

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
"Витебский государственный технологический университет"

**Начертательная геометрия
и инженерная графика.
Резьбовые детали и соединения**

Сборник заданий и методических указаний

**для студентов механических
и технологических специальностей**



Витебск
2014

УДК 511(07)

Начертательная геометрия и инженерная графика. Резьбовые детали и соединения: сборник заданий и методических указаний для студентов механических и технологических специальностей.

Витебск : Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2014.

Составители: ст. преп. Бунина Л.А.,
ст. преп. Гришаев А.Н.,
доцент Розова Л.И.

Методические указания предназначены для выполнения задания «Резьбовые детали и соединения» студентами технологических и механических специальностей.

Одобрено кафедрой инженерной графики УО «ВГТУ»
« 18 » марта 2014 г., протокол № 9.

Редактор: Полозков Ю.В.
Рецензент: Луцейкович В.И.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ» « 28 » 03 2014 г., протокол № 3 .

Ответственный за выпуск: Бардиан С.И.

Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати 20.05.2014 Формат 60x90 1/16 Уч.-изд. лист. 3,3
Печать ризографическая. Тираж 99 экз. Заказ № 180

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя и распространителя печатных изданий № 1/172 от 12.02.2014.

210035, Витебск, Московский проспект, 72.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
1.1 Цель выполняемого задания	4
1.2 Объем и содержание задания.....	4
1.2.1 Объем задания для студентов механических специальностей	4
1.2.2 Объем задания для студентов технологических специальностей	4
1.2.3 Объем задания для студентов специальностей «Автоматизация производственных процессов»	5
1.3 Оформление чертежей.....	5
2 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
2.1 РЕЗЬБА	6
2.1.1 Термины и определения	6
2.1.2 Классификация резьбы	8
2.1.3 Условное изображение резьбы на чертежах	10
2.1.4 Стандартные резьбы общего назначения	13
2.1.5 Условное обозначение резьбы на чертежах	15
2.2 КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ: ИЗОБРАЖЕНИЕ И УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ.....	21
2.2.1 Болт.....	21
2.2.2 Винт	22
2.2.3 Гайка.....	24
2.2.4 Шпилька.....	26
2.2.5 Шайба.....	27
2.2.6 Штифт	28
2.2.7 Шплинт	29
3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ КРЕПЁЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	30
4 РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.....	31
4.1 Соединение деталей болтом	31
4.2 Указания по выполнению чертежа соединения болтом	33
4.3 Упрощенное изображение резьбового соединения на сборочном чертеже.....	35
4.4 Указания по выполнению чертежа соединения деталей винтами и штифтом	38
4.5 Указания по выполнению чертежа соединения деталей шпонкой	45
4.6 Указания по выполнению чертежа соединения деталей шпилькой.....	49
ЛИТЕРАТУРА.....	53

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении широко применяются различные виды соединений. Это резьбовые, зубчатые (шлицевые), шпоночные, штифтовые, соединения сочленением и др. По всем техническим специальностям программа по Инженерной графике предусматривает изучение разделов, связанных с изображением различных видов соединений – разъемных и неразъемных.

Наибольшее распространение получили резьбовые соединения, которые широко используются в самых различных отраслях промышленности. Они универсальны, обладают высокой надежностью, способны воспринимать большие нагрузки, удобны при сборке и разборке.

В разделах Инженерной графики учебной программой отводится значительное место изучению резьбовых соединений.

1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Цель выполняемого задания

Приобретение знаний, умений и навыков по изображению и обозначению резьбы, резьбовых деталей и разъемных соединений. Приобретение навыков самостоятельной работы с учебной и справочной литературой, нормативно-технической документацией.

1.2 Объем и содержание задания

1.2.1 Объем задания для студентов механических специальностей

Выполнение эскизов стандартных крепежных деталей с натуры – болта, винта, гайки, шайбы и шпильки.

Выполнение чертежа соединения деталей болтом (виды спереди и сверху). Составление спецификации.

Выполнение чертежа соединения деталей двумя винтами и штифтом. Составление спецификации.

Выполнение чертежа упрощенного соединения деталей шпонкой. Составление спецификации.

1.2.2 Объем задания для студентов технологических специальностей

Выполнение эскизов стандартных крепежных деталей – болта, гайки и шайбы с натуры.

Выполнение эскизов двух винтов и штифта по заданным параметрам.

Выполнение чертежа соединения двумя винтами и штифтом.
Составление спецификации.

1.2.3 Объем задания для студентов специальностей «Автоматизация производственных процессов»

Выполнение эскизов стандартных крепежных деталей с натуры – болта, гайки, шайбы.

Выполнение чертежа соединения деталей болтом (виды спереди и сверху) – по действительным размерам и упрощенного. Составление спецификации.

Выполнение чертежа соединения деталей двумя винтами и штифтом.
Составление спецификации.

1.3 Оформление чертежей

Чертежи резьбовых соединений могут выполняться как на чертежной бумаге, так и средствами машинной графики. Независимо от способа исполнения, чертежи должны быть выполнены с соблюдением всех требований машиностроительного черчения. Формат чертежа, масштаб, нанесение размеров, шрифт, типы линий, заполнение основной надписи и спецификации должны соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1 Резьба

2.1.1 Термины и определения

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба. **Резьбой** называется поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. При этом образуется винтовой выступ соответствующего профиля, ограниченный винтовыми и цилиндрическими или коническими поверхностями (рисунок 1).

