

Троицкий авиационный технический колледж – филиал федерального
государственного образовательного учреждения высшего образования
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (МГТУ ГА)

Автор: Овсянникова Н.А.



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ
на тему «Резьбовые соединения»

Троицк, 2025г.

Рассмотрено и утверждено на заседании ц\к ОТП

Протокол №11 от 13.05.2025г.

Председатель ЦК ОТП: Ольга /Н.А.Овсянникова/

Согласовано:

Зам.директора по УР: Валентина /В.А. Хомуткова/
«13» 05 2025г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБЕ И РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ...	5
1.1. Основные определения.....	5
1.2 Классификация резьб.....	6
2. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ.....	10
3. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ.....	16
4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	22

ВВЕДЕНИЕ

Соединения деталей машин и приборов в изделиях могут быть разъёмными, позволяющими выполнить их многократную сборку и разборку, и неразъёмными, разборку которых можно произвести только с частичным разрушением некоторых деталей, входящих в соединение.

Для каждого вида соединений есть особенности, упрощения и условности, применяемые при выполнении его изображения.

В современном машиностроении большое распространение получили разъёмные соединения деталей машин, осуществляемых при помощи резьбы, поэтому изучению изображения резьбовых соединений и изделий необходимо уделить особое внимание.

Учебно-методическое пособие предназначено для использования курсантами 2 курса Троицкого авиационного технического колледжа при изучении дисциплины «Инженерная графика».

Цель данного пособия – помочь курсантам изучить резьбовые соединения, научиться графически грамотно, в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), выполнять и свободно читать чертежи.

Данное учебно-методическое пособие содержит теоретическую часть раздела, задание для выполнения практической работы, что значительно облегчит работу и студента, и преподавателя. А также поможет самостоятельно изучить данную тему и выполнить задание при отсутствии на занятии.

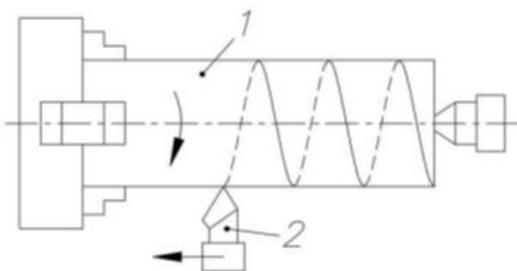
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБЕ И РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

1.1. Основные определения

Резьба – это винтовая нарезка, имеющая определенный профиль, диаметр и шаг.

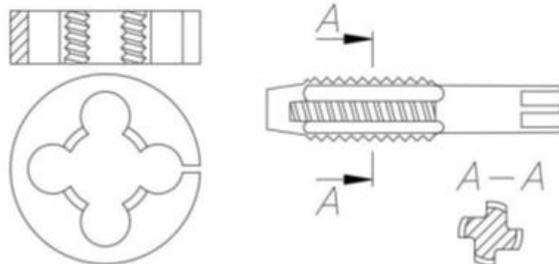
Разъемное соединение двух деталей, образованное сопряжением имеющихся на них резьбовых поверхностей, конструктивно соответствующих друг другу, называется **резьбовым соединением**.

Резьбовая поверхность может быть получена путем нарезки или накатки. Нарезка резьбы заключается в удалении слоя материала с поверхности исходного тела вращения (заготовки) специальным режущим инструментом на станке (резцом – рисунок 1) или вручную (плашкой, метчиком – рисунок 2). Накатка резьбы используется реже и выполняется на станке путем воздействия на заготовку специальным нажимным инструментом без удаления слоя материала.



а

Рисунок 1 – Нарезка резьбы на станке: 1 – заготовка; 2 – резец



б

Рисунок 2 – Инструменты для нарезки резьбы вручную:
а – плашка; б – метчик

Технология процесса изготовления резьбы и конструктивные особенности резьбонарезного инструмента обуславливают наличие у резьбовой поверхности ряда технологических элементов, показанных на рисунке 3.

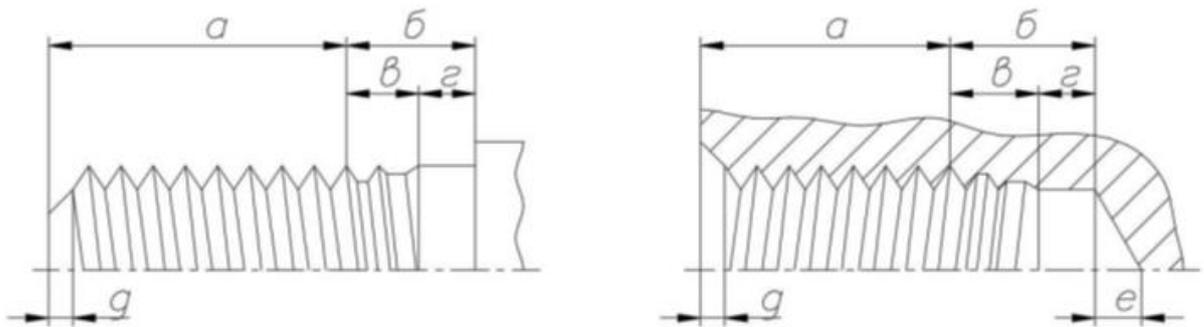


Рисунок 3 – Технологические элементы резьбы:

a – полный профиль; б – недорез; в – шаг; г – недовод; д – фаска; e – выход из-под сверла б

Резьбы весьма разнообразны и классифицируются по конструктивным параметрам, свойствам и области применения.

