

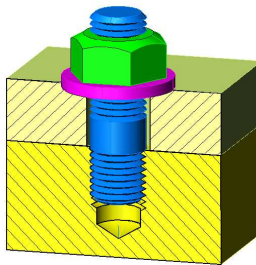
Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

Кафедра «Инженерная графика»

РЕЗЬБЫ. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методическое пособие для студентов дневной и вечерней
формы обучения всех специальностей



Нижний Новгород 2009

Составители: Т.В.Кирилловых, К.Л.Черноталова, Гончаренко Е.Е

УДК 744.621

Резьбы. Крепежные изделия. Разъемные соединения: метод. пособие для студентов дневной и вечерней формы обучения всех специальностей/ НГТУ; Сост.: Т.В.Кирилловых, К.Л.Черноталова, Гончаренко Е.Е. Н.Новгород, 2009, 40 с.

В пособии содержатся сведения о резьбах, крепежных деталях: болтах, винтах, шпильках, шпонках и др., о разъемных соединениях: болтовых, винтовых, шпилечных, шпоночных; даны примеры выполнения графических работ. Приведена таблица с вариантами заданий для выполнения графических работ. Пособие рекомендуется использовать в ходе подготовки к занятиям и тестам по инженерной графике.

Ответственный редактор Т.В.Кирилловых
Редактор Э.Б.Абросимова

Подп. к печ. 26.05.09. Формат 60x84¹/16. Бумага газетная.
Печать офсетная. Печ.л. 2,5. Уч.-изд.л. 1,8 Тираж 1000 экз.
Заказ

Нижегородский государственный технический университет.
Типография НГТУ. 6036950, Н.Новгород, ул. Минина, 24.

© Нижегородский
государственный
технический университет, 2009

1. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ

Во всех приборах, машинах, установках отдельные детали соединены между собой различными способами. Соединения деталей машин подразделяют на разъемные и неразъемные.

Разъемные соединения – соединения деталей, которые можно многократно разъединять и соединять, не деформируя соединяемые и крепежные детали. Разъемные соединения могут быть двух видов: неподвижные и подвижные.

Неподвижные соединения исключают возможность перемещения деталей относительно друг друга. К таким соединениям относятся: болтовое, шпилечное, винтовое, фитинговое. Основным элементом этих деталей является резьба.

Подвижные соединения предусматривают взаимное перемещение деталей, например, в шпоночных соединениях, шлицевых и пр..

Неразъемные соединения – соединения, которые могут быть разобраны при повреждении соединяемых и соединяющих деталей. Эти соединения выполняются сваркой, пайкой, клепкой и др.

В машиностроении большое распространение получили разъемные резьбовые соединения, осуществляемые при помощи резьб различных профилей.

2. РЕЗЬБЫ

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ПАРАМЕТРЫ

Резьбой называется совокупность выступов и впадин, расположенных по винтовым линиям на цилиндрической или конической поверхностях стержней и отверстий. Все основные типы резьб стандартизованы.

Резьба классифицируется по нескольким признакам:

1. В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, трапецеидального, круглого, прямоугольного и других профилей (черт.1).

2. В зависимости от формы поверхности, на которой выполнены резьбы, они разделяются на цилиндрические и конические.

3. В зависимости от расположения на поверхности резьбы разделяются на наружные (болт) и внутренние (гайка) (рис.2).

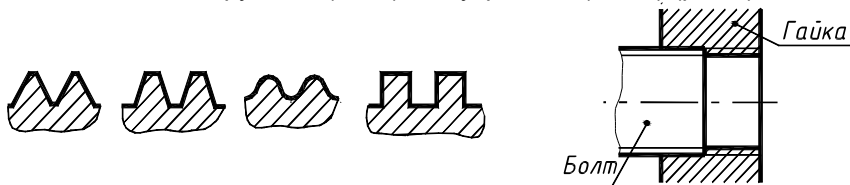


Рис.1. Профили резьбы

Рис.2. Резьба внешняя (болт),
резьба внутренняя (гайка)

4. По эксплуатационному назначению резьбы подразделяются на крепежные (метрические, трубные, дюймовые) и ходовые (трапецеидальные, упорные, с прямоугольным профилем).

5. В зависимости от направления винтовой поверхности резьбы подразделяются на правые и левые (рис.3). Обычно на изделии нарезается правая резьба.

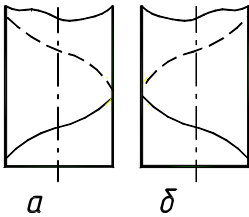


Рис.3. Винтовая линия:
а – правая, б - левая

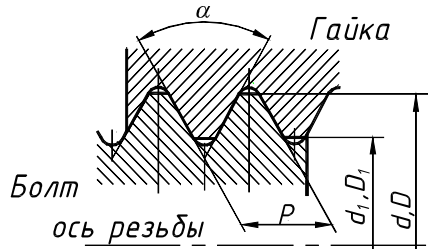


Рис.4. Параметры резьбы

6. По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные (образованы движением одного профиля) и многозаходные (образованы движением нескольких одинаковых профилей).

Каждая резьба характеризуется целым рядом параметров, которые для большинства являются общими. Из всех параметров рассмотрим основные (рис.4).

Профиль резьбы – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

Угол профиля α – угол между боковыми сторонами профиля.

Наружный диаметр резьбы d (D) – это диаметр, на котором располагаются вершины наружной и впадины внутренней резьбы.

Внутренний диаметр резьбы d_1 (D_1) – это диаметр, на котором располагаются впадины наружной и внутренней резьбы.

Шаг резьбы P – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Ход резьбы P_n – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой линии. Другими словами, ход резьбы – это перемещение болта (гайки) за один оборот. Величина хода определяется из выражения $P_n = P \times n$, где n – число заходов. Для однозаходной резьбы $P_n = P$, т.е. ход резьбы равен шагу резьбы.

2.2. СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЬБ

В современном производстве существует много способов изготовления резьб. Резьбу изготавливают режущим инструментом с удалением слоя материала, накаткой – путем выдавливания винтовых

выступов, литьем, прессованием, штамповкой в зависимости от материала (металл, пластмасса, стекло) и других условий.

Нарезание резьбы выполняется на токарных станках с помощью резцов (рис.5) либо с помощью метчиков (черт.6) и плоских плашек. Во втором случае процесс нарезки может быть выполнен как с помощью станка, так и вручную.

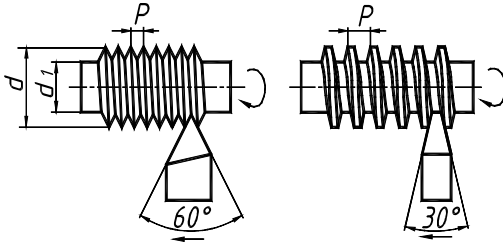


Рис.5. Нарезание резьбы резцом

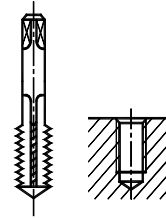


Рис.6. Метчик для нарезания резьбы

2.3. СБЕГ РЕЗЬБЫ. ПРОТОЧКИ. ФАСКИ

Резьба может быть выполнена с полным профилем по всей длине. В силу устройства резьбонарезающего инструмента на поверхности детали образуется участок, на котором происходит уменьшение профиля резьбы до его исчезновения, называемый сбегом резьбы. На чертежах сбег обычно не изображают, но при необходимости его изображают тонкими линиями, проведенными примерно под углом 30° к оси (рис.7).

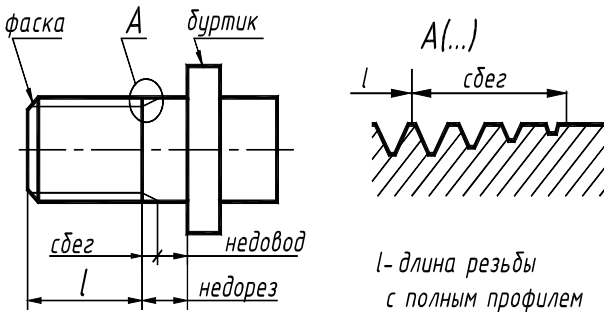


Рис.7 Изображение резьбы

Если резьбовая часть стержня ограничена выступающей опорой поверхностью (буртиком и т.д.), то во избежание поломки плашку не доводят до упора в эту поверхность. На стержне образуется участок, называемый недоводом. Участок, равный сумме сбега и недовода, называется недорезом.

Для получения резьбы полного профиля необходимо сначала выполнить в конце резьбы проточку (кольцевую канавку) для вывода

резьбонарезающего инструмента. Диаметр проточки должен быть меньше внутреннего диаметра резьбы на стержне, т.е. $d_f < d$ (черт.8а), и немного больше наружного диаметра резьбы в отверстии, т.е. $d_f > D$ (рис.8б). В начале резьбы выполняют коническую фаску, предохраняющую крайние витки от повреждений. Фаски выполняют до нарезания резьбы. Размеры фасок, сбегов, недорезов и проточек стандартизованы (см ГОСТ 10549 – 80).

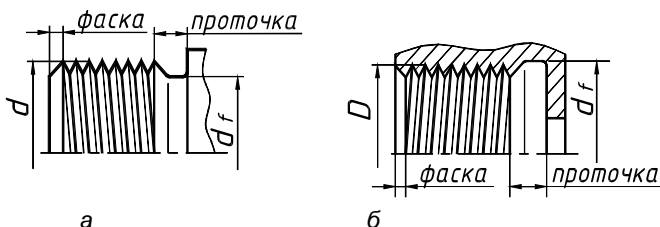


Рис.8. Изображение резьбы с проточкой: а – на стержне, б – в отверстии

2.4. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ ГОСТ 2.311 – 68

Резьбу изображают независимо от формы профиля:

а) на стержне – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На плоскости, перпендикулярной оси резьбы, внутренний диаметр резьбы изображают дугой, равной $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутой в любом месте. Начало и конец этой дуги не должны совпадать с осевой линией, фаска на этом виде не показывают. Сплошная тонкая линия на главном виде должна пересекать линию границы фаски (рис.9).

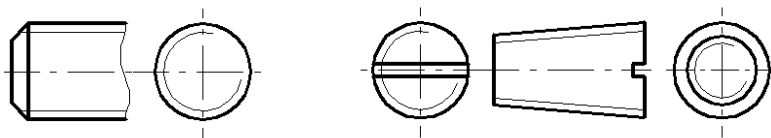


Рис.9. Изображение резьбы на стержне

б) в отверстии – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру. На плоскости, перпендикулярной оси резьбы, наружный диаметр резьбы изображают сплошными линиями в виде дуги, равной примерно $\frac{3}{4}$ окружности с разрывом в любом месте (рис.10).

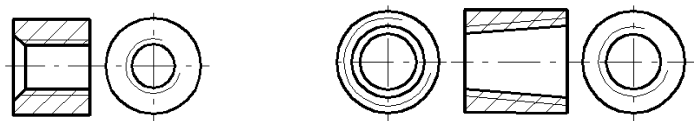


Рис.10. Изображение резьбы в отверстии

Расстояние между сплошной и тонкой линиями принимают не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Границу резьбы в конце полного профиля (до начала сбега) на стержне и в отверстии проводят сплошной основной линией до линии наружного диаметра – линия «*m*» (рис.11).