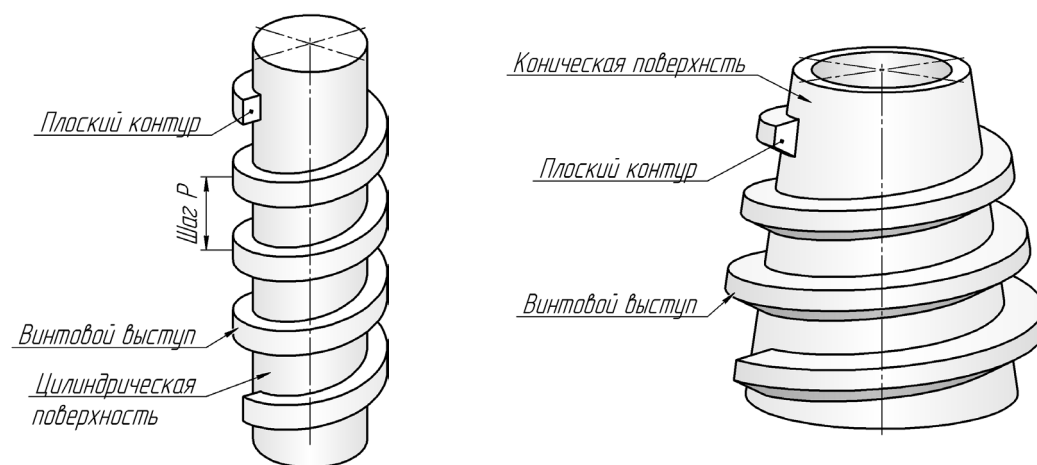


Рисунок 1

Основными методами создания резьбы являются нарезание резьбовыми резцами или резьбовыми гребенками, плашками и метчиками, накатывание при помощи плоских или круглых накатных плашек и т. д.

На рисунке 2 условно показано нарезание резьбы на стержне с помощью резца. При одновременном вращательном движении заготовки, на которой нарезается резьба, и поступательном движении резца (вдоль оси заготовки) последний снимает (вырезает) часть материала заготовки в виде винтовой поверхности.

Внутреннюю (в отверстии) крепежную резьбу в подавляющем большинстве случаев нарезают метчиками (рисунок 3).

Последовательность получения резьбы в глухих отверстиях такова: сначала высверливается гнездо, диаметр которого выбирается из таблицы рекомендуемых стандартом ГОСТ 9150-59 величин, затем в отверстии нарезается резьба комплектом из двух или трех метчиков в зависимости от параметров резьбы.

