для получения числового значения (в миллиметрах) достаточно питч умножить на число пи

(π). Модульная и питчевая резьба применяется при нарезании червяка червячной передачи. Профиль витка модульного червяка может иметь вид архимедовой спирали, эвольвенты окружности, удлинённой или укороченной эвольвенты и трапеции.

Основные параметры резьбы и единицы измерения (рисунок 20):

1. Шаг (P) расстояние между одноимёнными боковыми сторонами профиля, измеряется в долях метра, в долях дюйма или числом ниток на дюйм — это знаменатель обыкновенной дроби, числитель которой является дюймом. Выражается натуральным числом;

2. Наружный диаметр (D, d), диаметр цилиндра, описанного вокруг вершин наружной (d) или впадин внутренней резьбы (D);

3. Внутренний диаметр (D_1, d_1), диаметр цилиндра, вписанного во впадины наружной (d_1) или вершины внутренней резьбы (D_1);

4. Средний диаметр (D_2, d_2), диаметр цилиндра, образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что её отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы;

5. Ход (P_h) величина относительного перемещения исходной средней точки по винтовой линии резьбы на угол 360°

$$P_h = P \times n,$$

где n — число заходов;

6. Высота исходного треугольника резьбы (H);

7. Срез резьбы (r);

8. Угол подъёма резьбы (ψ).

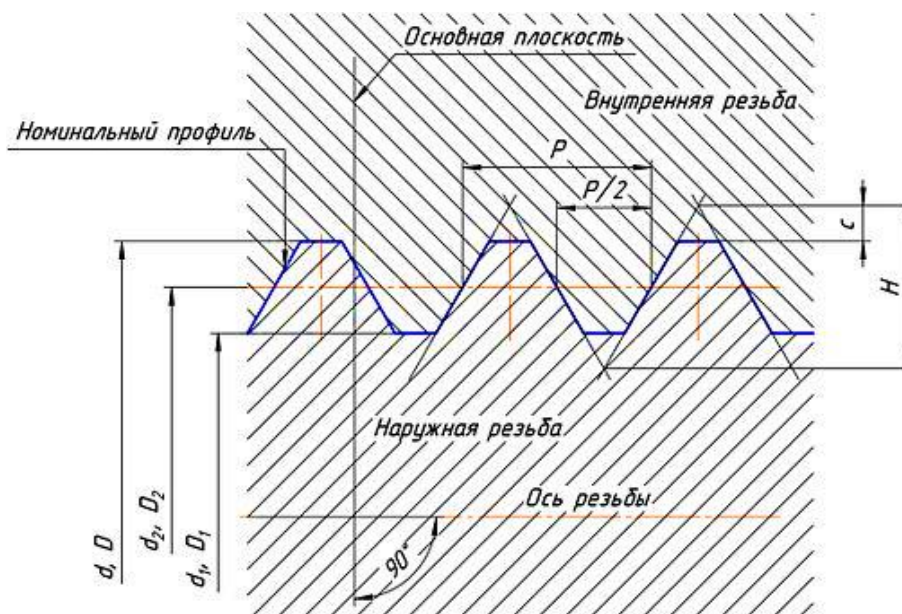


Рисунок 20 - Схема цилиндрической резьбы

2.2. Профиль резьбы

Резьба образуется при винтовом движении некоторой плоской фигуры, задающей так называемый профиль резьбы, расположенной в одной плоскости с осью поверхности вращения (осью резьбы).

Профили резьбы характеризуются следующими особенностями:

Метрическая резьба. Метрическая резьба является основным типом крепежной резьбы. Профиль резьбы установлен ГОСТ 9150–81 и представляет собой равносторонний треугольник с углом профиля $\alpha = 60^\circ$ (рисунок 21). Метрическая резьба бывает цилиндрической и конической. Основными параметрами метрической резьбы являются: номинальный диаметр – $d(D)$ и шаг резьбы – P , устанавливаемые ГОСТ 8724–81.

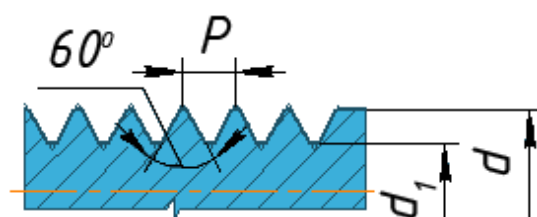


Рисунок 21 – Метрическая резьба

По ГОСТ 8724–81 каждому номинальному размеру резьбы с крупным шагом соответствует несколько мелких шагов. Поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывается, а мелкий шаг указывается обязательно. 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 применения конической метрической 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.

Трубная цилиндрическая резьба. В соответствии с ГОСТ 6367–81 трубная цилиндрическая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т. е. равнобедренный треугольник с углом при вершине, равным 55° (рисунок 22).

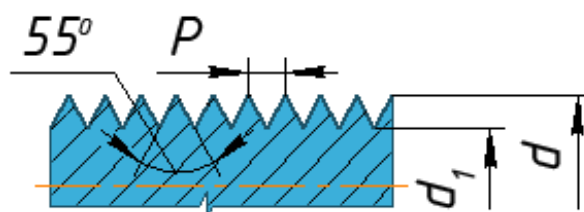


Рисунок 22 – Резьба трубная цилиндрическая

Резьба стандартизована для диаметров от 1/16 " до 6" при числе шагов z от 28 до 11. 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.

Профиль трубной резьбы, общий для наружной и внутренней резьб, имеет скругления вершин и впадин. Это делает резьбу более герметичной, чем метрическая.

Трубную резьбу применяют для соединения труб, 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.

Трубная коническая резьба. Параметры и размеры трубной конической резьбы определены ГОСТ 6211–81, в соответствии с которым профиль резьбы соответствует профилю дюймовой резьбы. Резьба стандартизована для диаметров от 1/16" до 6" (в основной плоскости размеры резьбы соответствуют размерам трубной цилиндрической резьбы) (рисунок 23).

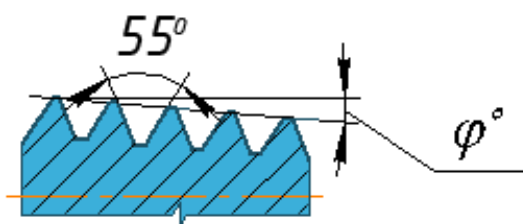


Рисунок 23 – Резьба трубная коническая

Нарезаются резьбы на конусе с углом конусности $1/2 = 1^\circ 47' 24''$ (как и для метрической конической резьбы), что соответствует конусности 1:16.

Применяется резьба для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков.

Трапецеидальная резьба. Трапецеидальная резьба имеет форму равнобокой трапеции с углом между боковыми сторонами, равным 30° (рисунок 24). Основные размеры диаметров и шагов трапецеидальной однозаходной резьбы для диаметров от 10 до 640 мм устанавливают ГОСТ 9481–81. 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.

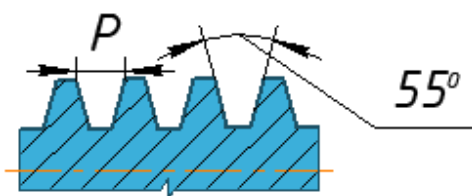


Рисунок 24 – Резьба трапецеидальная

Упорная резьба. 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° (рисунок 25). 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.