1.2 Классификация резьб

1. по форме профиля:

- треугольная (рисунок 4, а), являющаяся основным типом крепежной резьбы;
- трапецеидальная (рисунок 4, б), предназначенная для винтов, передающих движение частям механизмов;
- упорная резьба (рисунок 4, в), используется для крепления деталей, испытывающих значительные осевые нагрузки в одном направлении;
- круглая (рисунок 4, г), специального назначения, предназначенная для цоколей и патронов электрических ламп, корпусов электроосветительной арматуры и др.;
- прямоугольная (рисунок 4, д) и квадратная резьбы, предназначенные для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах;
- трубная цилиндрическая (рисунок 4, е) применяется для соединения труб, арматуры трубопроводов и фитингов диаметром от 1/16 до 6 дюймов при числе ниток от 28 до 11 на один дюйм.

2. по назначению:

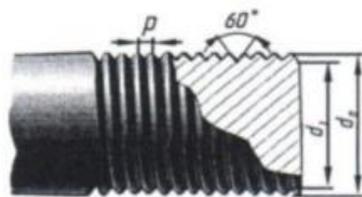
- крепежная резьба, предназначенная для скрепления деталей (преимущественно треугольного профиля);

- ходовая резьба - резьба на валу для передвижения суппорта токарного станка, резьба на винте машинных тисков, домкратов и др. (по преимуществу трапецеидальная и прямоугольная);

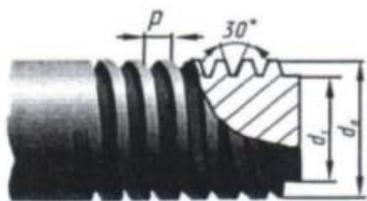
3. по форме поверхности:

- цилиндрическая резьба - образованная на поверхности цилиндра;

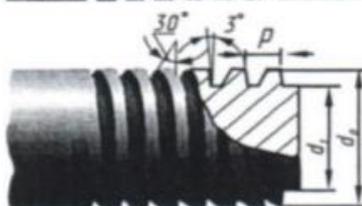
- коническая резьба - образованная на поверхности конуса;



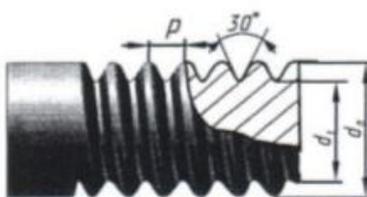
а) метрическая резьба



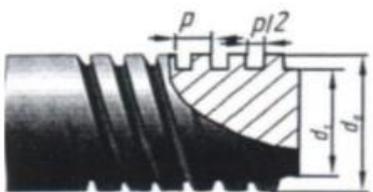
б) трапецеидальная резьба



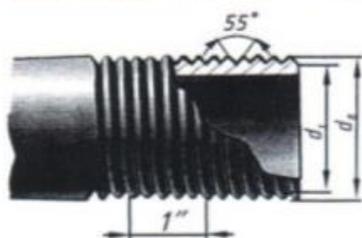
в) упорная резьба



г) круглая резьба



д) прямоугольная резьба



е) трубная цилиндрическая резьба

Рисунок 4 – Разновидности профиля резьбы

4. по характеру поверхности:

- наружная резьба - образованная на наружной поверхности цилиндра или конуса;
- внутренняя резьба - образованная на внутренней поверхности цилиндра или конуса;

5. по направлению резьбы:

- правая резьба - образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя;
- левая резьба - образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя;

6. по числу заходов (выступов и канавок):

- однозаходная резьба - образованная одной винтовой ниткой;
- многозаходная резьба - образованная несколькими (двумя, тремя и т. д.) винтовыми нитками. Винтовая нитка - выступ винтовой резьбы, образованный одним профилем.

Различают наружную резьбу, расположенную на охватываемой детали (стержне) и внутреннюю, расположенную на охватывающей детали (в отверстии). В зависимости от формы резьбовой поверхности, резьба бывает цилиндрической и конической. Профиль резьбы является важнейшей характеристикой, определяющей ее конструкцию, функциональные возможности и область применения.

Шаг резьбы равен расстоянию между двумя соседними одноименными точками профиля, измеренному в осевом направлении.

Число заходов резьбы равно количеству независимых винтовых линий, составляющих резьбовую поверхность. Многозаходные резьбы обычно бывают двух-, трех- или четырехзаходные и применяются в качестве кинематических. Важной характеристикой многозаходной резьбы является величина хода. Ход резьбы равен расстоянию между двумя соседними одноименными точками профиля одной и той же винтовой линии, измеренному в осевом направлении, и определяется по формуле $P_h = n \times P$, где

n – число заходов, P – шаг резьбы. Таким образом, ход резьбы показывает, чему будет равно осевое перемещение гайки за один оборот винта. Ход однозаходной резьбы равен ее шагу. Направление резьбы определяется направлением винтовой линии, образующей резьбовую поверхность. Различают правую и левую резьбу. Направление резьбы определяется таким образом, что, если смотреть на резьбу с торца, то при движении вдоль витка винтовой линии от наблюдателя обходу по часовой стрелке соответствует правая резьба, в ином случае – левая. Поскольку преобладающее использование имеет правая резьба, то при отсутствии дополнительного указания о направлении резьбы она всегда считается правой. В случае левой резьбы в ее обозначении дополнительно указывают буквы LH (для стандартных резьб) либо непосредственно на чертеже делают указание о том, что резьба левая (для нестандартной резьбы).