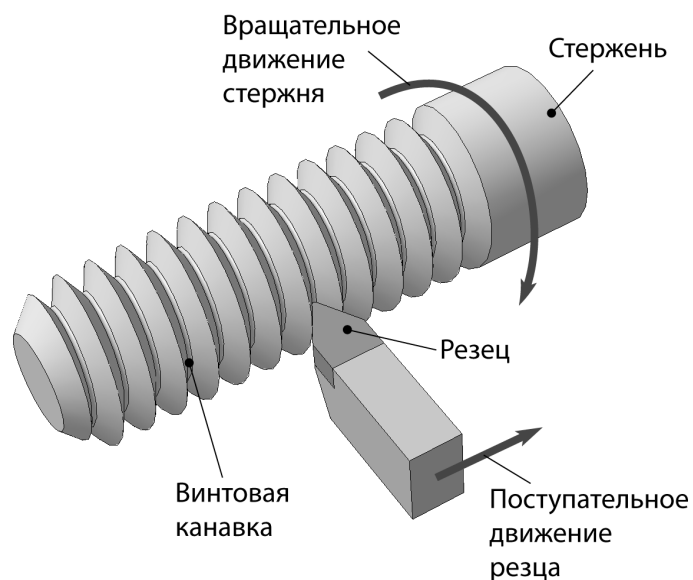


Рисунок 2

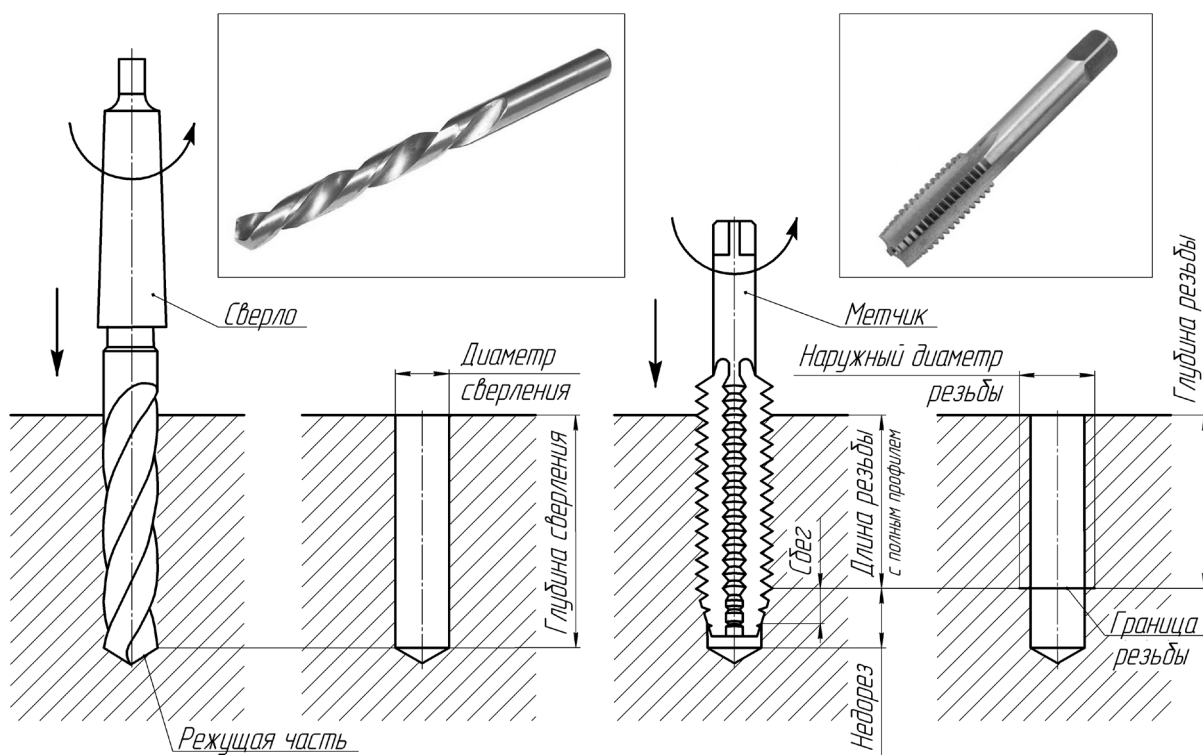


Рисунок 3

Резьбы подразделяют на две группы:

- **стандартные** – резьбы с параметрами, установленными стандартами: профилем, шагом, диаметром;
- **нестандартные** или **специальные** – резьбы с параметрами, которые соответствуют не стандартам, а другим нормативным документам.

2.1.2 Классификация резьбы

Резьбы классифицируются:

- **по форме поверхности** – цилиндрические и конические;
- **по расположению резьбы** – на стержне (наружная резьба) и в отверстии (внутренняя резьба);
- **по форме профиля** – резьба треугольная, прямоугольная, трапецевидная, круглая и др.;
- **по назначению** – резьба крепежная, крепежно – уплотнительная (соединительная), ходовая, специальная;
- **по направлению винтовой поверхности** – правая и левая резьба;
- **по числу заходов** – резьба однозаходная и многозаходная.

Ниже приведены термины и определения основных понятий в области резьбы, установленные стандартом.

Наружный диаметр цилиндрической резьбы **d (D)** (рисунок 1) – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней цилиндрической резьбы.

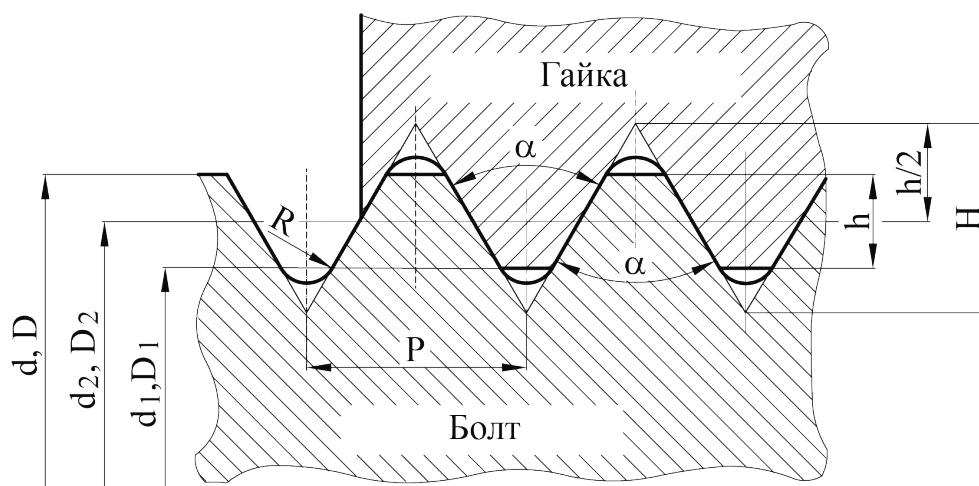


Рисунок 4

Внутренний диаметр цилиндрической резьбы **d_1 (D_1)** (рисунок 4) – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней цилиндрической резьбы.

Средний диаметр цилиндрической резьбы **d_2 (D_2)** (рисунок 4) – диаметр воображаемого, соосного с резьбой прямого кругового цилиндра, каждая образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что ее отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы.

Шаг резьбы (P) – расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между соседними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля

резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (рисунок 4, 5).

Ход резьбы (t) – расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между ближайшими точками одноименных боковых сторон профиля резьбы, принадлежащими одной и той же винтовой линии, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (рисунок 5):

$t = n \times P$, где P – шаг резьбы, n – число заходов резьбы.