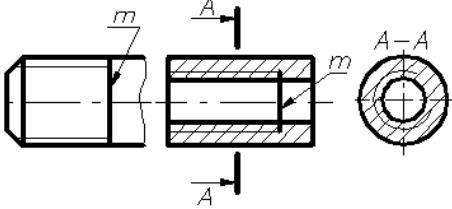


Рис.11. Линия границы резьбы «*m*»

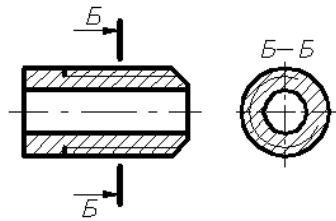
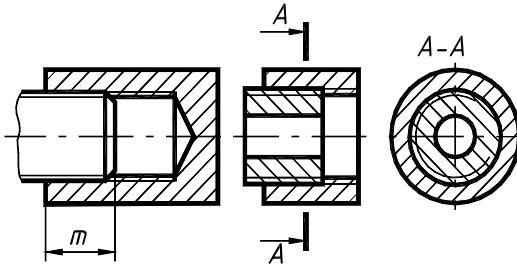


Рис.12. Штриховка в разрезе детали с наружной резьбой

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии внутреннего диаметра резьбы в отверстии (рис.11) и до линии наружного диаметра резьбы на стержне (рис.12), т.е. до сплошной основной линии.



При изображении резьбы в разрезах резьбового соединения на участке, общем для двух деталей (участок *m* на рис.13), резьба показывается только на детали, которая ввертывается (стержень).

Рис.13. Изображение резьбы в резьбовом соединении

2.5 ТИПЫ РЕЗЬБ. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБ

Все резьбы, используемые в машиностроении, делятся на стандартные и специальные. Параметры, обозначения стандартных резьб приведены в таблице 1.

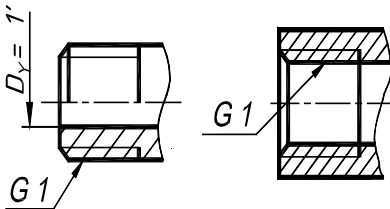


Рис.14. Обозначение трубной цилиндрической резьбы

При обозначении трубной цилиндрической резьбы число, стоящее после буквы *G*, соответствует размеру внутреннего диаметра трубы, на которой нарезается данная резьба. Внутренний диаметр трубы называется условным проходом и обозначается *Dy*. Трубные резьбы разработаны в дюймовой системе (1дюйм 1"= 25,4мм) (рис.14).

Коническую резьбу нарезают на коническом стержне или отверстии, имеющим конусность 1:16. Размеры конической резьбы замеряют в основной плоскости. Основная плоскость перпендикулярна оси и отстоит от торца детали с наружной резьбой на расстоянии l_2 , регламентированном стандартами на коническую резьбу, а в отверстии основная плоскость проходит через больший диаметр (рис.16).

Если на стержне или в отверстии нарезана левая резьба, то к обозначению резьбы на чертеже добавляются буквы *LH*, например: *M 16 LH*, *M 16x1 LH*, *Tr 20x8 LH*, *G 2 LH*.

В обозначение многозаходной резьбы входит: тип резьбы, номинальный диаметр, числовое значение хода, в скобках указывается буква *P* и числовое значение шага, например:

Tr 20 x 8 (P4) - трапецеидальная двухзаходная резьба, ход 8мм, шаг 4мм.

К специальным резьбам относят:

- резьбы, имеющие стандартизированный профиль, но отличающиеся размерами диаметров, шагов. Пример обозначения: *Sp M21x1.5* (нестандартный наружный диаметр 21мм).

- резьбы с нестандартным профилем, например, прямоугольным или квадратным. Применяется эта резьба в ходовых винтах ручных прессов. Рекомендуется показывать профиль в масштабе увеличения с указанием размеров: d – диаметр по выступам, d_1 – диаметр по впадинам, P – шаг резьбы, a – величина выступа или впадины (рис.15).

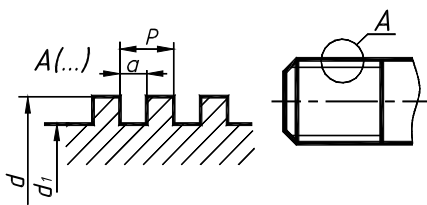


Рис. 15. Обозначение нестандартной резьбы на стержне

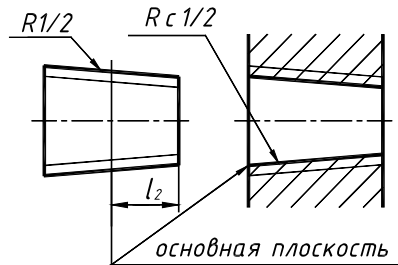
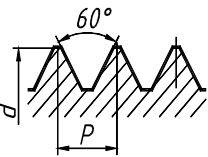
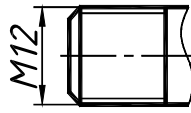
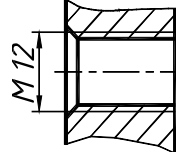
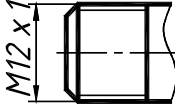
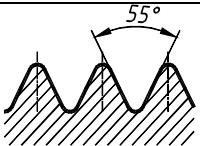
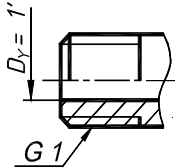
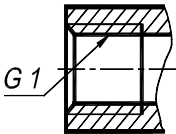
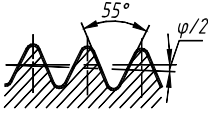
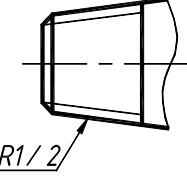
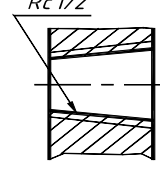
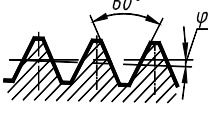
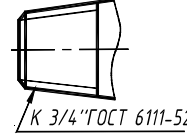
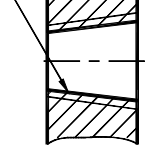
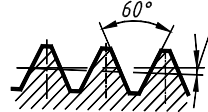
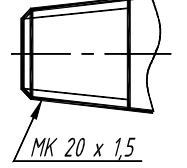
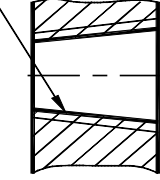


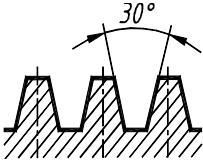
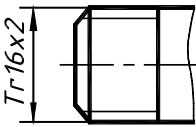
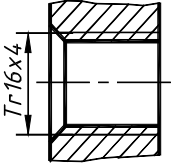
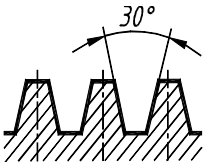
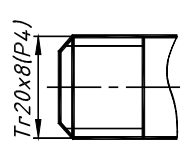
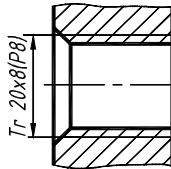
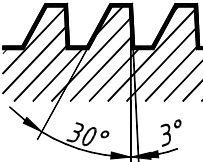
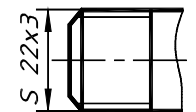
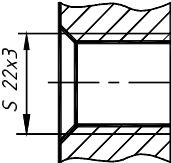
Рис. 16. Обозначение трубной конической резьбы

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ОБОЗНАЧЕНИЕ И ИЗОБРАЖЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ РЕЗЬБ

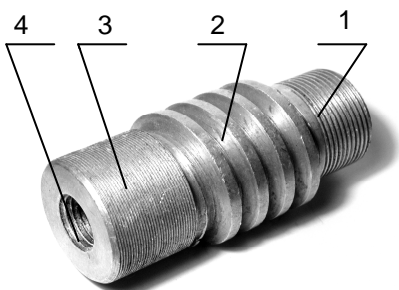
Тип резьбы и номер стандарта. Область применения		Профиль резьбы	Условное обозначение Размеры, указываемые на чертеже	Обозначение резьбы на чертежах	
				на стержне	в отверстии
Метрическая ГОСТ 8724-81 ГОСТ 24709-81 ГОСТ 9159-81 Применяется в крепежных изделиях	С крупным шагом		M Наружный диаметр в мм		
	С мелким шагом			M Наружный диаметр и шаг в мм	
Трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81 Применяется в трубопроводах и арматуре		G Условное обозначение в дюймах			

<p>Трубная коническая ГОСТ 6211-81 Применяется для присоединения арматуры к коммуникация, работающим с повышенным давлениям</p>		<p>Наружная - <i>R</i> Внутренняя - <i>Rc</i> Условное обозначение в дюймах</p>		
<p>Коническая дюймовая ГОСТ 6111-52 Применяется для получения герметичных соединений в трубопроводах машин и станков</p>		<p><i>K</i> Условное обозначение в дюймах и ГОСТ</p>		
<p>Метрическая коническая ГОСТ 25229-82 Применяется для присоединения арматуры к коммуникациям</p>		<p><i>MK</i> Номинальный диаметр и шаг в мм</p>		

<p>Тrapeцидальная однозаходная ГОСТ 9484-81 ГОСТ 24737-81 ГОСТ 24738-81 Применяется на ходовых винтах металлорежущих станков, прессов</p>		<p>Tr Номинальный диаметр и шаг P в мм</p>		
<p>Тrapeцидальная многозаходная ГОСТ 24739-81 Применяется на ходовых винтах металлорежущих станков, прессов, паровой арматуре</p>		<p>Tr Номинальный диаметр, ход, шаг (в скобках) в мм</p>		
<p>Упорная ГОСТ 10177-82 Применяется в механизмах передающих усилия в одном направлении (домкраты, тиски, прессы)</p>		<p>S Номинальный диаметр и шаг в мм</p>		

2.6. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «РЕЗЬБЫ»

В задании предлагается деталь, на которой выполнены 4 типа стандартных резьб (рис.17):



наружные резьбы на стержне:

1 - коническая трубная;

2 – трапецеидальная или упорная;

3 - метрическая с мелким шагом;

внутренняя резьба в отверстии:

4 - метрическая резьба с крупным шагом.

Рис. 17. Пример детали «Валик»

В каждом случае необходимо, определить профиль резьбы, сделать необходимые измерения и сравнить их с данными таблиц ГОСТов (см «Приложение 2»), а затем вычертить изображения и проставить размеры с обозначением резьбы.

Пример. Для метрической наружной резьбы с мелким шагом замеряют наружный диаметр и шаг вдоль оси вала. Для метрической внутренней резьбы замеряют внутренний диаметр, а затем по таблицам ГОСТ 24705 - 81 сверяют измеренные и стандартные значения диаметров и шагов. Например, наружный диаметр по ГОСТу - $M\ 36 \times 2$ и внутренний диаметр - $M\ 18$. Эти значения проставляют на чертеже детали (см табл.5)

Для наружной метрической резьбы необходимо выполнить выносной элемент проточки. Размеры проточки рекомендуется взять по ГОСТ 10549 – 80 (см табл.9).

Для трапецеидальной или упорной резьбы измеряют наружный диаметр и шаг вдоль оси вала, по таблицам ГОСТ сверяют измеренные и стандартные, например, $Tr\ 44 \times 8$ или $S\ 50 \times 8$ (см табл.6,7).