В зависимости от функционального назначения резьбового соединения, различают резьбы крепежные, предназначенные для обеспечения соединения деталей (метрическая, трубная и др.), и кинематические (или ходовые), предназначенные для обеспечения заданного взаимного перемещения деталей и преобразования вращательного движения в поступательное (трапецеидальная, упорная). Резьбы могут также использоваться в специальных целях. К крепежным резьбам могут предъявляться дополнительные требования обеспечения повышенной плотности (герметичности) соединения.

2. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Правила изображения и нанесения обозначений резьбы на чертежах установлены ГОСТ 2.311–68. Резьбу, независимо от ее вида, на чертеже условно изображают: на стержне – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рисунок 5); в отверстии – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру (рисунок 6).

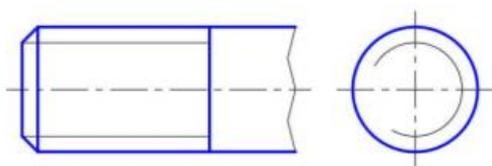


Рисунок 5 - Изображение наружной резьбы (на стержне)

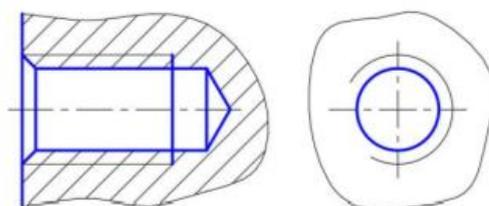
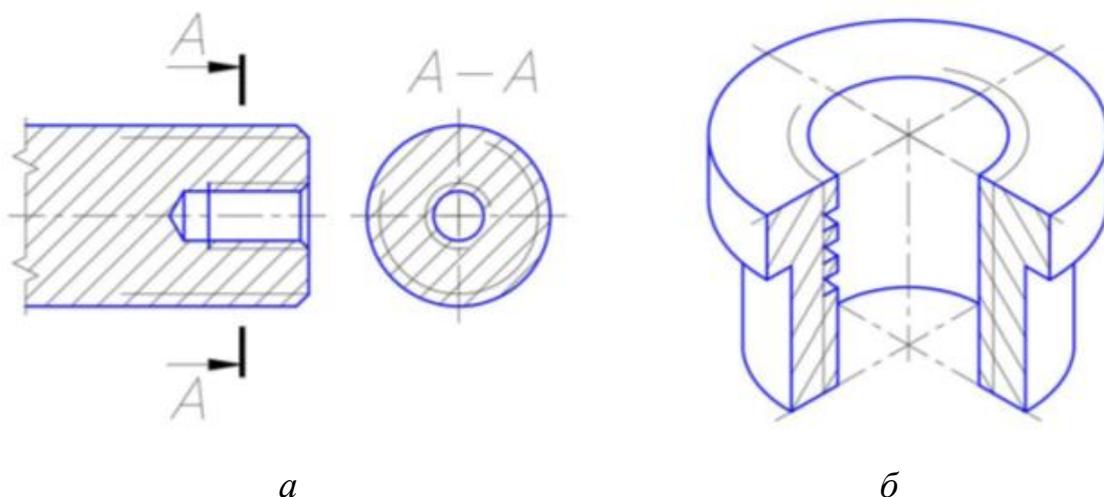


Рисунок 6 - Изображение внутренней резьбы (в отверстии)

На изображении резьбы в проекции, параллельной оси стержня или отверстия, сплошную тонкую линию проводят на длину полного профиля резьбы. На изображении резьбы в проекции, перпендикулярной оси стержня или отверстия, сплошную тонкую линию проводят в виде дуги, приблизительно равной $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутой в любом месте. Фаску на стержне или в отверстии с резьбой, не имеющую специального конструктивного назначения, на виде с торца не изображают.

Сплошную тонкую линию в изображении резьбы проводят на расстоянии не менее 0,8 мм и не более шага резьбы от основной линии. Видимую границу резьбы показывают сплошной основной линией и проводят по месту окончания полного профиля до линий наружного диаметра. При необходимости, невидимую границу резьбы показывают штриховой линией. Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии

наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т. е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рисунок 7).



а
Рисунок 7 – Изображение резьбы в разрезе: *а* – на чертеже;

б – в аксонометрии

При изображении резьбы со сбегом его показывают сплошной тонкой линией (рисунок 8). При изображении резьбы как невидимой ее показывают штриховой линией по наружному и внутреннему диаметрам (рисунок 9). На чертежах, по которым резьбу не выполняют, резьбу в глухом отверстии допускается изображать упрощенно, как показано на рисунке 12.