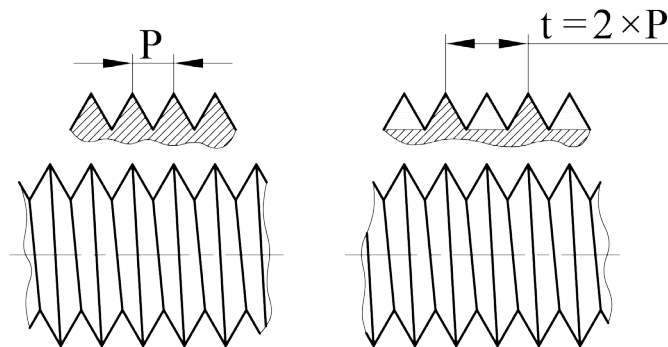


Рисунок 5

Профиль резьбы – форма выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы.

Угол профиля α резьбы – угол между смежными боковыми сторонами резьбы в плоскости осевого сечения.

Правая резьба – резьба, в которой выступ, вращаясь по часовой стрелке, удаляется вдоль оси от наблюдателя. На практике деталь с правой резьбой при ввинчивании в резьбовое отверстие вращается по часовой стрелке.

Левая резьба – резьба, в которой выступ, вращаясь против часовой стрелки, удаляется вдоль оси от наблюдателя. На практике деталь с левой резьбой при ввинчивании в резьбовое отверстие вращается против часовой стрелки.

Сбег резьбы – участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на которой резьба имеет неполный профиль. На рисунке 6 длина резьбы полного профиля обозначена буквой l , а длина сбega резьбы – l_1 .

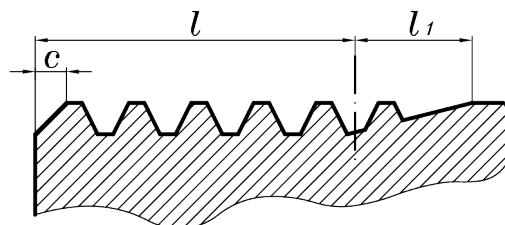


Рисунок 6

Недовод резьбы – величина ненарезанной части поверхности между концом сбега резьбы и опорной поверхностью детали.

Недорез резьбы включает в себя и сбеги, и недовод резьбы (рисунок 3). Чтобы устранить сбеги или недорез резьбы, в конце резьбы предварительно выполняют **проточку (канавку)**, необходимую для выхода резьбонарезающего инструмента.

Чтобы облегчить ввинчивание резьбового стержня, на конце резьбового стержня и в отверстии выполняют **коническую фаску с**, чаще всего под углом 45° .

2.1.3 Условное изображение резьбы на чертежах

ГОСТ 2.311-68 (СТ СЭВ 284-76) «Изображение резьбы» устанавливает основные правила изображения резьбы и резьбового соединения на чертежах.

Резьбу наружную (на стержне) изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру (диаметр выступов) и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (диаметр впадин) резьбы. Тонкие линии внутреннего диаметра наносятся на расстоянии от **0,8** мм до величины шага резьбы **P**, не более. На плоскости, перпендикулярной оси резьбового стержня, внутренний диаметр резьбы изображают дугой окружности, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ её длины и разомкнутую в любом месте (рисунок 7).

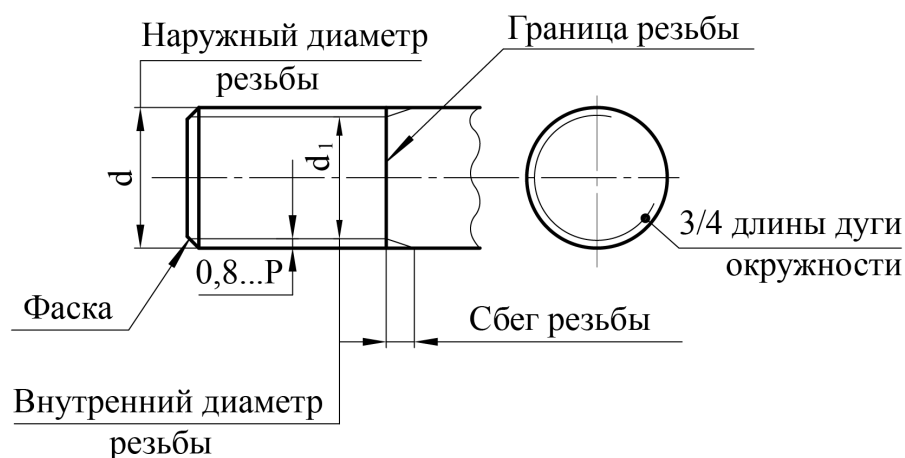


Рисунок 7

Видимая граница (конец) резьбы полного профиля изображается сплошной основной линией. В случае необходимости сбеги резьбы изображаются тонкими линиями (рисунок 7), которые проводятся примерно под углом 30° к основным линиям, изображающим наружный диаметр резьбы.

Резьбу внутреннюю (в отверстии) изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру (диаметр выступов) и сплошными тонкими

линиями – по наружному диаметру (диаметр впадин). На рисунке 8 резьба показана в цилиндрическом отверстии.