Для конической трубной резьбы измеряют наружный диаметр приблизительно в среднем сечении по длине в мм, затем по таблицам ГОСТ находят соответствующее ему значение в дюймах. Размер проставляют на полке линии-выноски. Например, наружный диаметр, был равен 33 мм, это соответствует обозначению $R1$ (см табл.8).

При вычерчивании конической резьбы допускается стандартную конусность 1:16 увеличить до 1:8. Чертеж вала выполняют в масштабе 1:1, ось вращения вала располагают параллельно основной надписи, размеры резьбы проставляют в соответствии с вариантом задания.

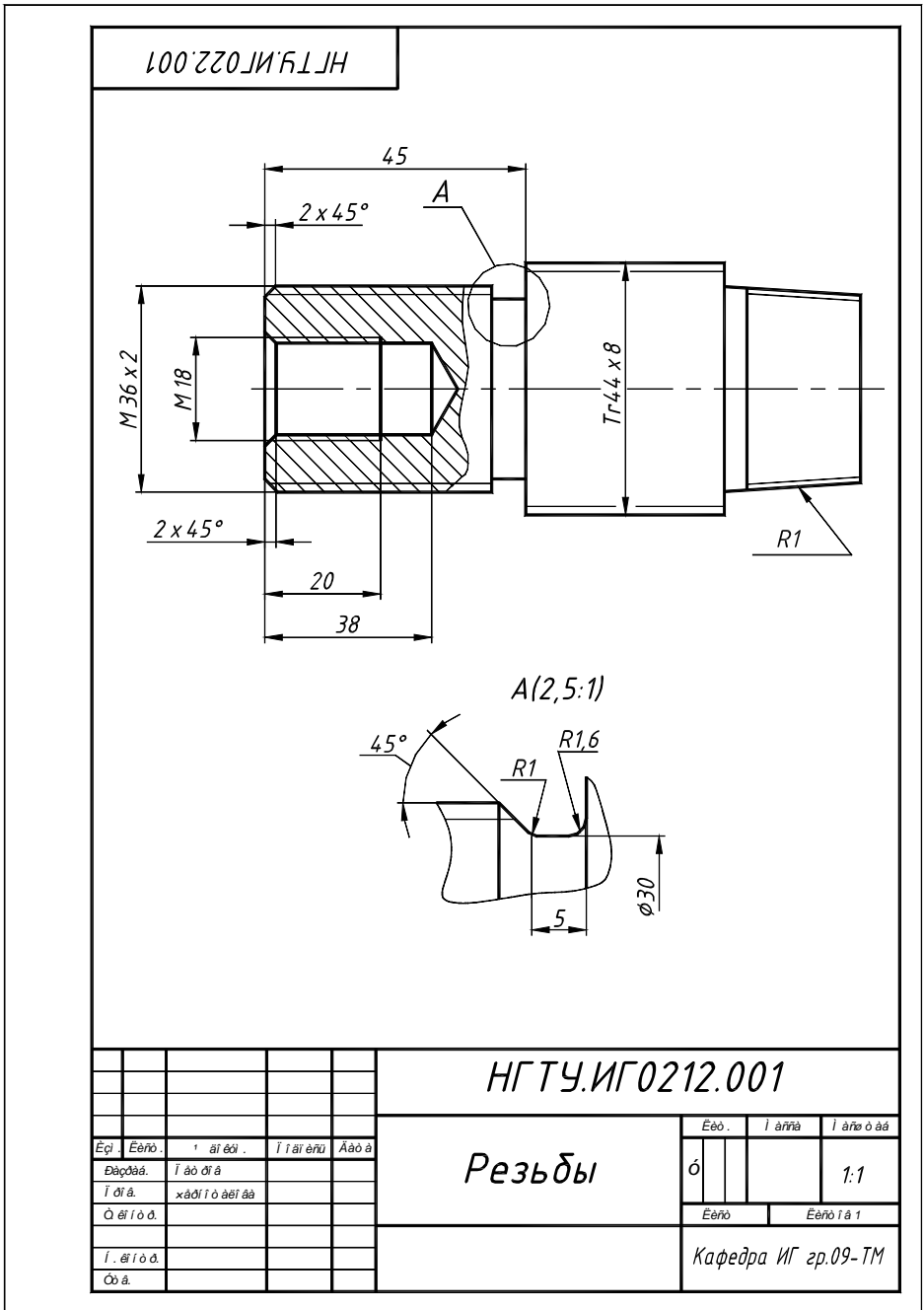


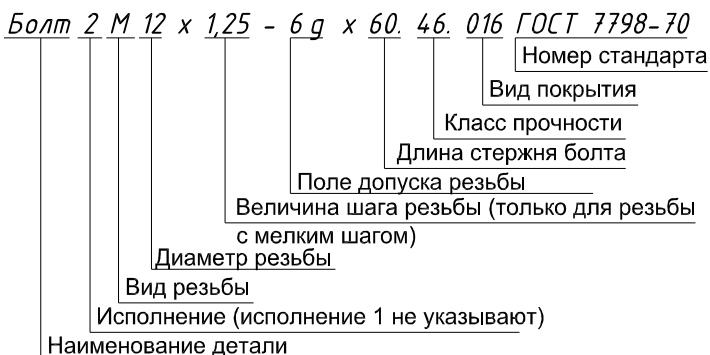
Рис. 18 Пример выполнения графической работы «Резьбы»

3. ДЕТАЛИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Все детали резьбовых крепежных соединений (болты, шпильки, винты, гайки, шайбы, шпильки) стандартизованы, то есть их конструктивные формы и размеры регламентируются соответствующими стандартами. Технические требования к болтам, шпилькам, винтам и гайкам и их условное обозначение изложены в ГОСТ 1759-70. Болты, шпильки, винты и гайки выпускаются грубой точности (класс С), нормальной точности (класс В), и повышенной точности (класс А); на них нарезается метрическая резьба с крупным или мелким шагом.

ГОСТ 1759-70 предусматривает следующую схему условного обозначения болтов, шпилек, винтов и гаек:



При изучении курса «Инженерная графика» рекомендуется условное обозначение крепежных изделий упрощать, оставляя в нем: наименование изделия, номер исполнения, условное обозначение резьбы, длину изделия, номер стандарта.

3.2. БОЛТЫ

Болт - это цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом - резьба для навинчивания гайки.

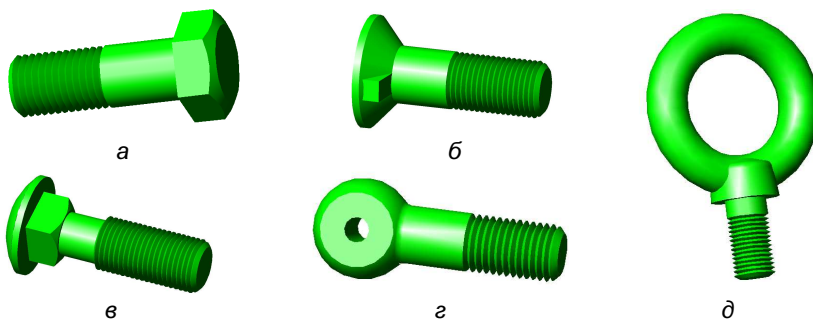


Рис. 19. Типы болтов:

а - с шестигранной головкой, б - с потайной головкой, в - с полукруглой головкой и с квадратным подголовком, г - откидной болт, д - рым болт

Болты выполняются с шестигранными, полукруглыми, потайными и др. головками (рис.19). Откидной болт (рис. 19, з) позволяет быстро зажимать или освобождать детали в различных приспособлениях, болт с полукруглой головкой и квадратным подголовком (рис.19, е) не требует зажима головки при завинчивании гайки, рым болт (рис.19, д) ввертывается в тяжелые детали, например в электродвигатель, для их подъема и спуска на тросах при монтаже.

Наибольшее распространение получили болты с шестигранной головкой. Размеры болтов с шестигранной головкой нормальной точности определяет ГОСТ 7798 – 70, который предусматривает четыре исполнения таких болтов (рис. 20).

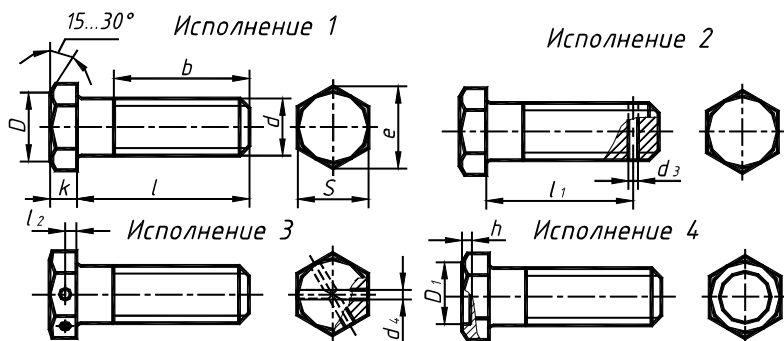


Рис. 20. Виды исполнения болтов

Болт второго исполнения применяется в изделиях, испытывающих вибрацию. Поэтому для предохранения гайки от самоотвинчивания применяется дополнительная деталь – шплинт (проволока, сложенная вдвое). Шплинт закладывают в отверстие на резьбовом конце болта при завинченной гайке и отгибают полукруглые выступающие концы в разные стороны (рис. 21). С этой же целью выполнены отверстия в головке болта 3-го исполнения (рис. 22).

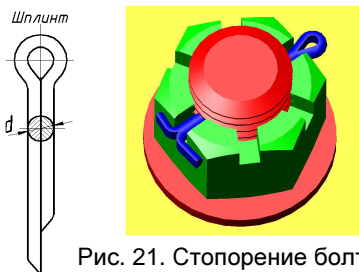


Рис. 21. Стопорение болтового соединения шплинтом

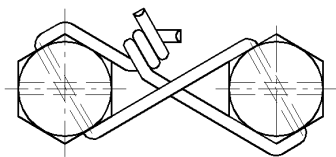


Рис. 22. Стопорение болтового соединения проволокой

При обозначении болта на учебных чертежах указывают: исполнение болта (исполнение 1 не указывают), диаметр резьбы, шаг резьбы (крупный шаг не указывают), длину стержня, номер стандарта:

Болт 2 M12 x 1 x 60 ГОСТ 779 –70 ;

Болт M12 x 60 ГОСТ 7798–70 - болт первого исполнения с крупным шагом резьбы.

3.2. ГАЙКИ

Гайка - это деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку.

По форме наружной поверхности гайки различают: шестигранные, квадратные, круглые, фигурные. Наибольшее распространение получили стандартные шестигранные гайки нормальной высоты с двумя фасками - исполнение 1, с одной фаской - исполнение 2, с выступом одного торца - исполнение 3 (рис. 23, а).