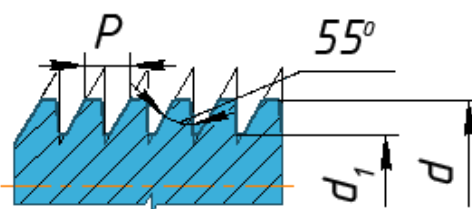


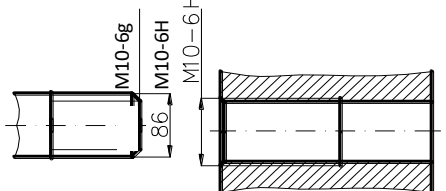
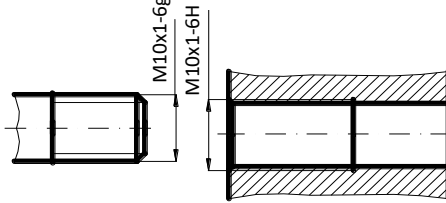
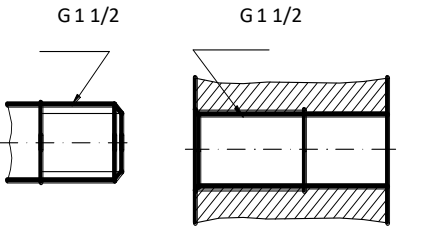
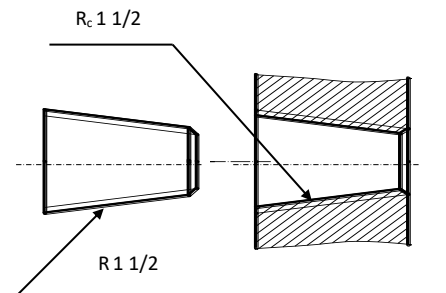
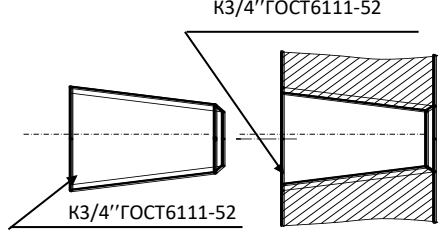
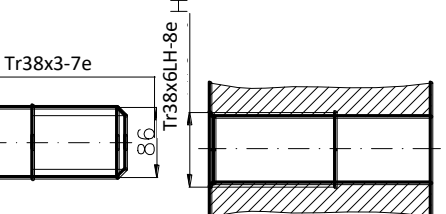
Рисунок 25 – Резьба упорная

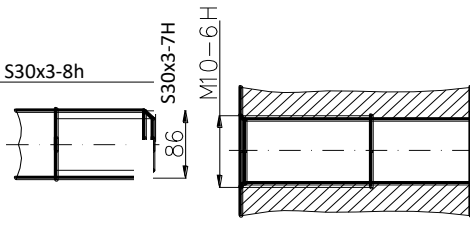
По профилю все резьбы делятся на две группы – *стандартные* и *не стандартные*. Стандартные резьбы подразделяются на резьбы общего назначения и специальные. В свою очередь резьбы общего назначения подразделяются на крепежные (с треугольным профилем) и ходовые или кинематические (с трапецеидальным профилем). К специальным резьбам относятся, например, резьба с округлым профилем для цоколей и патронов электроламп.

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.

Обозначение резьб показано в таблице 1.

Таблица 4 - Основные обозначения стандартных резьб

Наименование резьбы	Услов. обозначен.	Содержание обозначения	Примеры изображения обозначения резьбы
1	2	3	4
Метрическая с крупным шагом, ГОСТ 9150-81	M	Условное обозначение типа, номинальный диаметр резьбы в мм	
Метрическая с мелким шагом, ГОСТ 9150-81	M	Условное обозначение типа, номинальный диаметр резьбы в мм, шаг	
Трубная цилиндрическая, ГОСТ 6357-81	G	Условное обозначение типа, условный размер (в дюймах) и класс точности	
Трубная коническая ГОСТ 6211-81 наружная внутренняя	R R _c	Условное обозначение типа резьбы и обозначение размера R – наружная R _c - внутренняя	
Коническая дюймовая с углом профиля 60°, ГОСТ 6111-52	K	Условное обозначение типа, условный диаметр в дюймах и номер стандарта	
Тrapeцеидальная, однозаходная, ГОСТ 9484-81	Tr	Условное обозначение, номинальный диаметр в мм, шаг резьбы	

Упорная, ГОСТ 10177-82	S	Условное обозначение, номинальный диаметр в мм, шаг резьбы	
---------------------------	---	--	--

Примечание. К обозначению левой резьбы добавляется «ЛН».

3. Резьбовые соединения

Любая сборочная единица состоит из отдельных деталей, которые различными способами соединяются между собой.

Неразъемными являются соединения, которые невозможно разобрать без частичного или полного нарушения соединяющих элементов. К неразъемным относятся соединения, получаемые сваркой, пайкой, склеиванием, сшиванием, клепкой.

Соединения, детали которых могут быть разъединены без нарушения самих деталей, называются разъемными. К таким соединениям относятся: резьбовые, шпоночные, зубчатые, а также соединения, выполняемые с применением штифтов и пружин.

Под резьбовым соединением понимают разъемное соединение, выполняемое с помощью резьбовых крепёжных деталей - винтов, болтов, шпилек, гаек или резьбы, нанесённой непосредственно на соединяемые детали.

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

Достоинства резьбовых соединений

- 1) универсальность,
- 2) высокая надёжность,
- 3) малые габариты и вес крепёжных резьбовых деталей,
- 4) способность создавать и воспринимать большие осевые силы,
- 5) технологичность и возможность точного изготовления.

Недостатки резьбовых соединений

- 1) значительная концентрация напряжений в местах резкого изменения поперечного сечения;
- 2) низкий КПД подвижных резьбовых соединений.

В зависимости от деталей, входящих в резьбовые соединения различают болтовое (рисунок 26а), винтовое (рисунок 26 б), шпильчное (рисунок 26в) соединения.

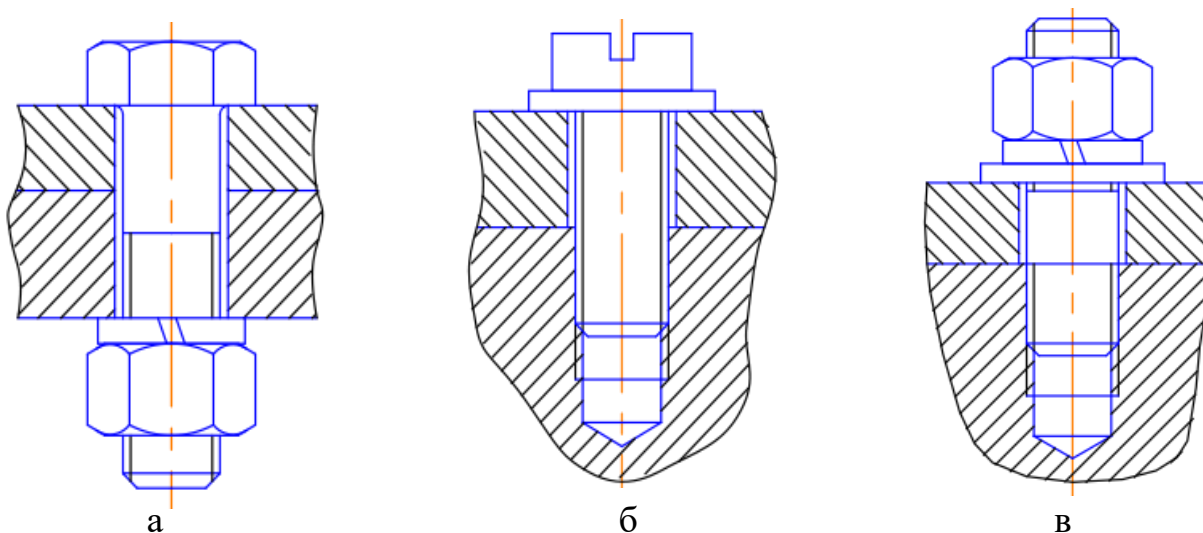


Рисунок 26 - Виды резьбовых соединений

Болтовое, винтовое, шпилечное соединения относятся к крепежным изделиям. 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. Изображение резьбового соединения