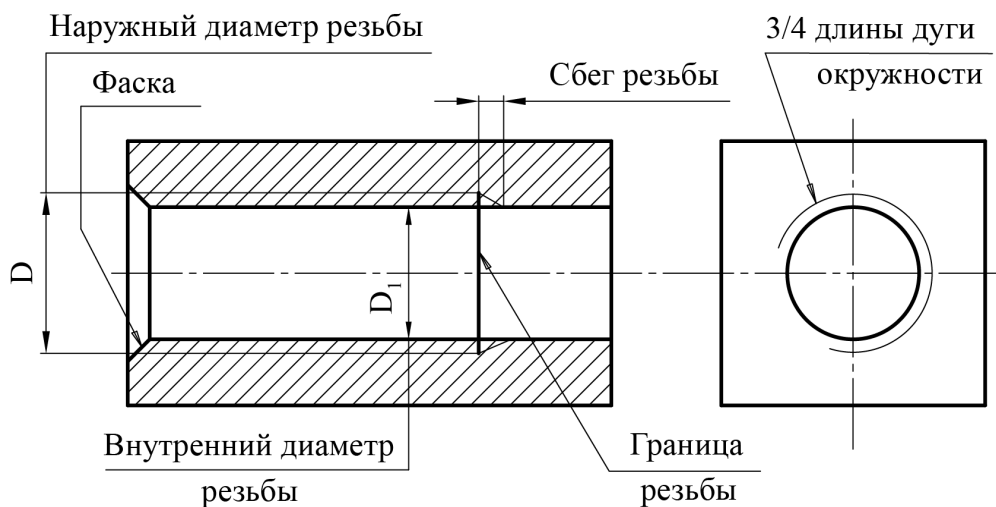


Рисунок 8

На изображениях, полученных проецированием резьбового отверстия на плоскость, перпендикулярную его оси, сплошную тонкую линию проводят дугой на $\frac{3}{4}$ длины окружности, разомкнутую в любом месте, но не заканчивающуюся на осях. Сплошную тонкую линию при изображении резьбы проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы P . Видимая граница резьбы проводится сплошной основной линией в конце полного профиля резьбы до линии наружного диаметра резьбы. В случае необходимости сбег резьбы изображается сплошной тонкой линией, как показано на рисунке 8.

Линии штриховки в разрезах и сечениях резьбовых деталей проводят до сплошной основной линии (рисунок 8).

На рисунке 9 показано изображение глухого резьбового отверстия. Следует обратить внимание на то, что «след от сверла» не включается в глубину отверстия.

Резьбу с нестандартным профилем изображают со всеми необходимыми подробностями и размерами так, как это показано на рисунке 10а и 10б.

При изображении **резьбового соединения** считается, что наружная резьба, т. е. резьба на стержне, закрывает внутреннюю резьбу – резьбу в отверстии. Поэтому наружный диаметр резьбового соединения изображают сплошной основной линией, внутренний – сплошной тонкой линией, т. е. так, как изображается наружная резьба. Отверстие, не закрытое резьбой стержня, изображается как резьбовое отверстие, т. е. как внутренняя резьба (рисунок 11). Следует обратить внимание на то, что резьбовой стержень как сплошной не пустотелый предмет в продольном разрезе условно не заштриховывается, а изображается как на виде. В поперечном разрезе А – А стержень всегда заштриховывается, так как режется по общему правилу.