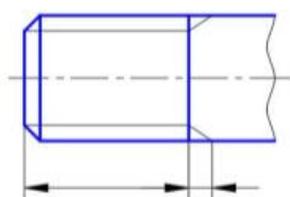


Рисунок 8 -
Изображение резьбы
со сбегом

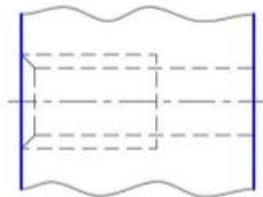


Рисунок 9 -
Изображение
невидимой резьбы

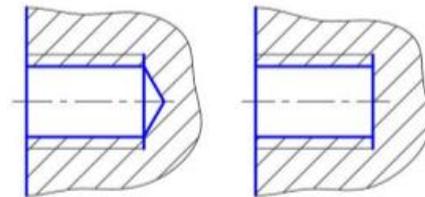


Рисунок 10 -
Упрощенное
изображение резьбы
в глухом отверстии

Коническую резьбу изображают по тем же правилам, которые установлены для изображения цилиндрической резьбы (рисунок 11).

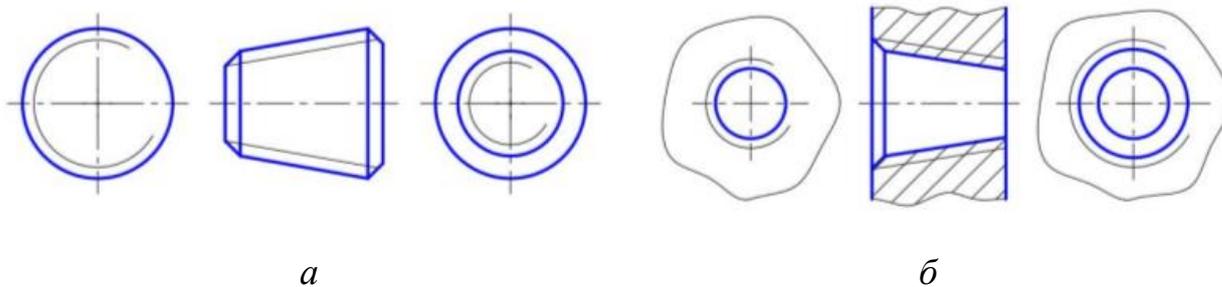


Рисунок 11 – Изображение конической резьбы:

а – наружной; б – внутренней

В изображении резьбового соединения резьбу всегда показывают по стержню, а в отверстии – только в той части, которая не закрыта стержнем (рисунок 12).

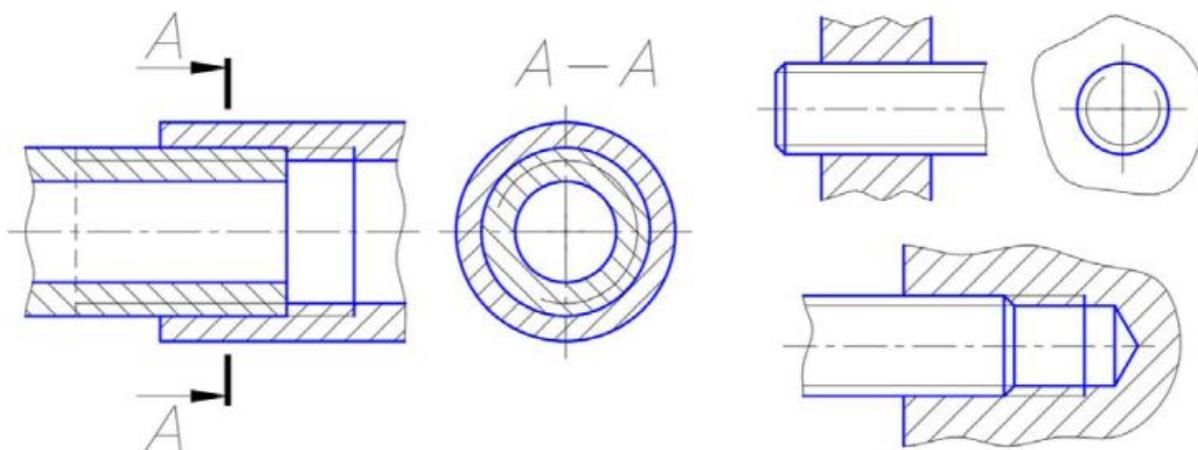


Рисунок 12 – Изображение резьбовых соединений

Обозначения резьб указывают в соответствии со стандартами на эти резьбы и относят их, за исключением трубной цилиндрической и конических резьб, к наружному диаметру (рисунок 13).