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси в отверстиях, показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня. В резьбовых соединениях резьба также показывается условно так, как она выполняется на стержне. Поэтому на разрезах резьбовых соединений резьба на стержне показывается полностью, а в отверстиях показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рисунок 27 и 28). При изображении резьбового соединения в разрезе стержень, не имеющий полостей, не штрихуют (рисунок 27).

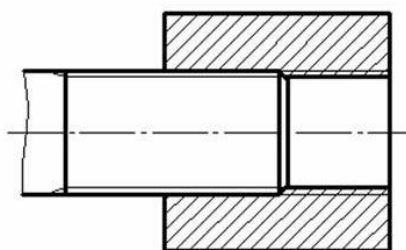


Рисунок 27 - Изображение резьбы резьбового соединения на разрезе

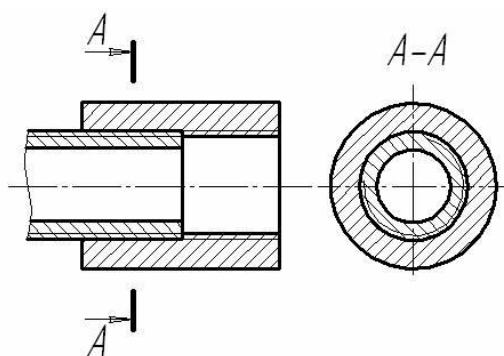
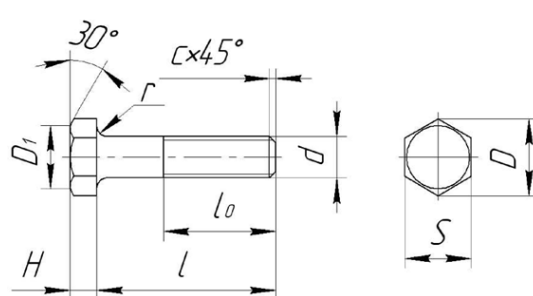


Рисунок 28 - Изображение трубного соединения на разрезе

3.2. Болты

Болт – это резьбовое изделие, представляющее собой цилиндрический стержень, на одном конце которого расположена резьба под гайку, а на другом – головка различной формы (рисунок 29).

В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с головками различной формы: шестигранной, полукруглой, потайной. Форма и размеры головки болта зависят от назначения и условий работы. Наиболее часто применяют болты с шестигранной головкой, изготовленные нормальной, повышенной и грубой точности. Болты с шестигранной головкой нормальной точности могут быть трёх исполнений: соответственно без отверстия в головке и стержне (исполнение 1), с отверстием в стержне для стопорения шплинтом (исполнение 2), с двумя отверстиями в головке для стопорения группы болтов с помощью проволоки (исполнение 3). В зависимости от назначения, шестигранные головки болтов выполняют нормальной высоты по ГОСТ 7798-70 и уменьшенной высоты по ГОСТ 7796-70. Каждому диаметру болта d соответствуют определенные размеры его головки. Болты выполняют с метрической резьбой с крупным и мелким шагом, причем для каждого диаметра d резьбы предусмотрен стандартом лишь один мелкий шаг. В большинстве конструкций болтов на его головке имеется коническая фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая наложение гаечного ключа при свинчивании. Размеры болтов приведены в таблице 5.



$$D_1 = 0,95 S$$

Рисунок 29 – Болт с шестигранной головкой

Таблица 5 – Основные размеры болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70, мм

Номинальный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы		Размер под ключ S	Высота головки H	Диаметр описанной окружности D, не менее	Радиус под головкой болта r		Предельное смещение оси отверстия в стержне относительно оси резьбы
	крупный	мелкий				не менее	не более	
6	1		10	4	10,9	0,25	0,6	0,20
8	1,25	1	13	5,5	14,2	0,4	1,1	0,20
10	1,5	1,25	17	7	18,7	0,4	1,1	0,20
12	1,75	1,25	19	8	20,9	0,6	1,6	0,25
(14)	2	1,5	22	9	24,3	0,6	1,6	0,25
16	2	1,5	24	10	26,5	0,6	1,6	0,30
(18)	2,5	1,5	27	12	29,9	0,6	1,6	0,30
20	2,5	1,5	30	13	33,3	0,8	2,2	0,30
(22)	2,5	1,5	32	14	35	0,8	2,2	0,45
24	3	2	36	15	39,6	0,8	2,2	0,45
(27)	3	2	41	17	45,2	1,0	2,7	0,45
30	3,5	2	46	19	50,9	1,0	2,7	0,45
36	4	3	55	23	60,8	1,0	3,2	0,45
42	4,5	3	65	26	72,1	1,2	3,3	0,50
48	5	3	75	30	83,4	1,6	4,3	0,50

Примечание: 1 Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2 Размеры: d₁, S, H, r – номинальные.

3 Принятые обозначения:

d₁ – диаметр стержня;

K – высота головки;

S – размер «под ключ»;

e – диаметр описанной окружности;

r – радиус под головкой.

В условном обозначении болтов указывают следующие параметры: наименование, класс точности (если он не включен в наименовании стандарта), исполнение (исполнение 1 не указывают), диаметр, мелкий шаг, стандартная длина болта, номер стандарта.

В учебных целях обозначение болта может записываться упрощенно.

Пример условного обозначения:

а) болт с диаметром резьбы d=10мм, длиной l=60мм, исполнение 1, с крупным шагом:

Болт М10х60 ГОСТ7798-70;

б) то же, исполнение 2, с мелким шагом:

Болт2М10х1,25 х 60 ГОСТ7798-70.

При одном и том же диаметре болт может изготавливаться различной длины l, которая стандартизирована. Стандартная длина болта зависит от толщины соединяемых деталей (таблица б).

Таблица 6 - Длина болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70, мм

Номинальная длина болта, l	Длина резьбы, l ₀ (знаком x отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)														
	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
8	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
(28)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-
30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
(32)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-
35	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-
(38)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
45	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
55	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
65	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
75	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
80	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(85)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
90	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(95)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(105)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
110	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(115)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
120	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Примечание: болты с размерами длин, заключенными в скобках, применять не рекомендуется.

3.3. Гайки

Гайка – деталь со сквозным резьбовым отверстием для навинчивания на стержень с резьбой. 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.

Шестигранные гайки различают по высоте: нормальной высоты, низкие, высокие и особо высокие, с уменьшенным размером «под ключ», с крупным или мелким шагом.

Наибольшее распространение в технике получили шестигранные гайки нормальной высоты исполнения 1 - с двумя фасками и исполнения 2 - с одной фаской (рисунок 30).