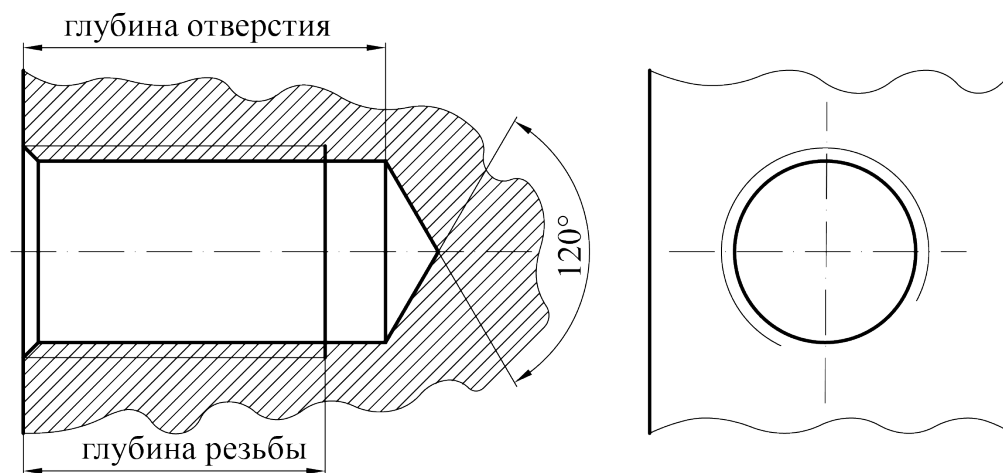


Рисунок 9

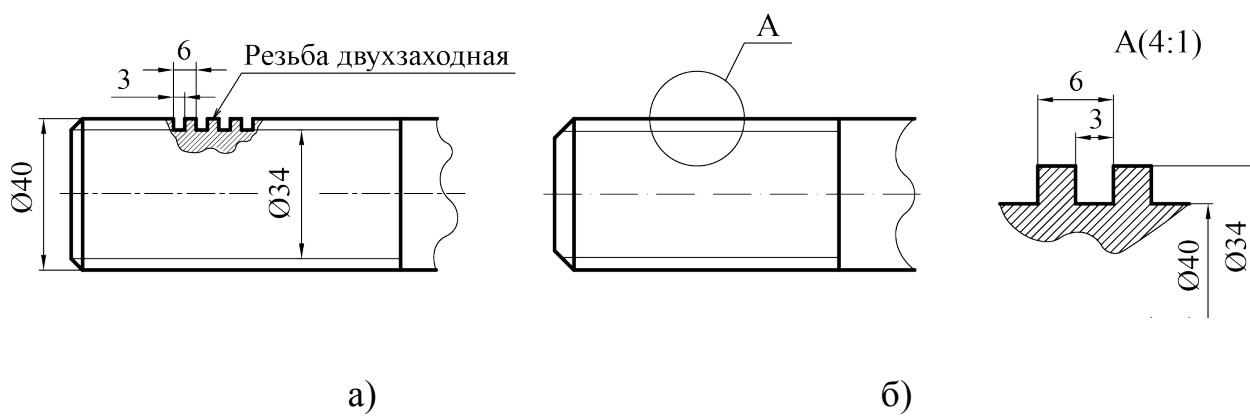


Рисунок 10

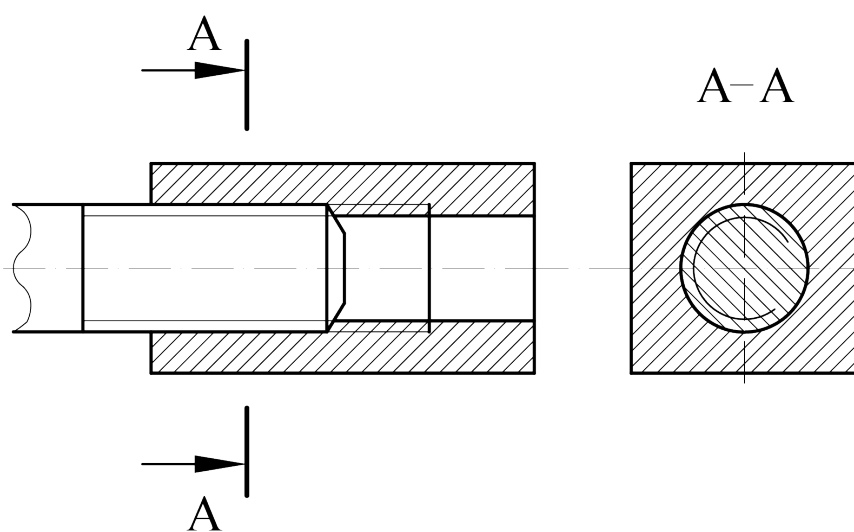


Рисунок 11

На рисунке 12 показано изображение резьбового соединения, где резьбовой стержень ввинчен в глухое резьбовое отверстие (гнездо). Изображение соединения выполнено последовательно: отдельно изображен резьбовой стержень, затем – глухое резьбовое отверстие в разрезе, далее – резьбовое соединение в продольном разрезе.

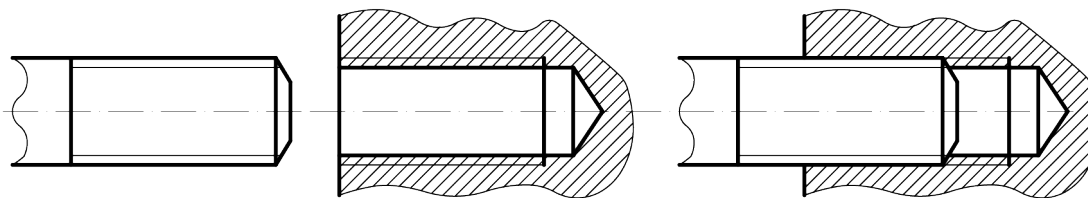


Рисунок 12

2.1.4 Стандартные резьбы общего назначения

Резьба метрическая является основной крепежной резьбой. Это резьба, как правило, однозаходная, преимущественно правая, с крупным или мелким шагом. Профилем метрической резьбы служит равносторонний треугольник. Выступы и впадины резьбы плоско срезаны или скруглены (рисунок 13) (ГОСТ 9150-81 (СТ СЭВ 180-75)). Для каждого диаметра метрической резьбы общего назначения предусматривается несколько значений шагов, как правило, один крупный и несколько мелких, значения которых приведены в соответствующих стандартах.