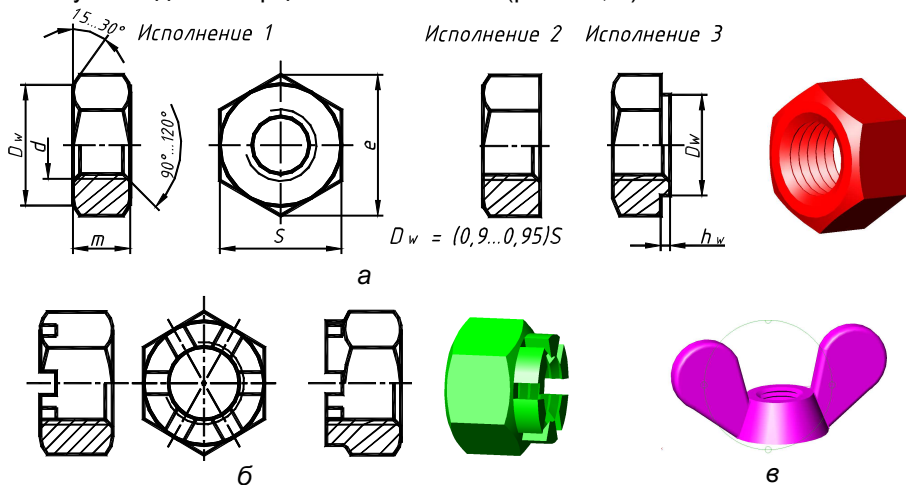


Рис. 23. Типы гаек: а - шестигранные, б - шестигранные прорезные и корончатые, в - фигурные гайки-барашки

Шестигранные корончатые и прорезные гайки имеют прорези для шплинта и применяются для соединений, подверженных вибрации, ударным нагрузкам.

В тех случаях, когда завертывание производится вручную, применяют гайки-барашки по ГОСТ 3032 - 76 (рис. 23, в).

Упрощенное построение чертежа шестигранной гайки приведено на рис. 24, дуги гипербол заменяют дугами окружностей.

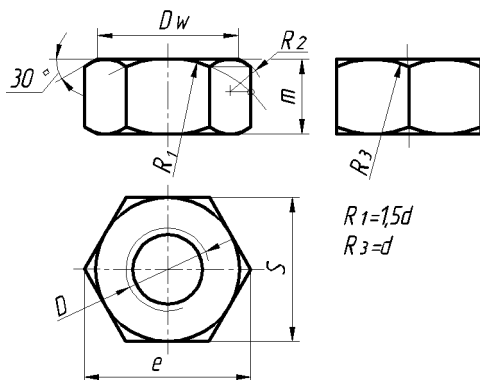


Рис. 24. Построение чертежа шестигранной гайки

При обозначении гайки на учебных чертежах указывают: исполнение (исполнение 1 не указывают), диаметр резьбы, величину шага резьбы (только для резьбы мелким шагом), номер ГОСТа:

Гайка 2 M20 x 1,5 ГОСТ 5915 – 70;

Гайка M20 ГОСТ 5915 – 70 – первое исполнение, крупный шаг.

3.3. ШАЙБЫ

Шайба – деталь с отверстием без резьбы, которую подкладывают под гайку или головку болта, или винта для увеличения опорной поверхности и предотвращения самоотвинчивания под воздействием вибрации, изменения температуры и др..

Круглые шайбы (рис. 25, а) применяются для предохранения поверхности детали от повреждения.

При наличии ударных нагрузок, вибрации и вследствие этого возможности самоотвинчивания применяются пружинные и стопорные с лапками шайбы. Пружинные шайбы представляют собой виток пружины прямоугольного профиля левого направления (рис. 25, б), изготавливают их из легированных сталей.

Стопорную шайбу с лапкой (рис. 25, в) применяют для конструкций, в которых есть возможность отогнуть длинную лапку за край детали. Разрезную лапку отгибают на грани гайки для ее фиксации в выбранном положении.

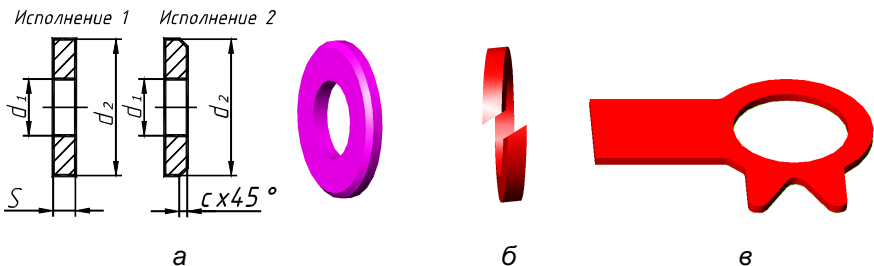


Рис. 25. Типы шайб:

а - круглые, б- пружинные, в – стопорные деформируемые с лапкой

При обозначении шайбы на учебных чертежах указывают: исполнение (исполнение 1 не указывают), наружный диаметр крепежного изделия, номер ГОСТа:

Шайба 2.18 ГОСТ 11371-78 – исполнение 2;

Шайба 18 ГОСТ 11371-78 – исполнение 1.

3.6. ВИНТЫ

Винт - это деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется, как правило, головка, на другом - резьба для ввинчивания в одну из соединяемых деталей. По назначению различают винты крепежные и установочные (рис. 26).

Крепежные винты служат для разъемного соединения деталей, когда к основной детали крепится вспомогательная, например: крышка к корпусу, шпонка к валу. Винты с потайной головкой применяют вместо болтов, когда выступающие головки болтов мешают работе механизма.

Установочные винты применяют для фиксирования одной детали относительно другой. Они отличаются от крепежных тем, что на стержне резьба нарезана на всю длину, а сам стержень имеет

нажимной конец (плоский, конический, сферический), входящий в соответствующие углубления сопряженной детали.

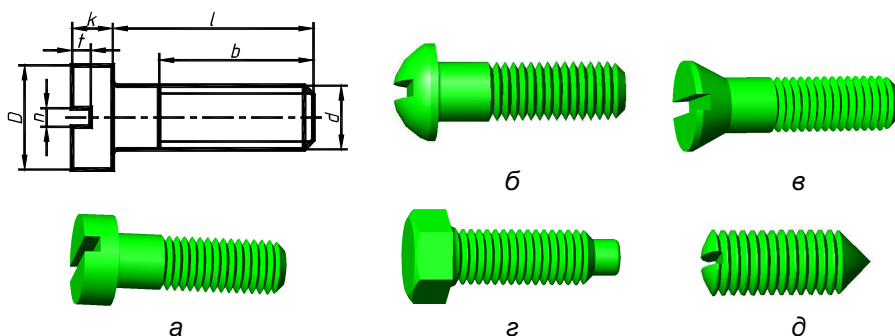


Рис. 26. Типы винтов:
 крепежные: а - с цилиндрической головкой; б- с полукруглой головкой, в - с потайной головкой;
 установочные: з - с шестигранной головкой, д - стопорный

При обозначении винтов на учебных чертежах указывают исполнение, диаметр резьбы, шаг резьбы, длину винта, номер стандарта:

Винт 2М10х1х45 ГОСТ 17473 - 80 ;

Винт М10 х 45 ГОСТ17473 – 80 – первое исполнение, с крупным шагом резьбы.

3.6. ШПИЛЬКИ

Шпилька - это деталь, представляющая собой цилиндрический стержень с метрической резьбой на обоих концах. Резьбовой конец шпильки b_1 , ввинчиваемый в деталь, называется посадочным. Второй резьбовой конец b , на который навинчивается гайка, называется гаечным.

Расчетная длина шпильки l включает в себя длину гаечного конца b и длину гладкой цилиндрической части (рис. 27).

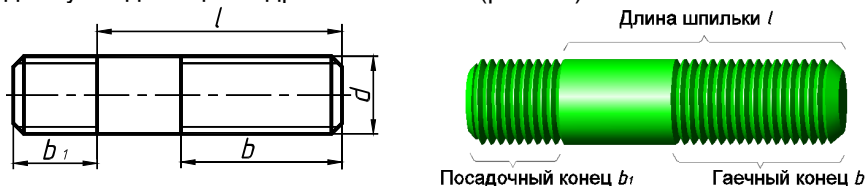


Рис. 27. Шпилька

Длина посадочного конца b_1 шпильки зависит от прочности материала детали с резьбовым отверстием, в которую ввинчивается шпилька (табл. 13).

При обозначении шпильки на учебных чертежах указывают: диаметр резьбы, шаг резьбы, длину шпильки, номер стандарта:

Шпилька М16 х 1,5 х 80 ГОСТ 22032- 76;

Шпилька М16 х 80 ГОСТ 22032- 76 – с крупным шагом резьбы.

4. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.1. СОЕДИНЕНИЕ ШПИЛЕЧНОЕ

Шпильки применяются для соединения деталей, когда отсутствует место для размещения головки болта, или когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину, что делает не экономичной установку болта большой длины.

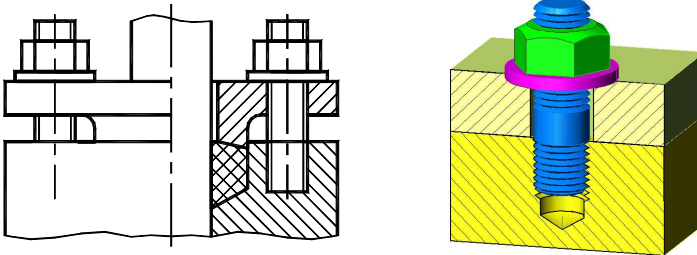


Рис. 28. Пример шпилечного соединения

Последовательность сборки шпилечного соединения приведена на рис. 29. В одной из соединяемых деталей 1 выполняется глухое или сквозное отверстие с резьбой, а в присоединяемой детали 2 просверливается сквозное отверстие диаметром d_0 немного больше диаметра шпильки. Шпилька посадочным концом b_1 завинчивается до упора в резьбовое отверстие, на нее надевается деталь 2, затем шайба и на гаечный конец b навинчивается гайка.

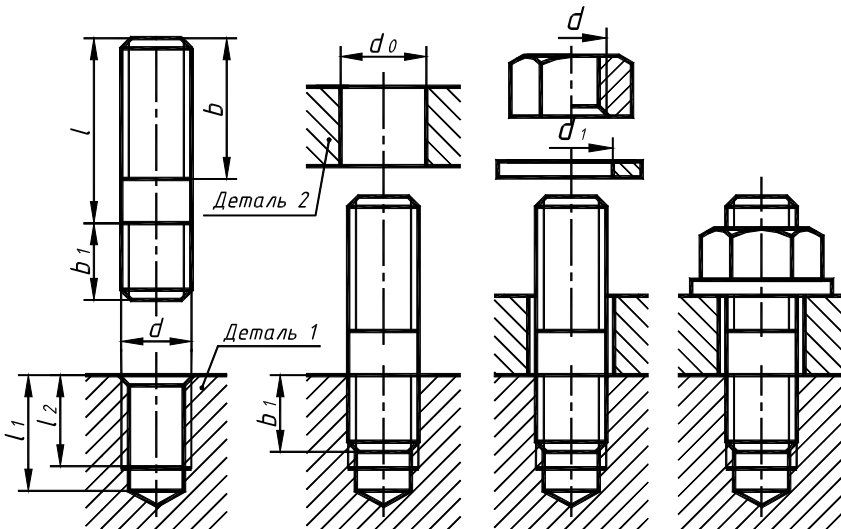


Рис. 29. Порядок сборки шпилечного соединения

Различают три вида изображений шпилечного соединения (рис. 30): по номинальным размерам (таблицам ГОСТов), упрощенное и условное.

На главном виде выполняют разрез. В соответствии с требованиями ГОСТ 2.305-68 шпильку, гайку и шайбу в продольном разрезе показывают нерассеченными. Гайку на главном виде изображают тремя гранями.