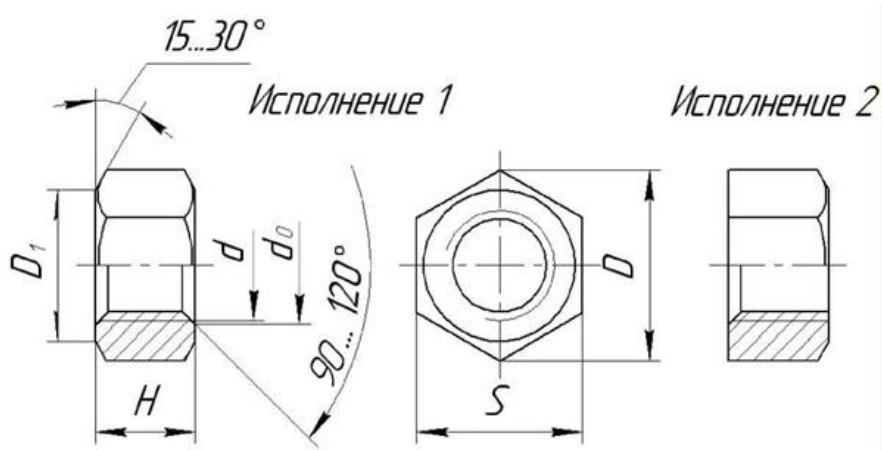


Рисунок 30 – Гайка шестигранная

Пример условного обозначения:

а) гайка исполнения 1, с диаметром резьбы $d=12$ мм, с крупным шагом:

Гайка М12 ГОСТ 5915-70;

б) то же, исполнение 2, с мелким шагом:

Гайка 2М12х1,25 ГОСТ 5915-70.

Размеры гаек установлены соответствующими стандартами. Ниже в таблице 7 даны выборочно размеры гаек по ГОСТ 5915 - 70 .

Таблица 7 – Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915-70, мм

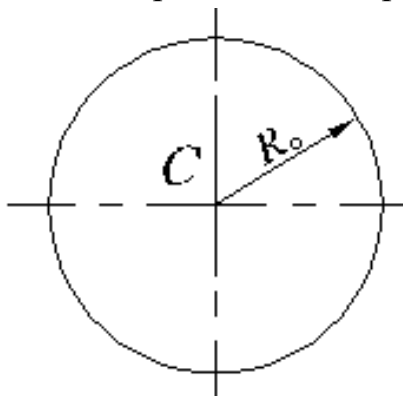
Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Размер «под ключ», S	d ₀		Диаметр описанной окружности, (не менее)	Высота, Н	d _w , не менее
	крупный	мелкий		Не менее	Не более			
6	1	-	10	6	6,75	10,9	5	9
8	1,25	1	13	8	8,75	14,0	6,5	11,7
10	1,5	1,25	17	10	10,8	18,7	8	15,5
12	1,75	1,25	19	12	13,0	20,9	10	17,2
(14)	2	1,5	22	14	15,1	24,3	11	29,1
16	2	1,5	24	16	17,3	26,5	13	22,0
(18)	2,5	1,5	27	18	19,4	29,9	15	24,8
20	2,5	1,5	30	20	21,6	33,3	16	27,7
(22)	2,5	1,5	32	22	23,8	35,0	18	29,5
24	3	2	36	24	25,9	39,6	19	33,2
(27)	3	2	41	27	29,2	45,2	22	38,0
30	3,5	2	46	30	32,4	50,9	24	42,7
36	4	3	55	36	38,9	60,6	29	51,1
42	4,5	3	65	42	45,4	72,1	34	59,9
48	5	3	75	48	51,8	83,4	38	69,4

Примечание: 1 Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

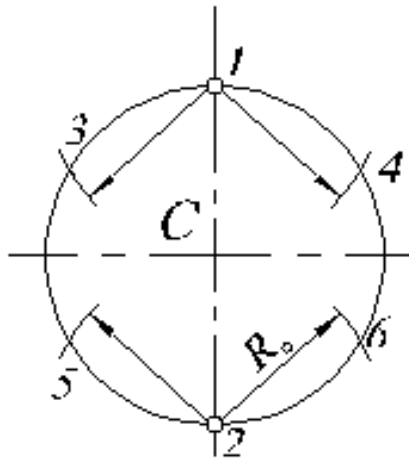
2 Размеры S и Н – номинальные.

Строя изображения гаек и головок шестигранных болтов, необходимо ясно понимать, что кривые на гранях гаек и головок являются гиперболами (рисунки 29 и 30), но их, как правило, на чертежах заменяют дугами окружностей. Рассмотрим порядок их построения.

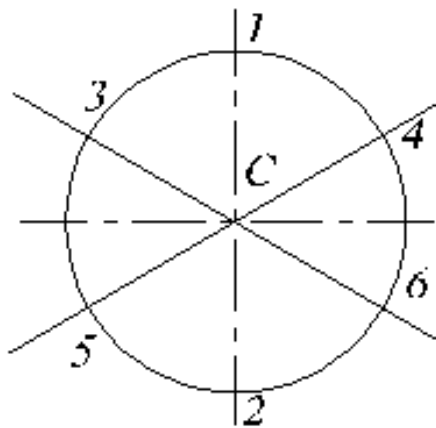
На месте вида слева провести вертикальную и горизонтальную центровые линии. Проводим окружность с центром в точка С радиусом $=S/2$.



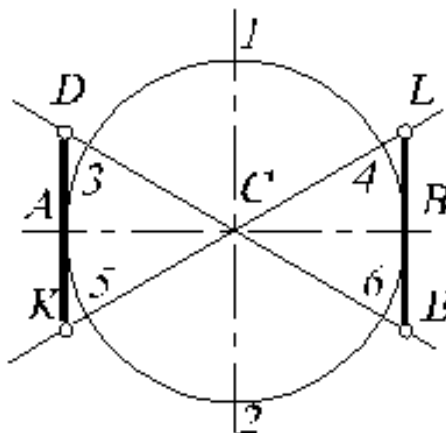
Раствором циркуля R_0 из точек 1 и 2 делаем засечки 3 и 4, 5 и 6 на построенной окружности, разделив ее тем самым на шесть частей.



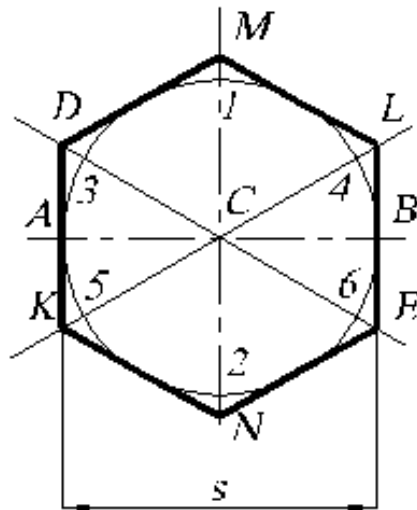
Проводим линии 3-6 и 4-5.