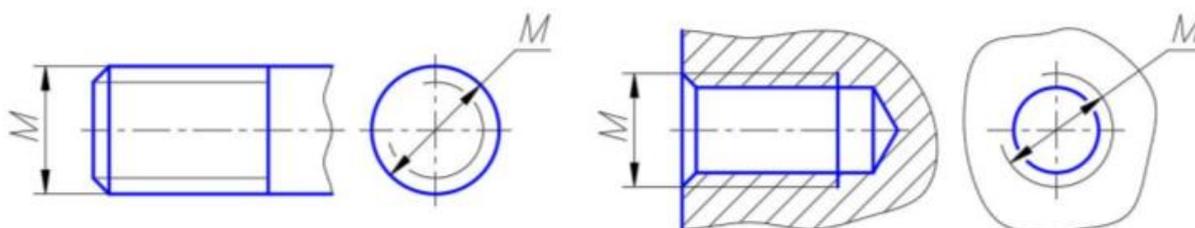


Рисунок 13 – Примеры обозначения резьбы по наружному диаметру

Обозначения трубной цилиндрической и конических резьб наносят с помощью линий-выносок, как показано на рисунке 14.

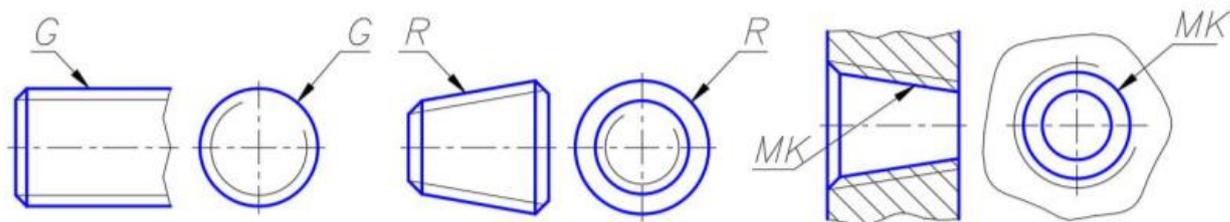


Рисунок 14 – Примеры обозначения резьбы с помощью линий-выносок

Длину резьбы задают по полному профилю, включая фаску. При необходимости, длину сбега резьбы указывают отдельно (см. рисунок 8). Размеры резьбы с нестандартным профилем приводят на чертеже по общим правилам нанесения размеров с указанием, при необходимости, дополнительных сведений о резьбе (числе заходов, направлении и т. п.). Например, на рисунке 15 показана нестандартная резьба с прямоугольным профилем, довольно часто используемая в качестве кинематической.



Рисунок 15 – Нанесение размеров резьбы с нестандартным профилем

В аксонометрических проекциях по ГОСТ 2.317-2011 резьбу изображают, как и на чертежах. При этом допускается изображать полностью или частично профиль резьбы (см. рисунок 7, б).

Класс точности резьбы определяет степень соответствия фактических размеров профиля резьбы их номинальным (теоретическим) значениям. Для разных видов резьб стандартами могут устанавливаться различные классы точности. Например, для метрической резьбы предусматривается 3 класса точности: точный, средний и грубый. Исходя из класса точности резьбы, назначается то или иное поле допуска резьбы (таблица 1), которое указывается в ее обозначении.

Таблица 1 – Классы точности и поля допусков метрической резьбы

Класс точности	Поля допусков резьбы	
	наружная резьба	внутренняя резьба
Точный	4h	4H, 5H
Средний	6d, 6e, 6f, 6g, 6h	6G, 6H
Грубый	8g, 8h	7G, 7H

Примечание. Значения в рамке являются предпочтительными.

Поле допуска задает допустимые предельные отклонения размера от номинального значения. Поля допусков различаются в системе вала (для наружной резьбы) и отверстия (для внутренней резьбы). Сочетание полей допусков наружной и внутренней резьбы определяет посадку резьбового соединения.

Примеры обозначения метрической резьбы:

– номинальный диаметр 24 мм, крупный шаг, поле допуска 6g

M24-6g

– номинальный диаметр 24 мм, мелкий шаг 1,5 мм, поле допуска 6g

M24×1,5-6g

– номинальный диаметр 24 мм, крупный шаг, поле допуска 6g, левая

M24LH-6g

– номинальный диаметр 24 мм, мелкий шаг 1,5 мм, поле допуска 6g, двухзаходная (ход резьбы $2 \times 1,5 = 3$ мм), левая

M24×3(P1,5)LH-6g

Пример обозначения метрической конической резьбы с номинальным диаметром 24 мм (шаг 1,5 мм) и полем допуска 6g

MK24×1,5-6g

Наружная метрическая коническая резьба может соединяться с внутренней цилиндрической метрической резьбой, имеющей такие же номинальный диаметр и шаг. Пример обозначения такого соединения

M/MK24×1,5

В обозначении трубной цилиндрической резьбы указывают букву G, номинальный размер, класс точности A (повышенный) или B (обычный), а также длину свинчивания, если она отличается от стандартной.

Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы: – номинальный размер 1 1/2 дюйма (условный проход 40 мм), класс точности B

G1 1/2-B

В обозначении трапецеидальной резьбы указывают буквы Tr, номинальный диаметр, шаг (либо ход и шаг – для многозаходной резьбы)

Примеры обозначения трапецеидальной резьбы:

– номинальный диаметр 24 мм, шаг 8 мм

Tr24×8

– номинальный диаметр 24 мм, шаг 5 мм, левая

Tr24×5LH

– номинальный диаметр 24 мм, шаг 2 мм, трехзаходная (ход резьбы $3 \times 2 = 6$ мм), левая

Tr24×6(P2)LH

В обозначении упорной резьбы указывают букву S, номинальный диаметр, шаг (либо ход и шаг – для многозаходной резьбы) и поле допуска.