На сборочных чертежах соединение шпилькой показывают упрощенно в соответствии с ГОСТ 2.315-68 (рис. 30, б). Особенности упрощенного изображения:

- 1 – не показывают фаски на стержне шпильки и гайке;
- 2 – не показывают зазор между стержнем шпильки и отверстием;
- 3 - резьбу изображают по всей длине шпильки;
- 4 – не показывают запас резьбы в глухом отверстии;
- 5 - не изображают резьбу на виде сверху.

Для шпильки, диаметр стержня которой равен или менее 2 мм, на чертеже применяется условное изображение (рис. 30, в).

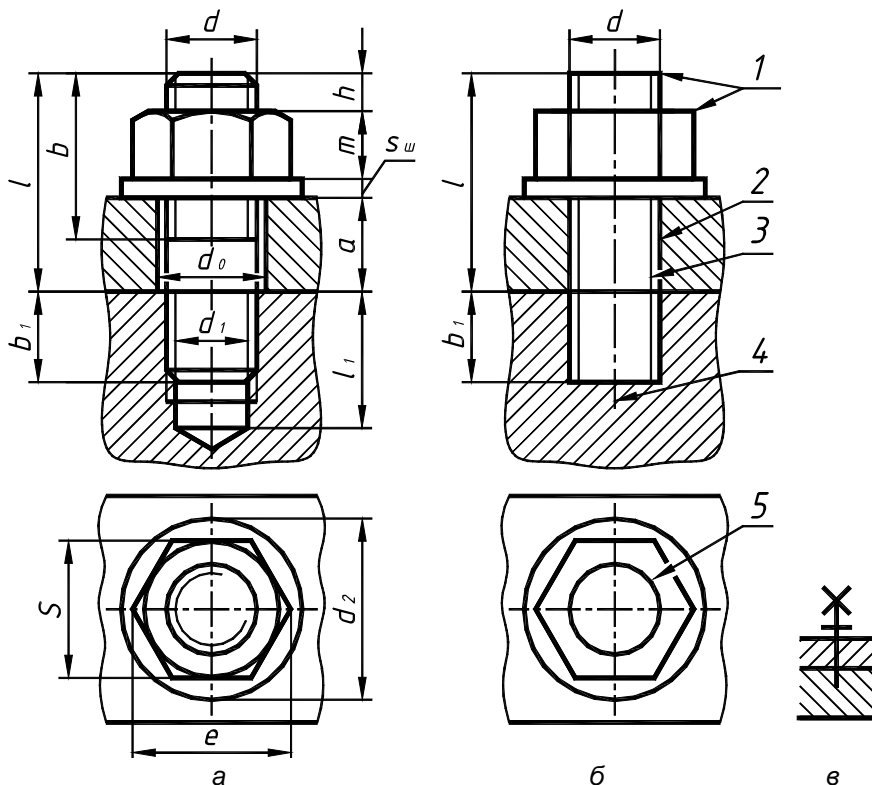


Рис. 30. Примеры изображения шпилечного соединения:
а - по номинальным размерам; б – упрощенное; в — условное

Методические указания по выполнению работы «Соединение шпильчное».

Работа выполняется на формате А3. Исходные данные приведены в приложении 1 по вариантам. Пример работы показан на рис. 33.

Размеры крепежных деталей — шпильки, гайки и шайбы выбирают по таблицам соответствующих ГОСТов (см. «Приложение 2»).

Длину шпильки определяют по формуле:

$$l = a + m + s_{\text{ш}} + h,$$

где a - толщина присоединяемой детали,

m - высота гайки,

$s_{\text{ш}}$ - толщина шайбы,

$h = 0,3d$ – запас длины шпильки, выступающей над гайкой.

Расчетную длину l округляют до ближайшей большей стандартной длины. Длину гаечного резьбового конца b определяют по ГОСТ в зависимости от длины шпильки l и диаметра резьбы d (табл. 13).

Длина b_1 посадочного резьбового конца определяется по стандарту на шпильку (табл. 13), зависит от материала детали с резьбовым отверстием: $b_1=d$ - для стали и бронзы; $b_1=1,25d$ или $1,6d$ - для чугуна; $b_1=2d$ или $2,5d$ –для легких сплавов.

Внутренний диаметр резьбы d_1 принять: $d_1= d-2P$.

Размеры фасок на шпильке, в резьбовом отверстии выбирают по ГОСТ 10549-80 в зависимости от шага резьбы P (табл. 9).

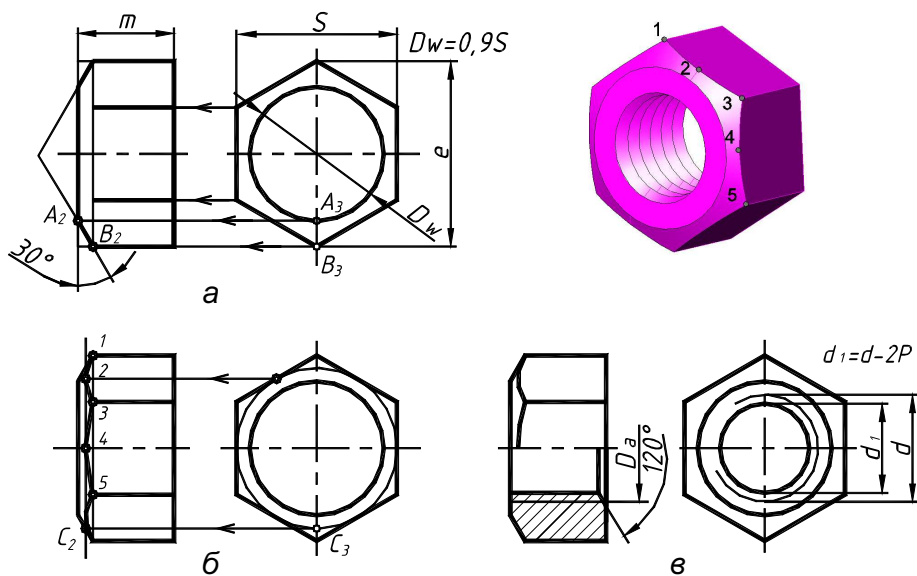


Рис. 31. Выполнение чертежа гайки

Последовательность выполнения чертежа гайки приведена на рис. 31. Линия фаски получается при пересечении конуса с гранями шестигранной призмы и представляет собой гиперболу. Для упрощения гиперболы заменяют дугами окружностей, проведенных через отмеченные цифрами точки.

Глухое гнездо под шпильку выполняют в следующей последовательности (рис. 32):

1) высверливают гладкое отверстие. Диаметр отверстия d_c выбирают по ГОСТ 19257-73, на учебном чертеже принять $d_c = d - 2P$.

Глубина сверления рассчитывается по формуле:

$$l_1 = b_1 + 2P + 4P,$$

где b_1 – длина посадочного конца шпильки;

$2P$ – запас резьбы полного профиля в гнезде;

$4P$ – величина недореза (включает сбег резьбы и недовод),

P – шаг резьбы.

Угол 120° – условный (зависит от угла заточки сверла), на рабочих чертежах его не указывают.

2) выполняют фаску под углом 45° , размер которой z выбирают по ГОСТ 10549-80 (табл. 9) в зависимости от шага резьбы;

3) нарезают резьбу, совпадающую с резьбой шпильки. Глубина нарезки $l_2 = b_1 + 2P$.

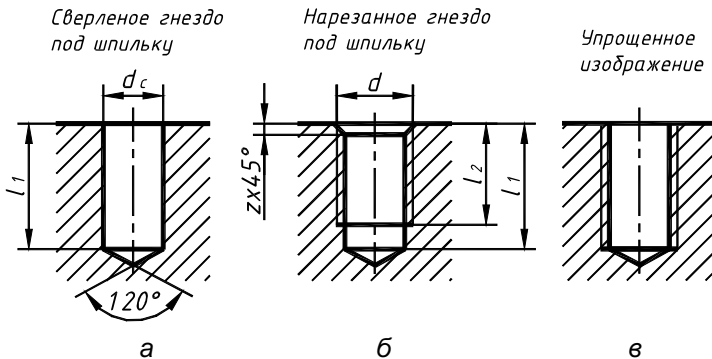


Рис. 32. Гнездо под шпильку:

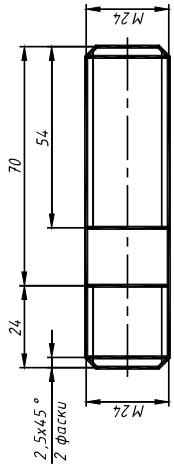
а – сверленное, б – нарезанное, в – упрощенное изображение

Упрощенное изображение отверстия с резьбой приводят на чертежах, по которым резьба не изготавливается (сборочных).

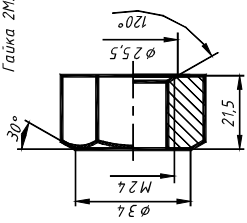
Размер отверстия в присоединяемой детали принять: $d_o \approx 1,1 d$

ГОСТ ИГО316 002

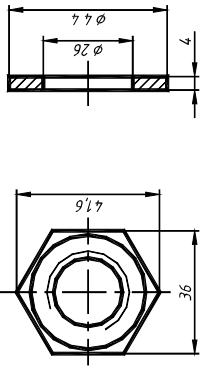
Шпилька М24х70 ГОСТ 22032-76



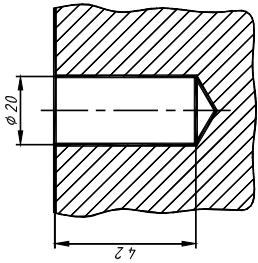
Гайка М24 ГОСТ 5915-70



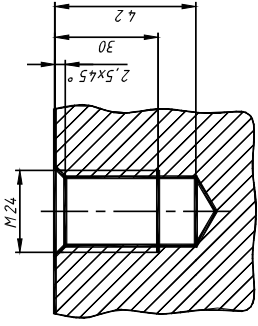
Шайба 24 ГОСТ 11371-78



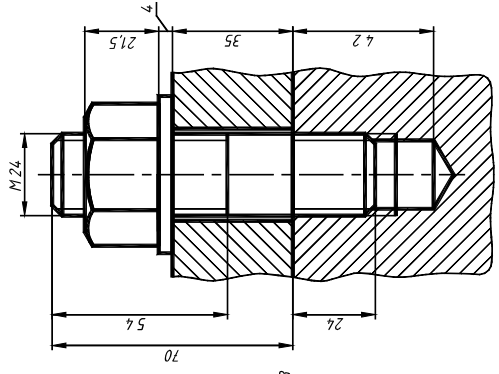
Сверление гнездо под шпильку



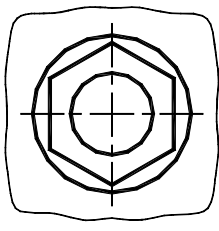
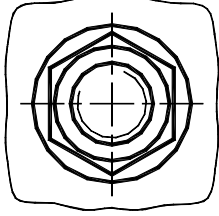
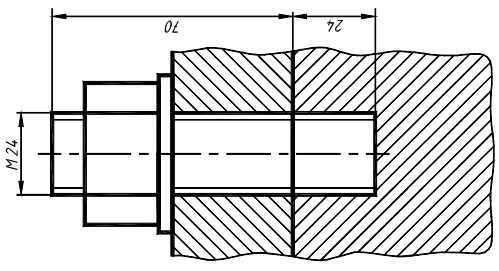
Нарезание гнездо под шпильку



Изображение шпилечного соединения по номинальным размерам



Упрощенное изображение шпилечного соединения



ИГОТУ. ИГО316. 002		Лист	Листов	Масштаб
Соединение шпилечное		Лист	Листов	1:1
Исполн.	Инж. В. В. В.	Провер.	Инж. А. С.	Контроль
Проект.	Инж. В. В.	Корректировка	Инж. Т.	Контроль
Н. контр.	Инж. В. В.	Н. контр.	Инж. В. В.	Инж. В. В.
Упр.	Инж. В. В.	Упр.	Инж. В. В.	Инж. В. В.
		Кафедра ИГ		
		Гр. 10-ТМ		

Черт. 33. Пример работы «Соединение шпилечное»

4.2. СОЕДИНЕНИЕ БОЛТОВОЕ

Болтовое соединение осуществляется с помощью болта, гайки и шайбы (рис. 34). Применяется для соединения двух или большего числа деталей небольшой толщины при наличии места для размещения головки болта и шайбы.