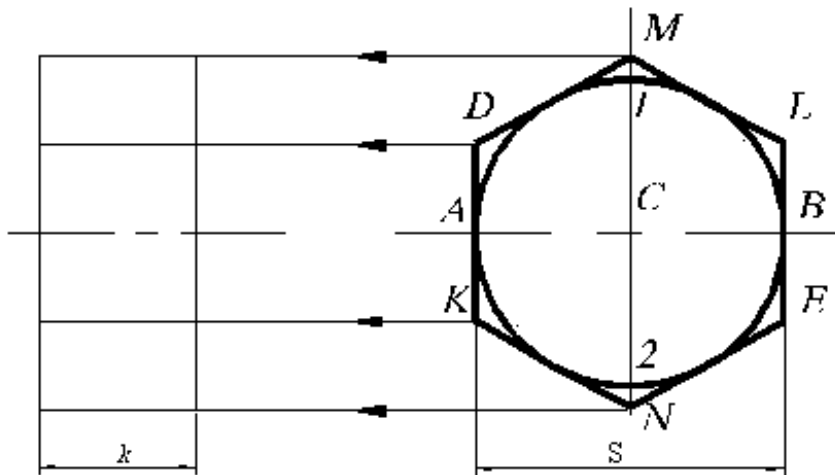
Через точки А и В проводим вертикальные прямые и отмечаем точки D и E пересечения их с диагональю 3-6 будущего шестиугольника. Аналогичные точки появятся на диагонали 4-5.



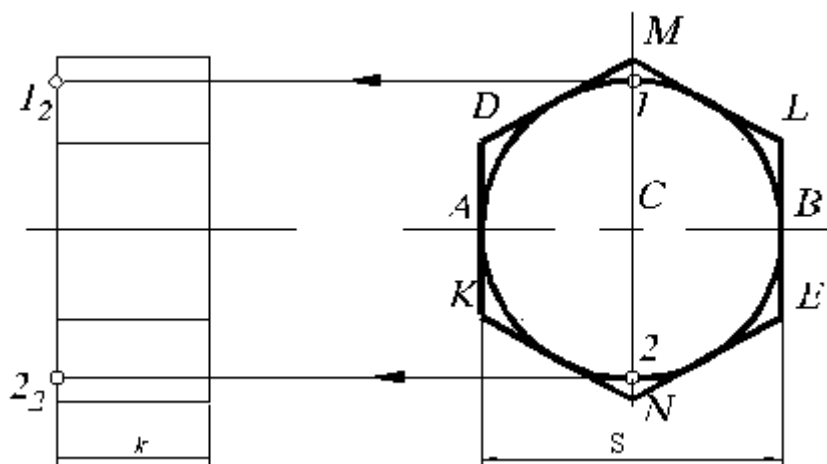
Отмечаем точки M и N на вертикальной центральной линии ($CM=CN=CD$) и соединяем полученные точки M,L,E,N,K,D. Получаем изображение шестигранной призмы на виде слева.



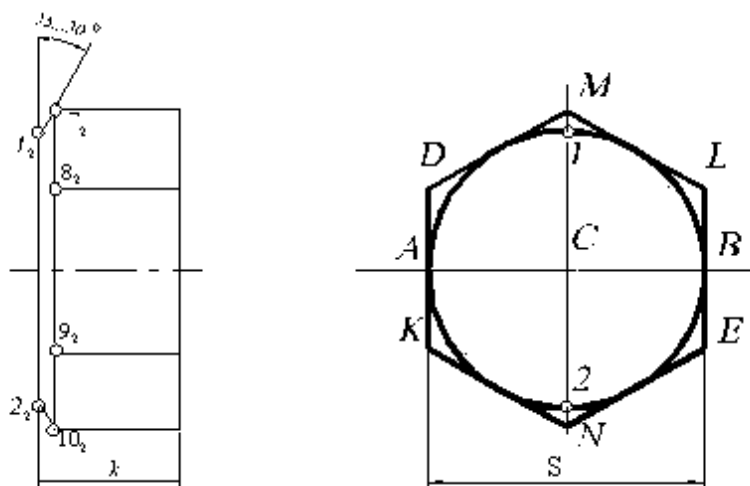
Зная высоту головки болта К, строим главный вид шестигранной призмы.



Строим фронтальную проекцию точек 1 и 2, определяющих основание конической фаски.

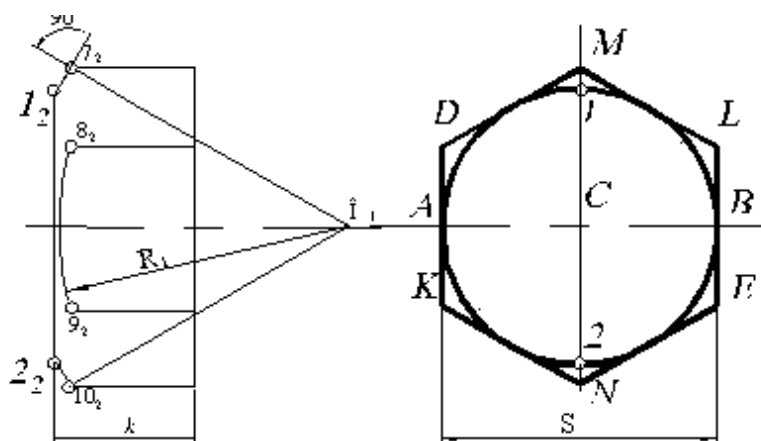


Из точек 1_2 и 2_2 проводим прямые образующие конуса - фаски под углом 30° . Получаем точки $7_2, 10_2$ - пересечения образующих конуса с крайними ребрами. Построение точек $8_2, 9_2$ понятно из чертежа.

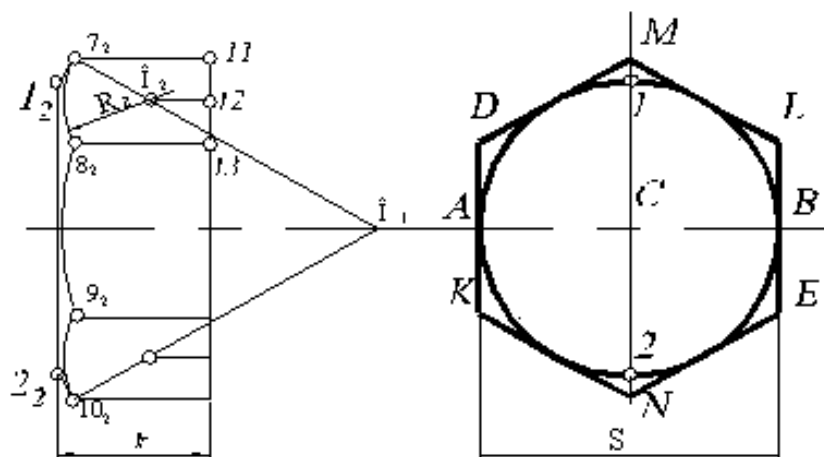


Для определения радиуса R_1 и центра O_1 большой дуги проводим перпендикуляр к отрезку $1_2 7_2$ до пересечения с горизонтальной осью. Определяем центр большой оси O_1 .

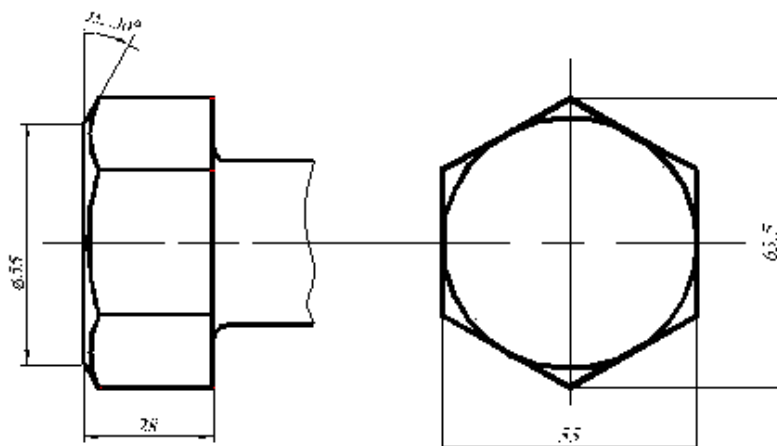
$$R_1 = O_1 8_2 = O_1 9_2$$



Центр малой дуги O_2 определяется как точка пересечения отрезка O_2-12 и $O_1 7_2$, причем $11-12 = 12-13$. Величина радиуса малой дуги $R_2 = O_2 7_2 = O_2 8_2$.