Примеры обозначения упорной резьбы:

– номинальный диаметр 24 мм, шаг 5 мм, поле допуска 8h

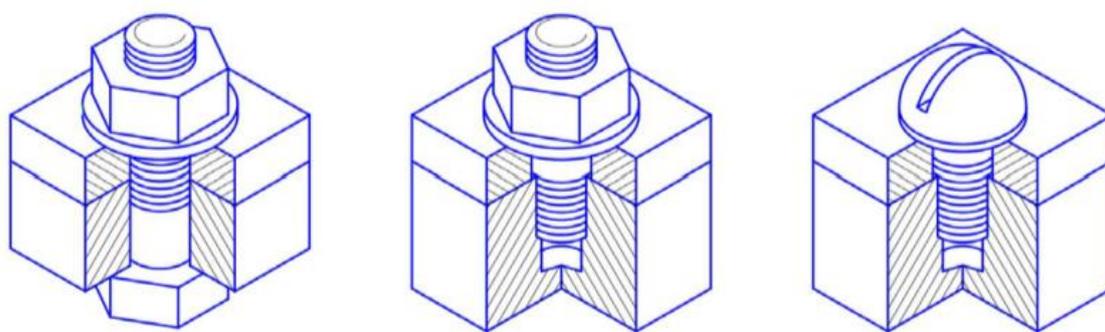
S24×5-8h

– номинальный диаметр 24 мм, шаг 2 мм, поле допуска 8h, четырехзаходная (ход резьбы $4 \times 2 = 8$ мм), левая

S24×8(P2)LH-8h

3. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

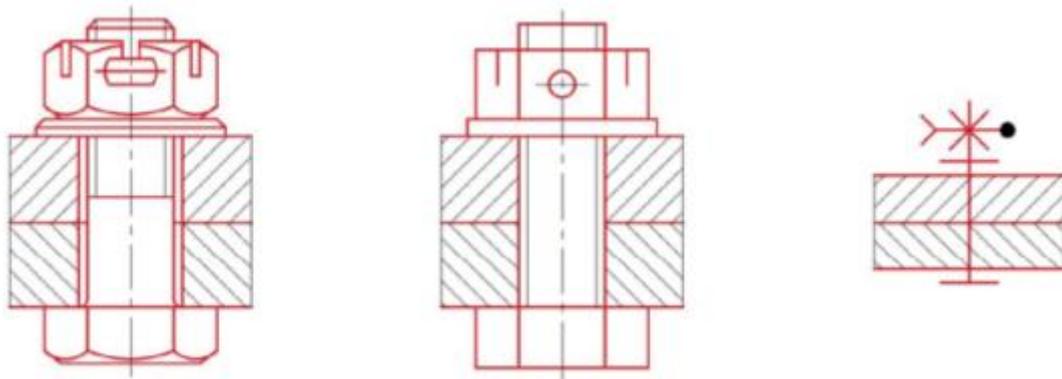
Крепежные изделия представляют собой детали, предназначенные для жесткого скрепления отдельных составных частей машин и конструкций. К крепежным изделиям относятся болты, шпильки, винты, гайки, заклепки, шурупы, шпонки и другие изделия, а также вспомогательные детали – шайбы и шплинты. Большинство крепежных изделий стандартизованы. В данном разделе рассматриваются резьбовые крепежные изделия, как наиболее распространенные, а также соединения на основе таких изделий – болтовое, шпильчное и винтовое (рисунок 16).



а *б* *в*
Рисунок 16 – Соединения с помощью крепежных изделий:

а – болтовое; *б* – шпильчное; *в* – винтовое

Различают конструктивное, упрощенное и условное изображения крепежных изделий на чертежах (рисунок 17). Изображение крепежного изделия, выполненное по его действительным размерам и во всех подробностях, называется конструктивным. Поскольку крепежные изделия, как правило, присутствуют в сборочных узлах в большом количестве, а вычерчивание конструктивного изображения является трудоемким и не требуется для понимания чертежа, то ГОСТ 2.315–68 предусматривает выполнение на сборочных чертежах и чертежах общих видов упрощенных или условных изображений крепежных изделий.



а

б

в

Рисунок 17 – Изображения крепежных изделий: а – конструктивное;

б – упрощенное; в – условное

Упрощенное изображение однотипных крепежных изделий вычерчивают по единой схеме, независимо от их конкретного исполнения. Условное изображение крепежного изделия допускается применять вместо упрощенного, если диаметр стержня изделия на чертеже составляет 2 мм и менее. Резьбовые крепежные изделия, в зависимости от их назначения, могут иметь самый разнообразный вид. Ниже приводятся примеры наиболее употребительных болтов, шпилек, винтов, гаек и шайб.

Болты с шестигранной головкой изготавливаются классов точности А (ГОСТ 7805–70), В (ГОСТ 7798–70) и С (ГОСТ 15589–70) в нескольких исполнениях (рисунок 18).