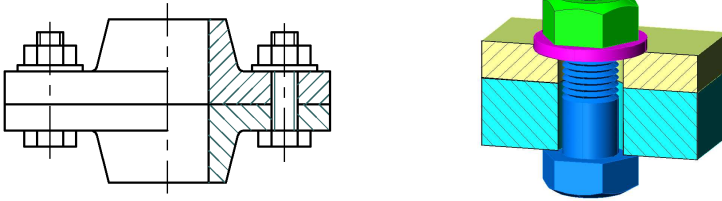


Рис. 34. Пример болтового соединения

На рис. 35 показана последовательность сборки болтового соединения. В соединяемых деталях сверлят сквозные отверстия, диаметром немного больше диаметра болта ($d_0 \approx 1,1d$). В отверстия вставляют болт, надевают шайбу и навинчивают гайку.

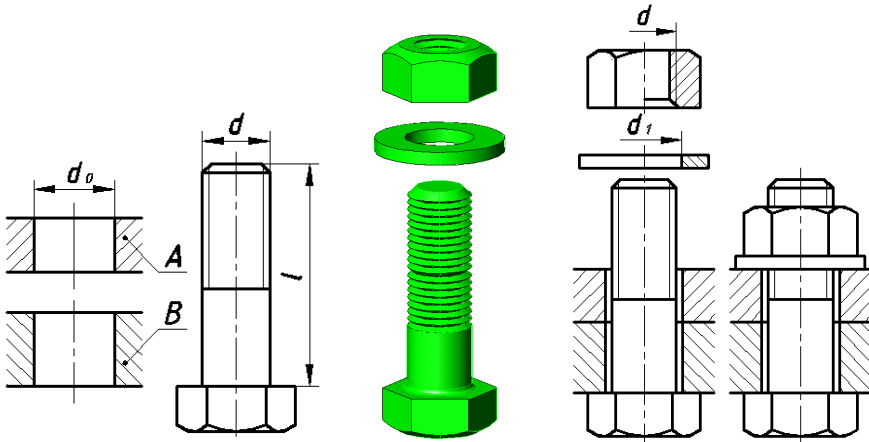


Рис. 35. Последовательность сборки болтового соединения

Различают три вида изображений болтового соединения: по номинальным размерам (по таблицам ГОСТ), упрощенное и условное.

Чертеж болтового соединения, выполненного по номинальным размерам, приведен на рис. 36, а.

На месте главного вида выполняют разрез. В соответствии с ГОСТ 2.305-68, болт, гайку и шайбу показывают в продольный разрезе нерассеченными. Головку болта и гайку на главном виде показывают тремя гранями. Зазор между стенками отверстий и стержнем болта показывают увеличенным.

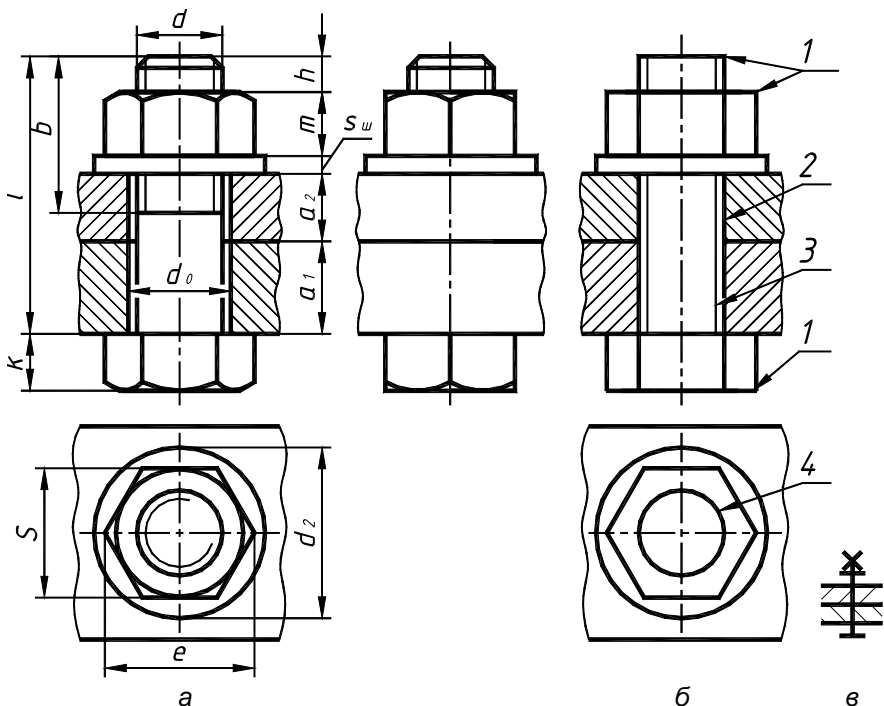


Рис. 36. Примеры изображения болтового соединения:
 а - по номинальным размерам, б - упрощенное, в – условное

Размеры крепежных деталей — болта, гайки и шайбы выбирают по таблицам соответствующих ГОСТов. Длину болта l подсчитывают по формуле:

$$l = a_1 + a_2 + s_{ш} + m + h ,$$

где a_1 и a_2 толщины соединяемых деталей, $s_{ш}$ — толщина шайбы, m — высота гайки, $h = 0,3 d$ - выход стержня болта из гайки.

Полученное число l сравнивают с рядом длин болтов по таблицам ГОСТов и принимают ближайшее большее стандартное значение.

Болтовое соединение на сборочных чертежах выполняют упрощенно согласно ГОСТ 2.315-68. Особенности упрощенного изображения (рис. 36, б):

- 1 – не показывают фаски на стержне и головке болта, на гайке;
- 2 – не показывают зазор между стержнем болта и отверстием;
- 3 - резьбу изображают на всей длине стержня болта;
- 4 – не изображают резьбу на виде сверху.

Условное изображение болтового соединения выполняют, если диаметр стержня болта на чертеже равен или менее 2 мм (рис. 36, в).

Пример работы «Болтовое соединение» показан на рис. 37. Исходные данные приведены в приложении 1. Справочные данные приведены в приложении 2 (табл. 10, 11, 12).

4.3. СОЕДИНЕНИЕ ВИНТОВОЕ

Винтовое соединение (рис. 38) состоит из винта и соединяемых деталей. В некоторых случаях для предотвращения самоотвинчивания используется пружинная шайба, находящаяся под цилиндрической или сферической головкой винта. В соединяемых деталях выполняются отверстия, аналогичные отверстиям шпильчного соединения: в одной из деталей (базовой) нарезают отверстие с резьбой глухое или сквозное, а в другой просверливают отверстие чуть больше диаметра винта ($d_o \approx 1,1d$).

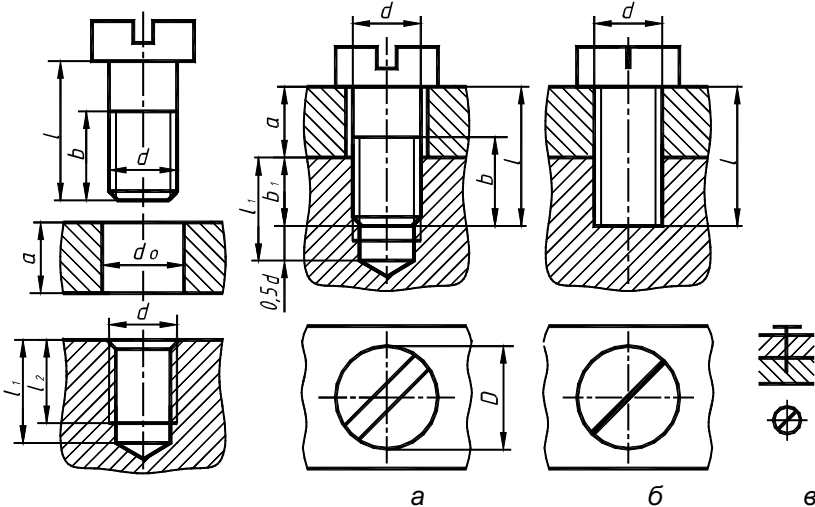
Длину винта определяют по формуле:

$$l = a + b_1$$

где a - толщина присоединяемой детали; b_1 - глубина ввинчивания: $b_1 = d$ - для бронзы и стали, $b_1 = 1,25d$ или $1,6d$ - для чугуна, $b_1 = 2d$ или $2,5d$ - для легких сплавов .

Для уплотнения винтового соединения предусмотрен запас резьбы на стержне выше линии границы двух деталей $2P$ (P - шаг резьбы). Длина резьбы на винте: $b = b_1 + 2P$.

Глубина глухого резьбового отверстия $l_1 = b_1 + 0,5d$.



Черт. 38. Примеры изображения винтового соединения:

а - по номинальным размерам, б - упрощенное, в - условное

На рис. 38, а показано винтовое соединение, выполненное по номинальным размерам.

На упрощенном изображении (рис. 38, б) не показаны: фаска на стержне винта, запас резьбы в отверстии, зазор между стержнем винта и отверстием в детали, резьба показана по всей длине стержня винта, шлиц изображен одной линией толщиной $2s$.

Условное изображение винтового соединения (черт. 38, в) выполняют, если диаметр стержня винта на чертеже равен или менее 2 мм.

4.4. СОЕДИНЕНИЕ ШПОНОЧНОЕ

Шпонки применяют для разъемного соединения деталей при передаче крутящего момента и осевой силы. Для выполнения шпоночного соединения на валу фрезеруют паз под шпонку. Соответствующий паз делают в отверстии детали, насаживаемой на вал. Шпонка входит в оба паза и соединяет вал с деталью, например, зубчатым колесом, обеспечивая передачу крутящего момента (рис. 39).

Соединение шпонками может быть неподвижным и подвижным вдоль оси вала и относится к числу разъемных соединений.



Рис. 39. Пример шпоночного соединения

Размеры и конструкция шпонок стандартизованы. Существует несколько типов шпонок: призматические, сегментные, клиновые.

Наиболее широко применяют призматические шпонки (рис. 40).