Окончательно изображение головки болта с нанесенными размерами будет иметь следующий вид.



3.4. Шайбы

Шайбой называют изделие, представляющее собой цельную или разрезанную пластину с круглым отверстием. Шайбы применяют для предохранения поверхности детали от повреждения гайкой при затяжке последней и увеличения опорной площади гайки, головки болта или винта, для устранения возможности самоотвинчивания гаек при испытываемых ими вибрациях, изменения температуры в других случаях. 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 (рисунок 31а) и исполнения 2 - с конической фаской (рисунок 31б).

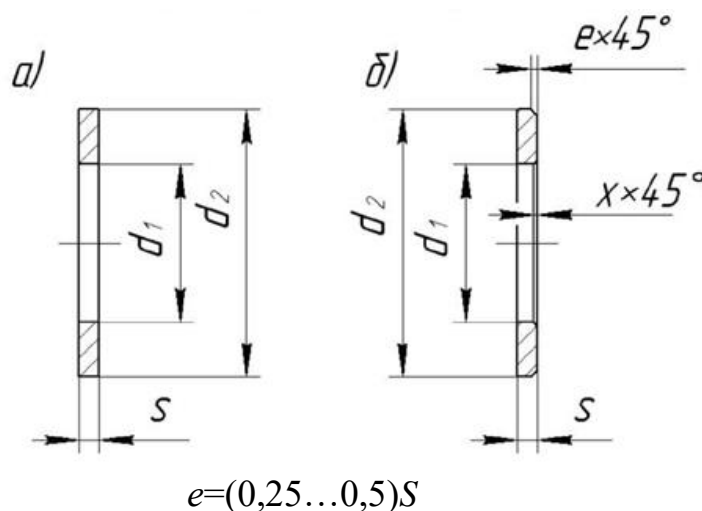


Рисунок 31 – Шайба (а – 1 исполнение; б - 2 исполнение)

В таблице 8 приведены основные размеры круглых шайб.

Таблица 8 – Шайбы нормальные по ГОСТ 11371-78, мм

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	d ₁	d ₂	S
6	6,4	12,5	1,6
8	8,4	17	1,6
10	10,5	21	2,0
12	13	24	2,5
14	15	28	2,5
16	17	30	3
18	19	34	3
20	21	37	3
22	23	39	3
24	25	44	4
27	28	50	4
30	31	56	4
36	37	66	5
42	43	78	7

Диаметр отверстия в шайбе должен быть немного больше диаметра стержня крепёжной детали, но в условном обозначении шайбы указывается диаметр крепёжной детали.

Пример условного обозначения:

а) шайба исполнения 1, для крепления детали диаметром резьбы 12 мм:

Шайба12 ГОСТ 11371-78;

б) то же, исполнение 2:

Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78.

3.5. Шпилька

Шпилька от болта отличается тем, что у нее отсутствует головка и на обоих концах имеется резьба.

Шпилькой называют цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется резьба для ввинчивания в одну из соединяемых деталей, а на другом - резьба для наворачивания гайки (рисунок 32). Шпильки общего применения служат для соединения двух или нескольких деталей, где головки болтов по

конструктивным соображениям нежелательны.

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

У шпильки различают:

l_0 – длина гаечного конца (без сбего),

l_1 – длина резьбы ввинчиваемого конца шпильки.

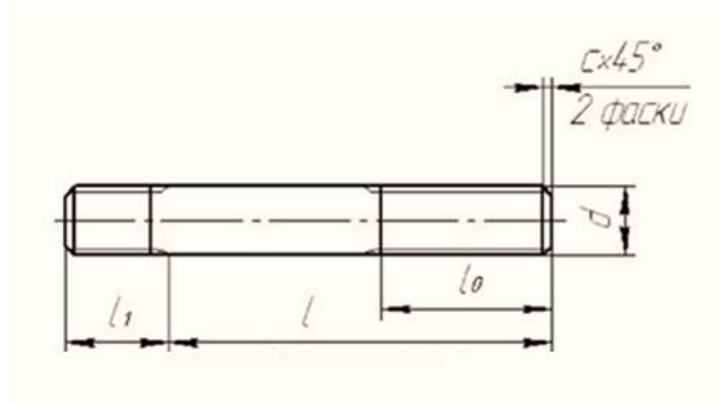


Рисунок 32 – Шпилька

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 сбег резьбы. Резьба гаечного конца шпильки l_0 изображается также со сбегом, однако в размер её длины сбег не входит (рисунок 32).

Длина конца шпильки l_1 зависит от материала детали, в которую она ввинчивается (таблица 9), т.е. для ввинчивания в резьбовые отверстия в деталях из стали, бронзы, латуни и титановых сплавов $l_1=d$. В деталях из ковкого и серого чугуна $l_1=1,25d$ и $1,6d$. В деталях из легких сплавов $l_1=2d$ и $2,5d$.

Таблица 9 - 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)
$l_1=l$	22042-76	22043-76	Без ограничения

Шпильки выпускают по ГОСТ 22032-76... ГОСТ 22043-76. Все стандарты на шпильки содержат только по одному исполнению. Допускается изготавливать шпильки с d_1 приблизительно равным среднему диаметру резьбы. В обозначении этих шпилек после слова «шпилька» ставят цифру 2. Размеры стандартных шпилек приведены в таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Основные размеры шпилек общего применения
ГОСТ 22032-76, ГОСТ 22033-76, мм

Номинальный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы, P		Диаметр стержня, d_1	Длина винчиваемого резьбового конца, l_1
	крупный	мелкий		
6	1	-	6	6
8	1,25	1	8	8
10	1,5	1,25	10	10
12	1,75	1,25	12	12
(14)	2	1,5	14	14
16	2	1,5	16	16
(18)	2,5	1,5	18	18
20	2,5	1,5	20	20
(22)	2,5	1,5	22	22
24	3	2	24	24
(27)	3	2	27	27
30	3,5	2	30	30
36	4	3	36	36
42	4,5	3	42	42
48	5	3	48	48

Примечание: Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять.

Таблица 11 – Длина шпилек общего применения (ГОСТ 22032-76, ГОСТ 22033-76), мм

Номинальная длина шпильки l (без резьбового ввинчиваемого конца l_1)	Длина резьбового конца l_0 (без сбега резьбы) при d					
	10	12	16	20	24	30
	x	-	-	-	-	-
20	x	x	-	-	-	-
25	x	x	-	-	-	-
30	26	x	x	-	-	-
35	26	30	x	x	-	-
40	26	30	X	X	X	-
45	26	30	38	X	X	-
50	26	30	38	X	X	-
55	26	30	38	46	X	X
60	26	30	38	46	X	X
65	26	30	38	46	54	X
70	26	30	38	46	54	X
75						
80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120	26	30	38	46	54	66

Примечание: Знаком X отмечены шпильки с длиной гаечного конца $l_0=l-0,5d$.