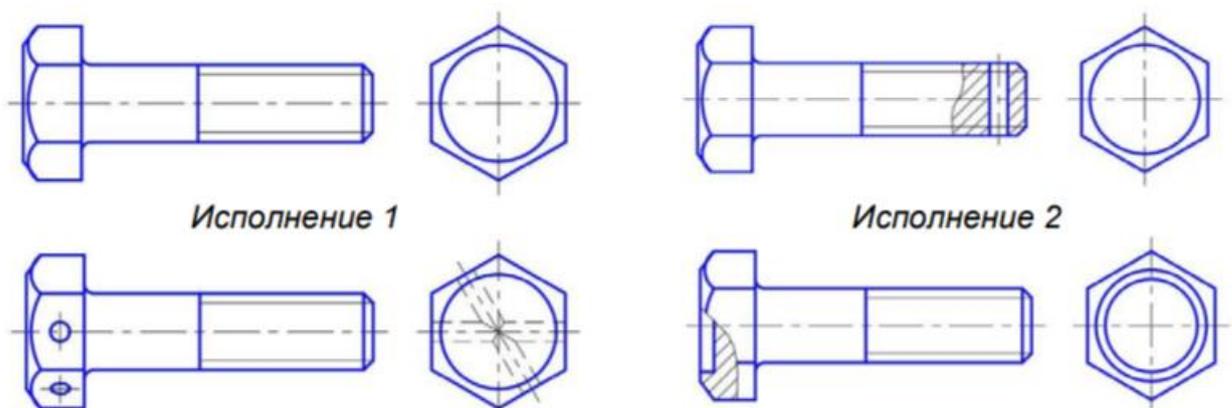


Рисунок 18 – Болты с шестигранной головкой

Стандартные длины болтов, а также шпилек и винтов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Стандартные длины болтов, шпилек и винтов

Длина стержня, мм														
35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130

Шпильки общего применения изготавливаются с различной длиной винчиваемого резьбового конца, определяемой материалом корпуса, классов точности А и В в двух исполнениях (рисунок 19).



Рисунок 19 – Шпильки общего применения

Винты с цилиндрической (ГОСТ 1491–80), полукруглой (ГОСТ 17473–80), полупотайной (ГОСТ 17474–80) и потайной (ГОСТ 17475–80) головкой изготавливаются классов точности А и В в исполнениях с прямым и крестообразным шлицем (таблица 3).

Таблица 3 – Конструктивные исполнения винтов

ГОСТ	Исполнение 1	Исполнение 2
1491–80		—
17473–80		
17474–80		
17475–80		

Гайки шестигранные изготавливаются классов точности А (ГОСТ 5927–70), В (ГОСТ 5915–70) и С (ГОСТ 15526–70) в различных исполнениях (рисунок.20).

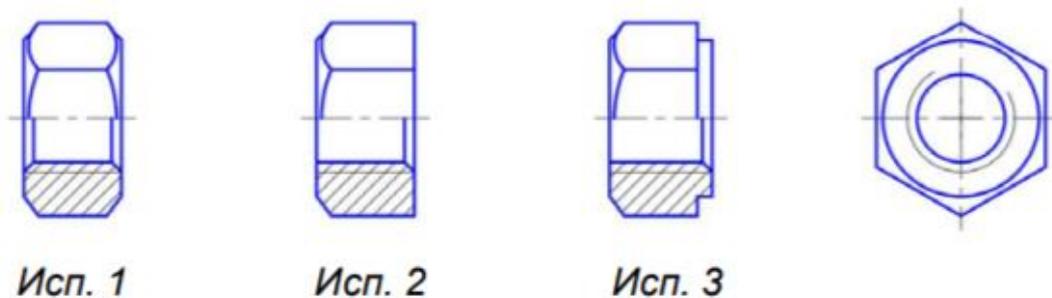


Рисунок 20 – Гайки шестигранные

Шайбы подразделяются на обычные (предохраняют поверхности деталей от смятия при затяжке), пружинные и стопорные (предотвращают самоотвинчивание). К обычным, в частности, относятся шайбы плоские круглые нормальные по ГОСТ 11371–78, которые изготавливаются классов точности А и С в исполнениях 1 (без фаски) и 2 (с наружной фаской).

Болтовое соединение осуществляется с помощью болта, гайки и шайбы, при этом в скрепляемых деталях (условно – корпусе и крышке) выполняются сквозные гладкие (без резьбы) отверстия. Конструктивное и упрощенное изображения болтового соединения приведены на рисунке 21.