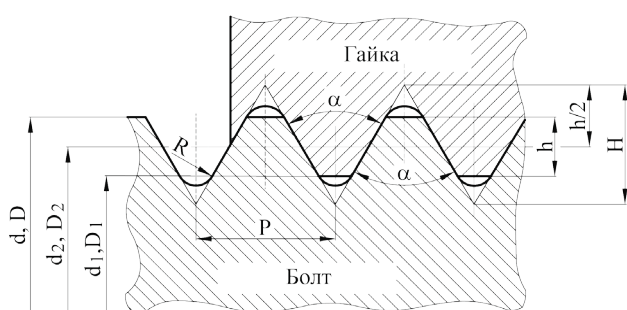


Рисунок 13

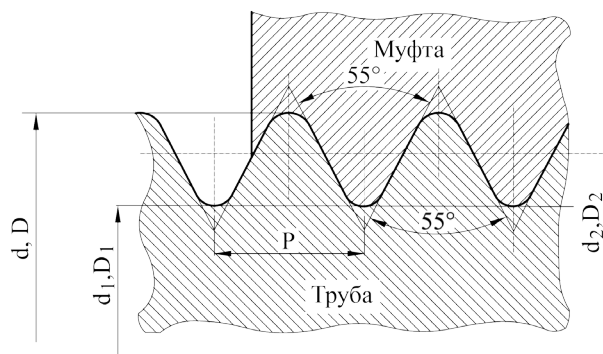


Рисунок 14

Резьба трубная цилиндрическая имеет профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° (рисунок 14), вершины и впадины скруглены. Эту резьбу применяют в трубопроводах и трубных соединениях (ГОСТ 6357-81 (СТ СЭВ 1157-78)). Трубная резьба относится к соединительной резьбе.

Резьба трапецеидальная служит для передачи движения и усилий. Это кинематическая резьба. Профиль трапецеидальной резьбы (ГОСТ 9484-81 (СТ СЭВ 146-78)) – равнобокая трапеция, у которой угол между боковыми

сторонами равен 30° (рисунок 15). Для каждого диаметра трапецеидальная резьба может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой.

Резьба упорная имеет профиль неравнобокой трапеции (рисунок 16). Впадины профиля закруглены (ГОСТ 10177-82 (СТ СЭВ 1781-79)). Для каждого диаметра упорной резьбы предусмотрено три различных шага. Упорная резьба служит для передачи движения с большими осевыми нагрузками.

Резьба упорная и трапецеидальная относятся к ходовой резьбе, которая преобразует вращательное движение в поступательное.

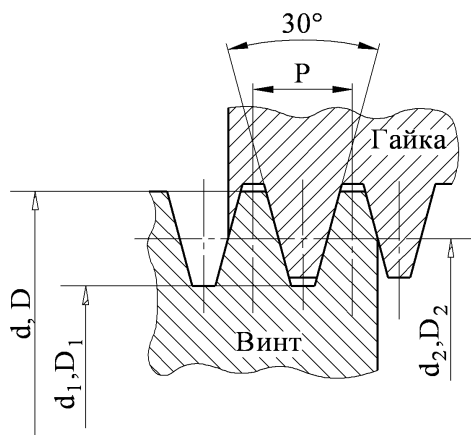


Рисунок 15

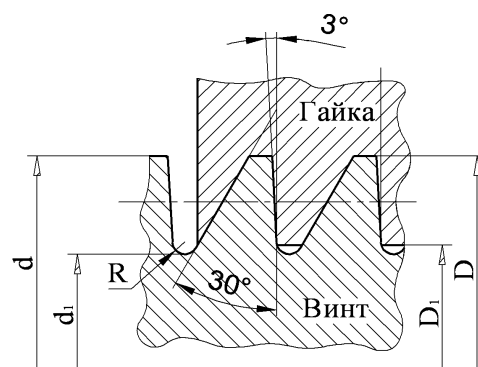


Рисунок 16

Резьба круглая для цоколей и патронов, для предохранительных стекол и светильников, для санитарно – технической арматуры (ГОСТ 13536-68) имеет профиль, полученный сопряжением двух дуг окружности одного радиуса.

Резьба трубная коническая (ГОСТ 6211-81 (СТ СЭВ 1159-78)) (рисунок 17). Применяется для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков. Нарезается на конусе с малым углом конусности ($\phi = 1^\circ 47' 24''$).

Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60° (ГОСТ 6111-52) применяется для герметических соединений в трубопроводах машин и станков; нарезается на конической поверхности с конусностью 1:16.

Специальные резьбы – это резьбы со стандартным профилем, но отличающиеся от стандартной резьбы размером диаметра или шага.

Нестандартные резьбы – квадратная и прямоугольная (рисунок 18) – изготавливаются по индивидуальным чертежам, на которых задаются все параметры резьбы.