Обозначение шпильки: «Шпилька М12х120 ГОСТ 22032-76».

Шпилька с диаметром резьбы $d=12$ мм, с крупным шагом $P=1,75$ мм, длиной шпильки $l=120$ мм.

3.6. Гнездо под шпильку

Гнездо под шпильку вначале высверливают (рисунок 33), затем снимают фаску, после чего нарезают резьбу (рисунок 34).

Диаметр сверла подбирается в зависимости от величины резьбы согласно таблицы 1.

Глубина сверления L зависит от размера l_1 – ввинчиваемого конца шпильки. $L = l_1 + 6P$, где P – шаг резьбы (рисунок 33).

Длина резьбы $l_0 = l_1 + 2P$ (рисунок 34).

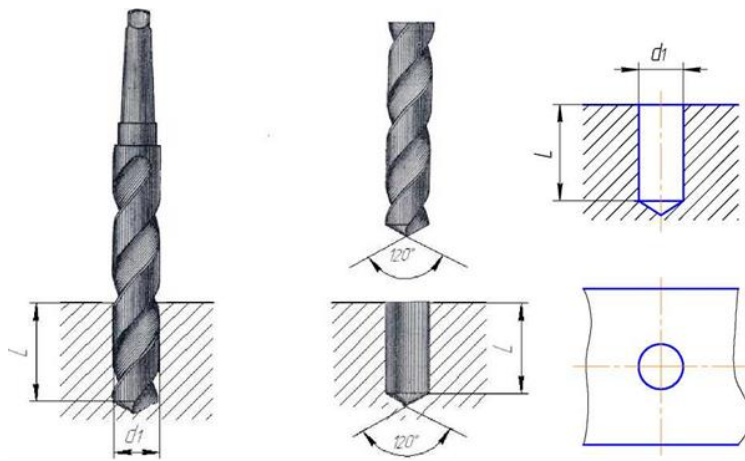


Рисунок 33 – Сверленное гнездо под шпильку

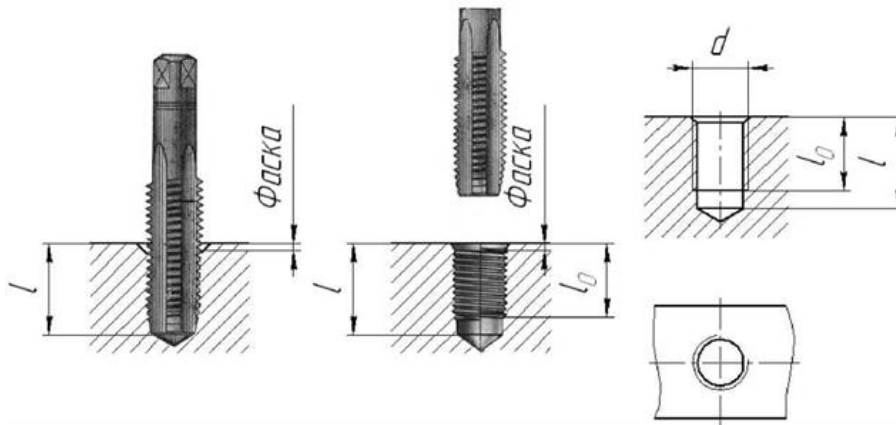


Рисунок 34 – Нарезанное гнездо под шпильку

4. Задание

4.1. Содержание задания

4.1.1 Согласно данным таблицы 12 построить изображения болтового соединения (рисунок 35).

Таблица 12 – Исходные данные к соединению деталей болтом

№ варианта	d	n	m ₁	c	№ варианта	d	n	m ₁	c
1	16	25	50	2	16	20	15	35	2,5
2	20	18	30	2,5	17	16	25	50	2
3	16	25	50	2	18	24	24	30	2,5
4	24	16	40	2,5	19	20	30	25	2,5
5	30	20	30	2,5	20	24	30	20	2,5
6	24	20	40	2,5	21	30	30	30	2,5
7	20	15	40	2,5	22	24	15	40	2,5
8	24	30	20	2,5	23	30	18	35	2,5
9	30	10	40	2,5	24	24	10	40	2,5
10	20	15	25	2,5	25	30	20	35	2,5
11	30	20	30	2,5	26	20	15	25	2,5
12	20	30	20	2,5	27	24	15	30	2,5
13	24	20	30	2,5	28	16	15	25	2
14	16	20	45	2	29	24	20	25	2,5
15	20	25	25	2,5	30	20	10	30	2,5

Болтовое соединение состоит из болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей (рисунок 35).

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.

На чертеже болтового соединения (рисунок 35) 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.

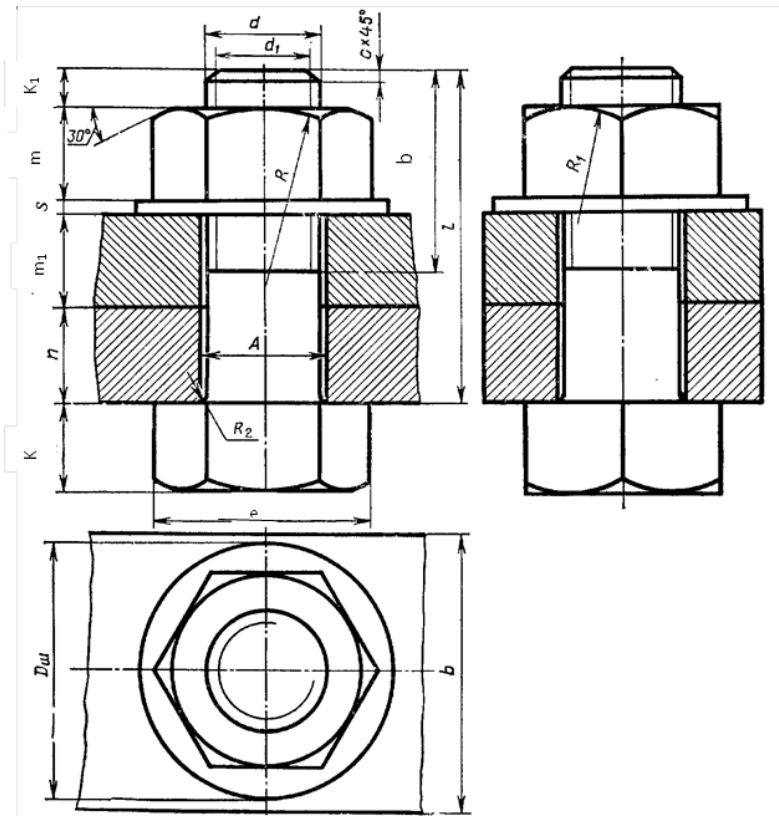


Рисунок 35 – Соединение деталей болтом

Все размеры деталей, входящих в болтовое соединение, (болта, гайки, шайбы) выбираются из таблиц 5, 7, 8 в зависимости от номинального диаметра болта. Размер l - длина болта подобрать по ГОСТ 7798-70 (таблица 6).

На сборочных чертежах общих видов соединения болтом изображают в соответствии с ГОСТ 2.315-68 упрощенно и условно (в зависимости от масштаба). На упрощенном изображении не показывают фаски, зазор между стержнем и отверстием; резьбу на разрезе проводят до конца стержня, а на виде сверху – не показывают. Крепежные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны или менее 2мм, изображают условно (рисунок 36).