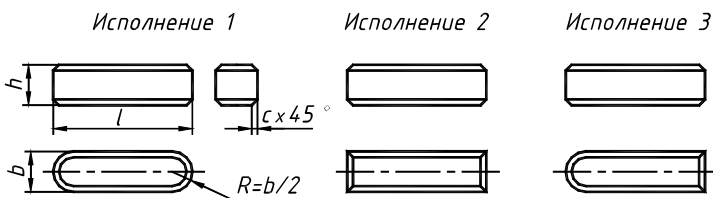


Рис. 40. Виды исполнений призматических шпонок

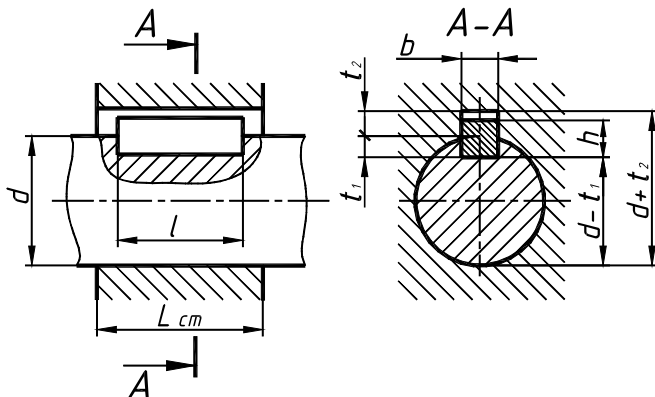


Рис. 41. Соединение призматической шпонкой

Боковые грани у этих шпонок - рабочие, над верхней гранью имеется зазор. Сечение шпонки зависит от диаметра вала, длина - от передаваемого крутящего момента, конструктивных особенностей соединения.

Соединение призматической шпонкой приведено на рис. 41.

Размеры соединений с призматическими шпонками, мм
(выдержки из ГОСТ 23360-78)

Таблица 2

Диаметр вала d	Сечение шпонки $b \times h$	Глубина шпоночного паза		Длина шпонки		
		Вал t_1	Втулка t_2	От	До	Ряд длин
Св. 22 до 30	7×7	4,0	3,3	18	90	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, ...
Св. 30 до 38	10×8	5	3,3	22	110	
Св. 38 до 44	12×8	5	3,3	28	140	
Св. 44 до 50	14×9	5,5	3,8	36	160	

Условное обозначение призматической шпонки содержит следующие данные: исполнение (исполнение 1 не указывают), размеры поперечного сечения $b \times h = 14 \times 9$ мм, длину $l = 70$ мм, номер ГОСТа:

Шпонка 14x9x70 ГОСТ 23360 – 78;

Шпонка 2–14x9x70 ГОСТ 23360- 78 - то же исполнения 2.

Сегментные шпонки ГОСТ 24071–97 применяют для ненапряженного соединения на концах валов небольших диаметров ($d \leq 60$ мм) и изготавливают нормальной и низкой формы (рис. 42). К достоинствам данных шпонок относится высокая технологичность соединения, устойчивое положение на валу, исключающее перекося, имеющий место в призматических шпонках

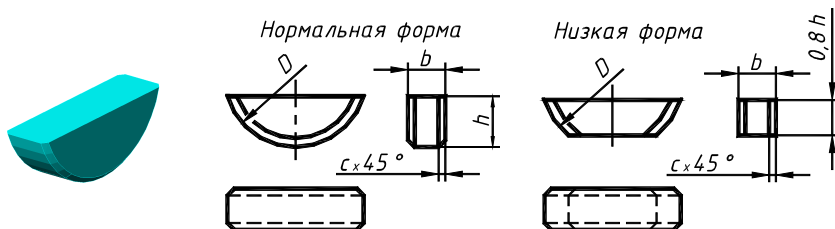


Рис. 42. Сегментные шпонки

Соединение сегментной шпонкой приведено на рис. 43.

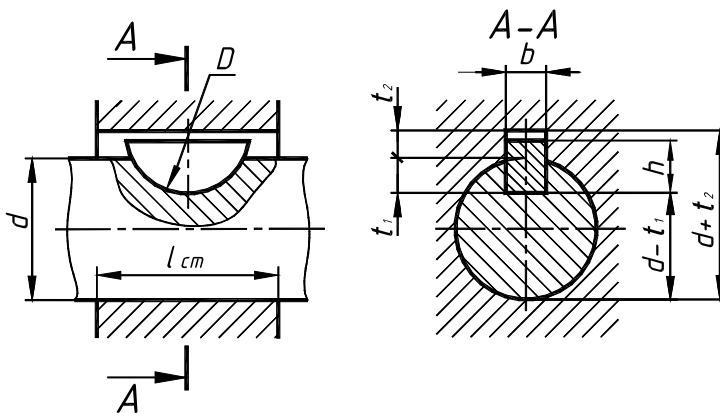


Рис. 43. Соединение сегментной шпонкой

Размеры соединений с сегментными шпонками, мм
(выдержки из ГОСТ 24071-97)

Таблица 3

Диаметр вала d		Размеры шпонки				Глубина паза	
Передача крутящих моментов	Фиксация элементов	b	h_1	D	c	Вал t_1	Втулка t_2
Св. 20 до 22	Св. 28 до 32	5	9	22	0,25...0,40	7,0	2,3
Св. 22 до 25	Св. 32 до 36	6	9	22		6,5	2,8
Св. 25 до 28	Св. 36 до 40	6	10	25		7,5	2,8
Св. 28 до 32	Св. 40	8	11	28	0,4...0,6	8,0	3,3
Св. 32 до 38	Св. 40	10	13	32		10,0	3,3

Условное обозначение сегментной шпонки содержит следующие данные: размеры поперечного сечения $b \times h = 5 \times 9$ мм, номер ГОСТа:
Шпонка 5x9 ГОСТ 24071-97

Методические указания по выполнению работы «Соединение шпоночное».

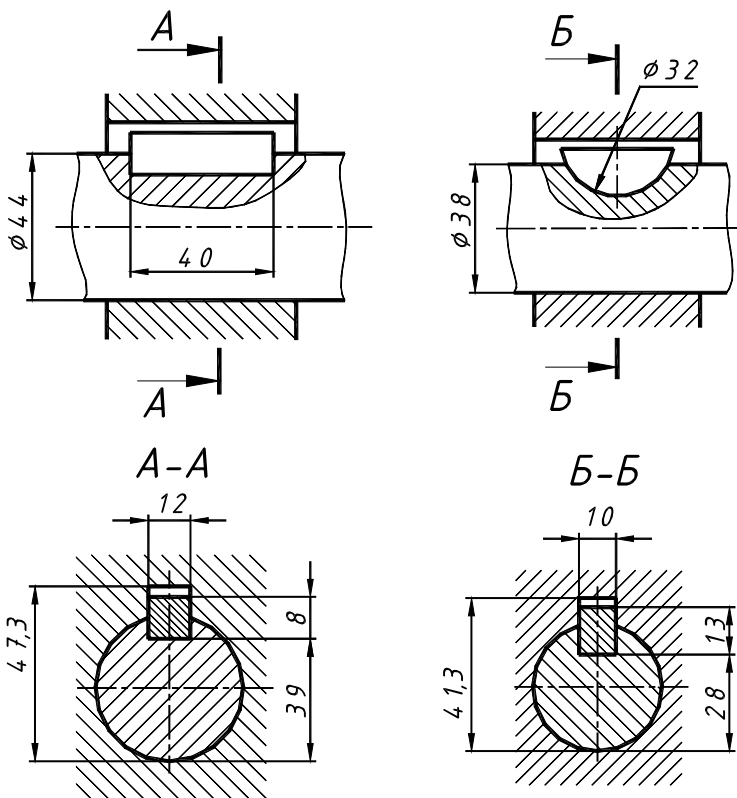
Работа выполняется на формате А4. Исходные данные приведены в приложении по вариантам. Пример работы показан на рис. 44.

Шпоночное соединение представлено в двух изображениях: фронтальный разрез и поперечное сечение. Вал на разрезе показывают нерассеченным с местным разрезом, на котором показано соединение со шпонкой. Штриховка каждой из деталей на всех изображениях должна быть одинакова.

Размеры шпонок и пазов приведены в табл. 2,3. Длину ступицы рассчитать по формуле $l_{cm} = 1,5 d$, где d - диаметр вала. Длину призматической шпонки следует выбрать из стандартного ряда длин на 5...7мм меньше длины ступицы.

Зазор между верхней гранью шпонки и отверстием в ступицу при вычерчивании увеличить до 1...1,5 мм.

700 9LE0JI БЛЛН



Шпонка 12x8x40
ГОСТ 23360-78

Шпонка 10x13
ГОСТ 24071-97

					ИГТУ. ИГО316. 004		
					Соединение шпоночное		
					Лит.	Масса	Масштаб
							1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Мальцев А.С.					
Пров.		Кирилловых Т.В.					
Т. контр.					Лист	Листов 1	
Н. контр.					Кафедра ИГ Гр. 10-ТМ		
Утв.							

Рис. 44. Пример работы «Соединение шпоночное»

Приложение 1

Таблица 4

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ											
Содержание задания	Наименов. крепежных деталей	Исп.	№ ГОСТа	Диам. резьбы	1	2	3	4	5	6	
Соединение болтовое вычертить по размерам ГОСТов и упрощенно в двух изображениях: -главный вид с разрезом; -вид сверху	БОЛТ	1	7798-70	d	20	18	16	18	12	20	
	ГАЙКА	2	5915-70	d	20	18	16	18	12	20	
	ШАЙБА	1	11371-78	d	20	18	16	18	12	20	
	Толщины соединяемых деталей				a₁	22	16	20	16	15	16
					a₂	25	24	25	36	20	32
Соединение шпилечное вычертить по размерам ГОСТов и упрощенно в двух изображениях: -главный вид с разрезом, -вид сверху	ШПИЛЬКА		22032-76	d	20	18					
			22034-76	d			16	18			
			22036-76	d						12	20
	ГАЙКА	2	5915-70	d	20	18	16	18	12	20	
	ШАЙБА	1	11371-78	d	20	18	16	18	12	20	
	Толщина присоединяемой детали				a	32	20	28	26	20	26
Шпоночное соединение вычертить в двух изображениях: -главный вид с разрезом; -поперечный разрез	ШПОНКА		23360-78	d вала	32	36			35	38	
			24071-97	d вала			40	32			
			Исполнение				1	2			3

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ																													
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
18	20	16	14	16	18	16	14	20	14	20	18	16	14	18	12	14	16	20	18	16	14	18	14						
18	20	16	14	16	18	16	14	20	14	20	18	16	14	18	12	14	16	20	18	16	14	18	14						
18	20	16	14	16	18	16	14	20	14	20	18	16	14	18	12	14	16	20	18	16	14	18	14						
16	25	12	16	20	14	22	18	26	10	26	10	10	18	16	14	10	18	15	15	18	12	16	14						
32	26	28	20	25	35	30	24	35	25	30	35	32	26	35	26	32	25	45	35	25	30	36	35						
18	20				16	14					16	14					20	18											
		16	14					20	14					18	12					16	14								
				16	18					20	18					14	16					18	14						
18	20	16	14	16	18	16	14	20	14	20	18	16	14	18	12	14	16	20	18	16	14	18	14						
18	20	16	14	16	18	16	14	20	14	20	18	16	14	18	12	14	16	20	18	16	14	18	14						
38	44	36	35	38	35	32	30	42	34	35	40	32	28	36	26	36	34	42	40	38	35	25	28						
		42	34			40	30			45	26			44	24			48	28			46	25						
30	24			28	36			38	35			37	45			42	25			34	26								
		3	1			2	3				1	2			3	1			2	3			1	2					