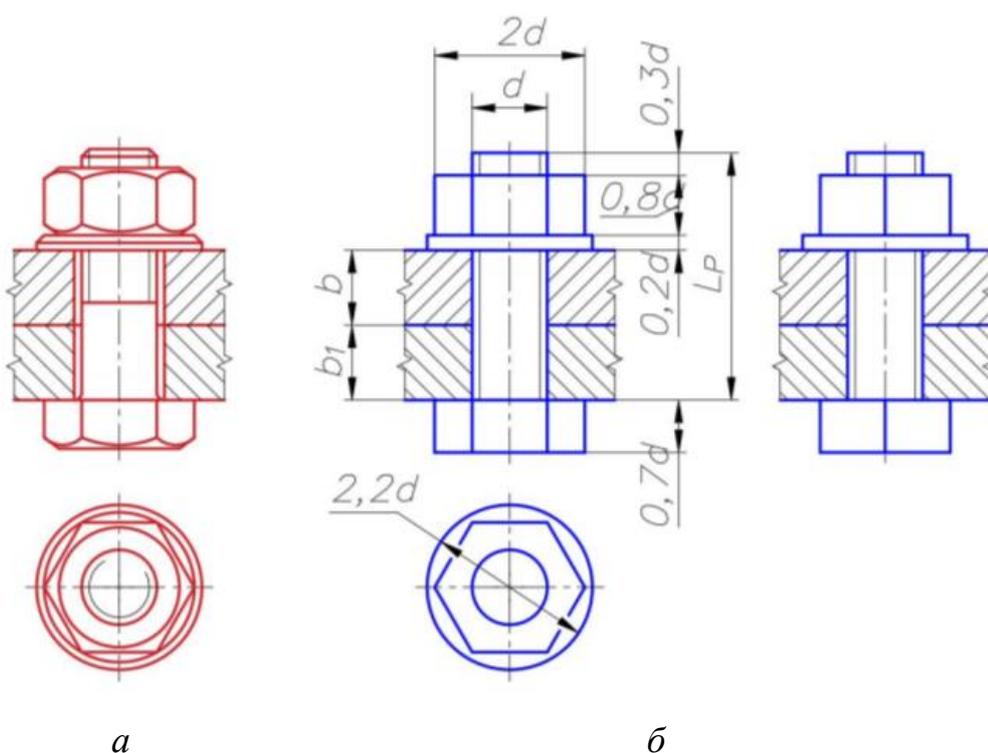


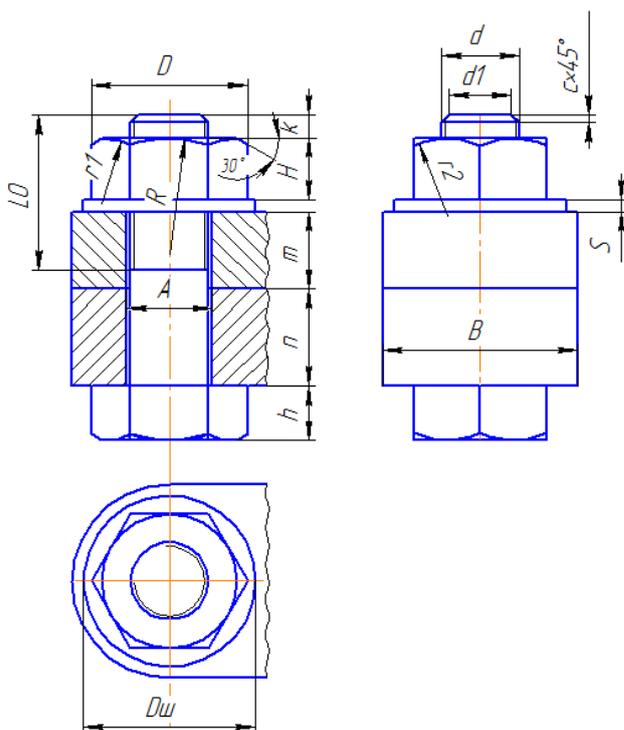
Рисунок 21 – Изображения болтового соединения:

а – конструктивное; *б* – упрощенное

Упрощенное изображение вычерчивают по размерам, пропорциональным номинальному диаметру резьбы (d). Расчетную длину болта (L_P) определяют, исходя из толщин соединяемых деталей (b и b_1) с учетом места для размещения гайки и шайбы, и свободного конца (в сумме $1,3d$).

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Целью заданий для самостоятельной работы является закрепление студентами знаний о резьбе и резьбовых соединениях. Перед выполнением заданий следует изучить содержание предыдущих разделов настоящего учебно-методического пособия, обращаясь, при необходимости, к справочной литературе и соответствующим стандартам.



По заданным размерам $d=20$ $m=20$ $n=25$
Шаг резьбы $p=2$
Выполнить расчет размеров
Внутренний диаметр резьбы $d_1=0,85*d$
Диаметр гайки $D=2*d$
Высота гайки $H=0,8*d$
Высота головки болта $h=0,7*d$
Размер фаски $c=0,1*d$
Диаметр отверстия деталей $A=1,1*d$
Выступающая над гайкой часть болта $k=0,3*d$
Диаметр шайбы $D_w=2,2*d$
Толщина шайбы $S=0,15*d$
Длина резьбовой части болта $L_0=2*d$
Ширина деталей $B=2,5*d$
Радиусы фасок гайки и головки болта:
 $R=1,5*d$ r_1 по построению $r_2=d$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1. Серга Г.В., Табачук И.И., Кузнецова Н.Н.** Инженерная графика, М., Инфра-М, 2025г.
- 2. Бабулин Н.А.** Построение и чтение машиностроительных чертежей учебник / Н. А. Бабулин. – 12-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 453 с.: ил.
- 3. Левицкий В.С.** Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник / В.С. Левицкий. – М.: Высшая школа, 2007. – 435 с.: ил.
- 4. Г.В.Буланже, В.А.Гончарова, И.А.Гущин, Т.С.Молокова** Инженерная графика. М., Инфра-М, 2023г.