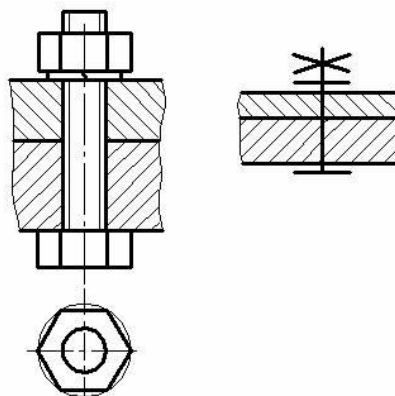


Рисунок 36 – Упрощенное и условное изображения болтом

4.1.2 Построить изображение шпильки согласно данных таблицы 13 (рисунок 37).

Таблица 13 – Исходные данные к соединению деталей шпилькой

№ Варианта	d	n	c	№ варианта	d	n	c
1	16	16	2	16	30	15	2,5
2	20	18	2,5	17	24	14	2,5
3	30	20	2,5	18	20	20	2
4	20	20	2,5	19	20	15	2,5
5	24	14	2,5	20	30	16	2,5
6	30	20	2,5	21	24	20	2,5
7	20	15	2,5	22	16	20	2,5
8	16	20	2	23	20	20	2,5
9	20	18	2,5	24	30	20	2,5
10	20	15	2,5	25	20	15	2,5
11	30	20	2,5	26	24	15	2,5
12	24	18	2,5	27	30	15	2,5
13	16	15	2	28	16	20	2,5
14	20	16	2,5	29	20	20	2,5
15	30	20	2,5	30	30	15	2,5

c – размер фаски

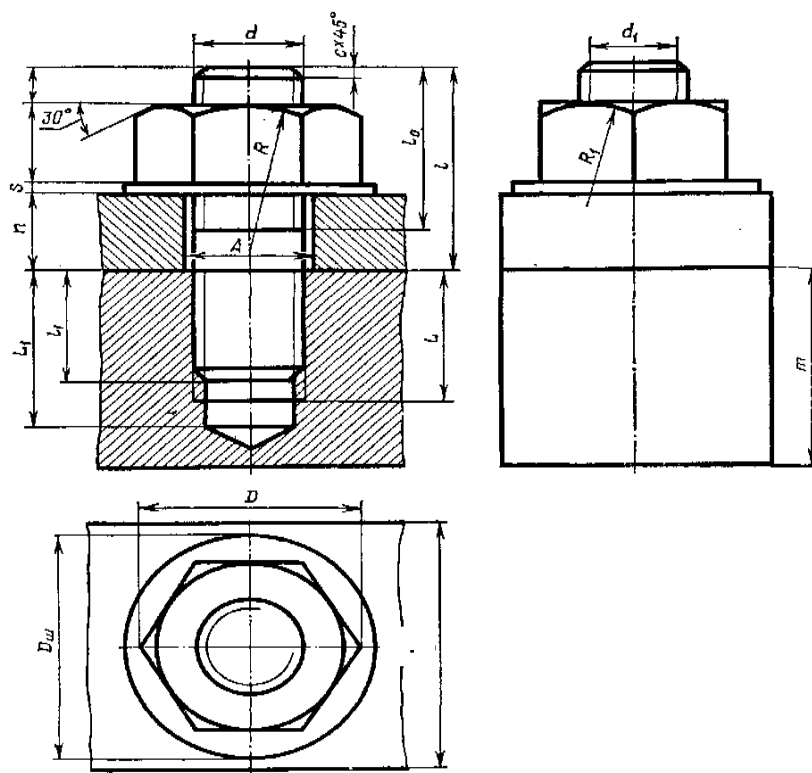


Рисунок 37 – Соединение деталей шпилькой

Шпилечное соединение состоит из шпильки, гайки, шайбы и соединяемых деталей (рисунок 37) и применяется, когда одна из этих деталей имеет значительную толщину, т. е. когда нецелесообразно сверлить сквозное отверстие для болта большой длины.

Для осуществления соединения в одной из соединяемых деталей сверлят отверстие (рисунок 33) и нарезают резьбу (рисунок 34).

Размеры резьбового отверстия назначают в зависимости от диаметра, шага и длины резьбы ввинчиваемого конца шпильки с учётом запаса резьбы и её недореза (таблица 14). Запас резьбы обеспечивает ввинчивание шпильки в резьбовое отверстие на всю длину резьбы ввинчиваемого конца (рисунок 38).

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



Рисунок 38 – Резьбовое отверстие

Таблица 14 - Параметры резьбового отверстия, мм

Шаг резьбы Р	Запас резьбы h	Недорез резьбы «а» не более	Диаметр отверстия под нарезание резьбы D_1	Размер фаски С,
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	

Размер l -длина шпильки – подобрать по ГОСТ 22032-76 (таблица 11).

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

На чертеже шпилечного соединения (рисунок 37) 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 (рисунок 39) 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.

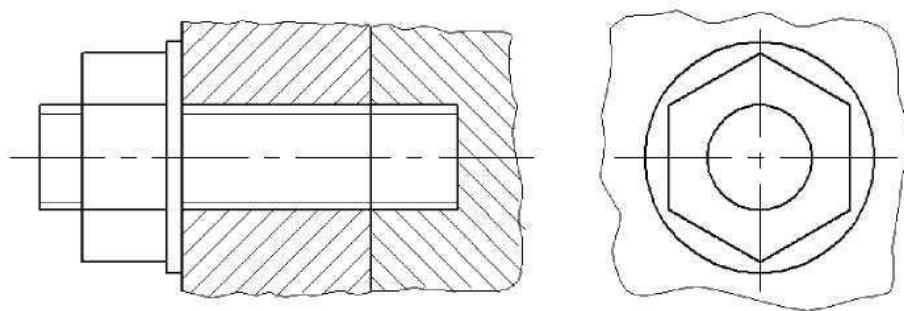


Рисунок 39 – Упрощенное изображение шпилечного соединения

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

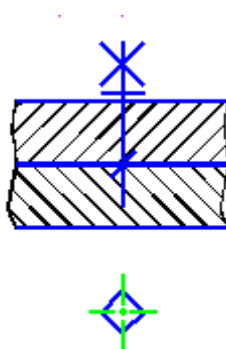


Рисунок 40 - Условное изображение шпилечного соединения

Библиографический список

1. Государственные стандарты. Указатель 2016 г. по состоянию на 01.03.2016. Изд. официальное. Государственный комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации.
2. Государственные стандарты ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. М.: Изд-во стандартов, 1995.
3. Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.305-2008 Изображения – виды, разрезы, сечения. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2008.
4. Березина Н. А. Инженерная графика: учеб. пособие для СПО. М.: Инфра-М, 2010. 272 с.
5. Куликов В.П., Кузин А.В. Инженерная графика: учеб. для СПО. М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013. 368 с.
6. Миронов Б.Г., Панфилова Е.С. Сборник упражнений для чтения чертежей по инженерной графике: учеб. пособие для СПО. М.: Академия, 2013. 128 с.
7. Сорокин Н.П. Инженерная графика: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2016. 392 с.

Учебное издание

Кожухова Нэлли Юрьевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
ТЕМА «РЕЗЬБА И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для практической и самостоятельной работы обучающихся
по специальностям среднего профессионального образования

Компьютерный набор и верстка Кожуховой Н.Ю.

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 06.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 2,79. Тираж 35 экз. Изд. № 5549.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