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочные материалы

Резьба метрическая цилиндрическая ГОСТ 8724-2002

Таблица 5

Номинальный диаметр d , мм			Внутренний диаметр d_1 , мм	Шаги P , мм	
Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3		крупный	мелкие
6			4,918		.75; 0,5
		7	5,918	1	0.75; 0,5
8			6,647	1,25	1; 0.75; 0,5
		9	7,647	(1,25)	1; 0.75; 0,5
10			8,376	1	1,25; 1; 0.75; 0,5
		11	9,376	(1,5)	1; 0.75; 0,5
12			10,106	1,75	1,5; 1,25; 1; 0.75; 0,5
	14		11,835	2	1,5; 1,25; 1; 0.75; 0,5
		15			1,5; 1
16			13,835	2	1,5; 1; 0.75; 0,5
		17			1,5; (1)
	18		15,294	2,5	2; 1,5; 1; 0.75; 0,5
20			17,294	2,5	2; 1,5; 1; 0.75; 0,5
		22	19,294	2,5	2; 1,5; 1; 0.75; 0,5
24			20,752	3	2; 1,5; (1)
		25			2; 1,5; (1)
		(26)			1,5
	27		23,752	3	2; 1,5; 1; 0,75
		(28)			2; 1,5; 1
30			26,211	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
		(32)			2; 1,5
	33		29,211	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
		35			1,5
36			31,670	4	3; 2; 1,5; 1
		(38)			1,5
	39		34,670	4	3; 2; 1,5; 1
		40			(3); ((4); 3; 2; 1,5; 12);
42			37,129	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
	45		40,129	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
48			42,587	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
		50			(3); (2); 1,5
	52		46,587	5	(4); 3; 2; 1,5; 1

Примечания.

1. При выборе параметров следует предпочитать первый ряд второму, второй - третьему. ГОСТ определяет размеры резьбы в интервале диаметров от 0,25 до 600 мм.
2. Диаметры и шаги, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
3. Внутренний диаметр приведен для резьбы с крупным шагом.

Резьба трапецеидальная однозаходная ГОСТ 24738-81

Таблица 6

Номинальный диаметр резьбы d , мм		Шаг P , мм									
		2	3	5	6	7	8	9	10	12	14
1 ряд	2 ряд										
28		2	3	5			8				
	30		3		6				10		
32			3		6				10		
	34		3		6				10		
36			3		6				10		
	38		3		6	7			10		
40			3		6	7			10		
	42		3		6	7			10		
44			3			7	8				12
	46		3				8				12
48			3				8				12
	50		3				8				12
52			3				8				12
	55		3					9			14
60			3					9			14

Примечания.

1. При выборе диаметров резьбы первый ряд следует предпочитать второму.
2. Шаги, заключенные в рамки, являются предпочтительными.

Резьба упорная ГОСТ 10177-82

Таблица 7

Номинальный диаметр резьбы d , мм		Шаг P , мм									
		2	3	5	6	7	8	9	10	12	14
1 ряд	2 ряд										
28		2	3	5			8				
	30		3		6				10		
32			3		6				10		
	34		3		6				10		
36			3		6				10		
	38		3			7			10		
40			3			7			10		
	42		3			7			10		
44			3			7					12
	46		3				8				12
48			3				8				12
	50		3				8				12
52			3				8				12
	55		3					9			14
60			3					9			14

Примечания.

1. При выборе диаметров резьбы первый ряд следует предпочитать второму.
2. Шаги, заключенные в рамки, являются предпочтительными.

Резьба трубная коническая ГОСТ 6211 – 81

Таблица 8

Обозначение размера резьбы в дюймах	Размеры в мм				
	Шаг	Диаметр резьбы		Длина резьбы	
	<i>P</i>	<i>d=D</i>	<i>d₁=D₁</i>	<i>l₁</i>	<i>l₂</i>
1/4	1,337	13,157	11,445	9,7	6,0
3/8		16,662	14,950	10,1	6,4
1/2	1,814	20,955	18,631	13,2	8,2
3/4		26,441	24,117	14,5	9,5
1	2,309	33,249	30,291	16,8	10,4
1 1/4		41,910	38,952	19,1	12,7
1 1/2		47,803	44,845		
2		59,614	56,656	23,4	15,9

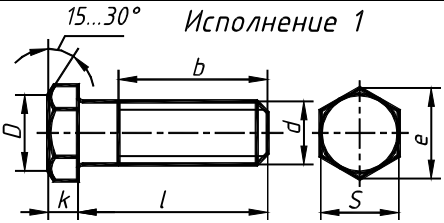
Размеры проточек и фасок для метрических резьб ГОСТ 10549 – 80

Таблица 9

Шаг резьбы <i>P</i> , мм	Размеры наружной проточки, мм									Фаска, <i>z</i> , мм
	Тип 1						Тип 2		Диаметр проточки <i>df</i>	
	нормальная			узкая			<i>f</i>	<i>R₂</i>		
	<i>f</i>	<i>R</i>	<i>R₁</i>	<i>f</i>	<i>R</i>	<i>R₁</i>				
0,75	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	-	-	d- 1,2	1,0
1,0	3,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	d- 1,5	1,0
1,25	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,4	2,5	d- 1,8	1,6
1,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,6	2,5	d- 2,2	1,6
1,75	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5,4	3,0	d- 2,5	1,6
2	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	5,6	4,0	d- 3,0	2
2,5	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,3	4,0	d- 3,5	2,5
3	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,6	4,0	d- 4,5	2,5
3,5	8,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	10,2	5,5	d- 5,0	2,5
4	8,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	10,3	5,5	d- 6,0	3,0

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

Таблица 10



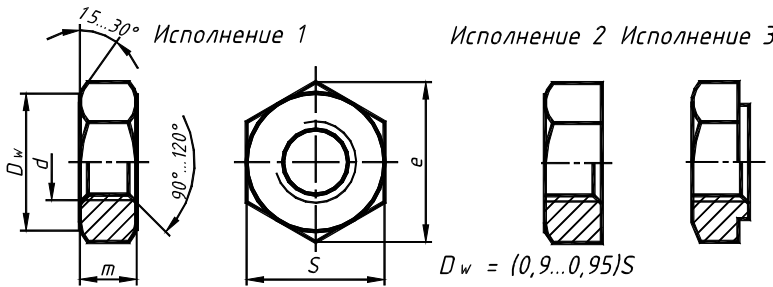
Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P		Диаметр описанной окружности e	Размер под ключ S	Высота головки k	Радиус под головкой R	Длина резьбы b	Длина болта l
	крупный	мелкий						
12	1,75	1,25	20,9	18	7,5	0,6	30	... 50,
14	2,0	1,5	22,8	21	9,0		34	55, 60,
16			26,2	24	10,0		38	65, 70,
18	2,5		29,6	27	12,0	42	75, 80,	
20		33,0	30	12,5	46	85, 90,		
22		37,3	34	14,0	50	95...		

Примечание.

Длина резьбы b соответствует приведенным в таблице значениям длин болтов.

Основные размеры гаек шестигранных по ГОСТ 5915-70, мм

Таблица 11

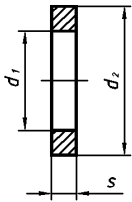
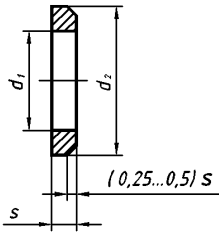


Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P		Размер под ключ S	Диаметр описанной окружности, не менее e	Высота гайки m	Диаметр внутренней фаски d_a	Диаметр наружной фаски, не менее d_w
	крупный	мелкий					
12	1,75	1,25	18	20,9	10,8	12...13	16,5
14	2	1,5	21	22,8	12,8	14...15,1	19,2
16			24	26,2	14,8	16...17,3	22,0
18	2,5		27	29,6	16,4	18...19,4	24,8
20		30	33,0	18,0	20...21,6	27,7	
22		34	37,3	19,8	22...23,8	31,4	
24	3	2	36	39,6	21,5	24...25,9	33,2

$D_w = (0,9...0,95)S$

Основные размеры шайб обычных по ГОСТ 11371-78, мм

Таблица 12

Исполнение 1		Исполнение 2		
				
Номинальный диаметр резьбы крепежной детали, мм	Размеры шайб, мм			
	d_1		d_2	S
	Класс точности А	Класс точности С		
12	13,0	13,5	24	2,5
14	15,0	15,5	28	
16	17,0	17,5	30	3,0
18	19,0	20,0	34	
20	21,0	22,0	37	

Основные размеры шпилек, мм

Таблица 13

Размеры посадочного конца b_1		Шпильки нормальной точности		Шпильки повышенной точности		Материал детали, имеющей резьбовое отверстие							
Длина b_1		ГОСТ 22032-76		ГОСТ 22033-76		Сталь, бронза, латунь							
$b_1 = d$		ГОСТ 22034-76		ГОСТ 22035-76		Ковкий и серый чугун							
$b_1 = 1,25d$ $b_1 = 1,6d$		ГОСТ 22036-76		ГОСТ 22037-76									
$b_1 = 2d$ $b_1 = 2,5d$		ГОСТ 22038-76 ГОСТ 22040-76		ГОСТ 22039-76 ГОСТ 22041-76		Легкие сплавы							
Размеры шпилек													
Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P		Длина шпильки l										
	крупный	мелкий	35	38	40	42	45	50	55	60	65	70	75
Длина резьбы гаечного конца b (знаком X отмечены шпильки с длиной $b = l - 0,5 d - 2 P$)													
12	1,75	1,25	x	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
14	2	1,5	x	x	34	34	34	34	34	34	34	34	34
16	2	1,5	x	x	x	x	38	38	38	38	38	38	38
18	2,5	1,5	-	x	x	x	x	42	42	42	42	42	42
20	2,5	1,5	-	-	x	x	x	x	x	46	46	46	46

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственные стандарты ЕСКД «Общие правила выполнения чертежей».- М.: Изд-во стандартов, 1995.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для вузов/ В.С. Левицкий - М.: Высш. шк., 2003.
3. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учеб. для вузов\ А.А. Чекмарев - М.: Высш. шк., 2002.
4. Суворов С.Г. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах\ С.Г. Суворов - М.: Машиностроение, 1984.
5. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению\ А.А. Чекмарев, В.К. Осипов – М.: Высш. шк., 2002

СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды соединений	3
2. Резьбы	3
2.1. Классификация и параметры	3
2.2. Способы изготовления резьб.....	5
2.3. Сбег резьбы. Проточки. Фаски	5
2.4. Изображение резьбы ГОСТ 2.311-68.....	6
2.5. Типы резьб. Условное обозначение резьб	8
2.6. Указания по выполнению графической работы «Резьбы»	12
3. Детали резьбовых соединений	14
3.1. Общие положения	14
3.2. Болты	14
3.3. Гайки	16
3.4. Шайбы.....	17
3.5. Винты.....	17
3.6. Шпильки	18
4. Разъемные соединения	19
4.1. Соединение шпилечное	19
4.2. Соединение болтовое	24
4.3. Соединение винтовое	27
4.4. Шпоночное соединение	29
Приложение 1. Варианты заданий по инженерной графике	32
Приложение 2. Справочные данные	34
Приложение 3. Пример контрольного задания «Резьбы. Резьбовые соединения»	39
Список литературы.....	40