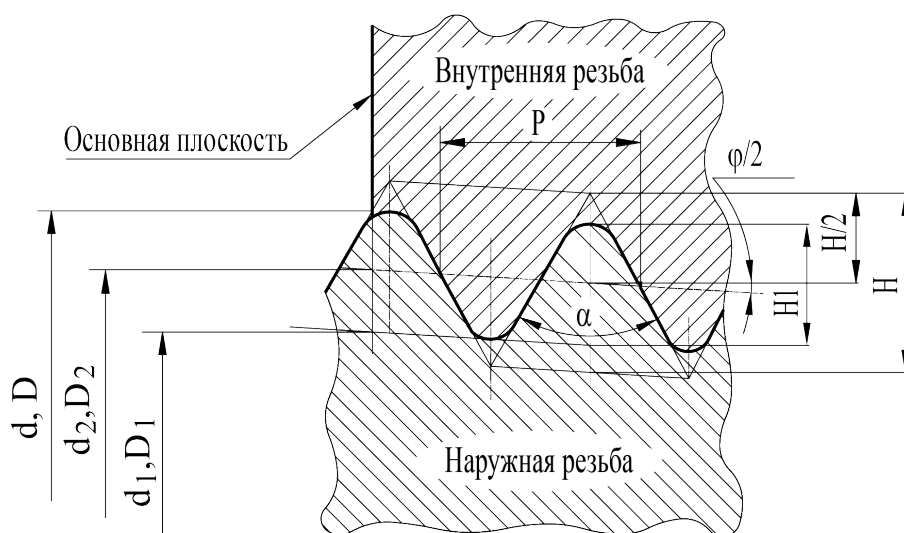


Рисунок 17

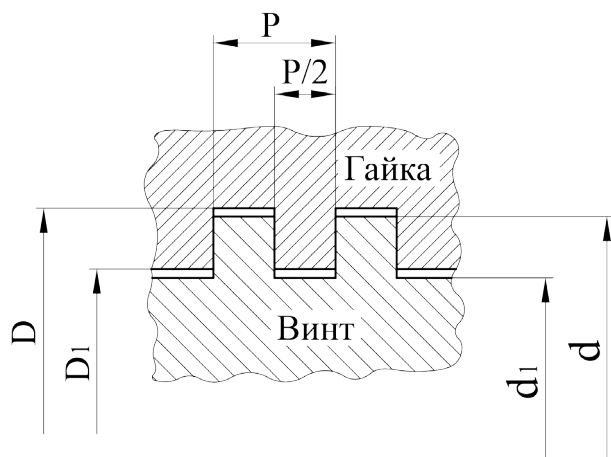


Рисунок 18

2.1.5 Условное обозначение резьбы на чертежах

Каждый тип резьбы имеет условное буквенное обозначение:

M – метрическая резьба (ГОСТ 9150-81);

G – трубная цилиндрическая резьба (ГОСТ 6357-81);

Tr – трапецеидальная резьба (ГОСТ 9484-81);

S – упорная резьба (ГОСТ 10177-82);

R – резьба трубная коническая наружная (ГОСТ 6211-81);

Rc – резьба трубная коническая внутренняя (ГОСТ 6211-81);

K – коническая дюймовая резьба (ГОСТ 6111-52) и т. д.

В большинстве случаев обозначение резьбы на чертежах относят к её наружному диаметру, которое указывается над размерной линией, параллельно ей. Для трубной и конической резьбы обозначение относят не к диаметру, а к

видимому контуру резьбы, которое указывается с помощью выносной линии над полкой – выноской.

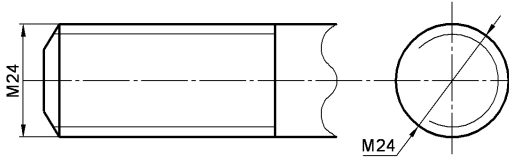
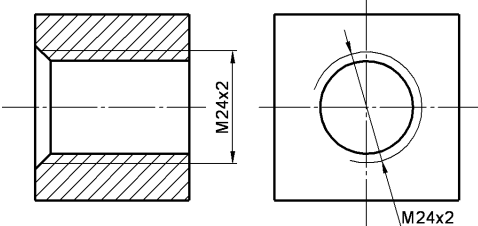
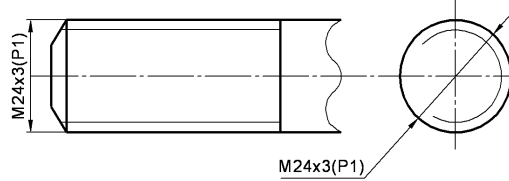
Стандарты на размеры резьбы предусматривают её условное обозначение, в котором указываются:

- буквенное обозначение, определяющее тип резьбы;
- номинальный диаметр резьбы;
- шаг резьбы (если резьба может иметь различные шаги при одном и том же диаметре);
- обозначение левой резьбы (правое направление не обозначается, но подразумевается);
- условное обозначение поля допуска или класса точности (в учебных чертежах допускается не указывать).

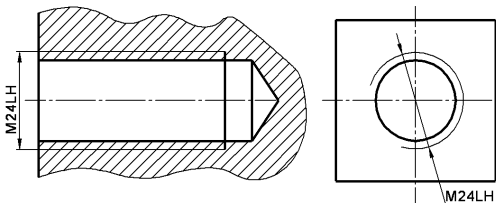
Резьба метрическая относится к крепежной резьбе. Профиль метрической резьбы имеет вид равностороннего треугольника (рисунок 13). Угол профиля равен 60°. Форма впадин резьбы может быть плоскосрезанной или закругленной. Вершины профиля плоско срезаны на $\frac{1}{8}$ часть высоты плоского профиля.

Размер метрической резьбы на чертеже проставляется по наружному диаметру, как на стержне, так и в отверстии.

Таблица 1 – Условное обозначение метрической резьбы и примеры нанесения размеров

Пояснение	Пример обозначения	Нанесение размера метрической резьбы
1	2	3
В условное обозначение правой метрической резьбы с крупным шагом входит буква М и номинальный диаметр резьбы в мм	M24	
Условное обозначение правой метрической резьбы с мелким шагом дополняется размером шага через разделительный символ «х»	M24 × 2	
В условное обозначение многозаходной метрической резьбы входит буква М , номинальный диаметр резьбы , числовое значение хода через разделительный символ , в скобках буква Р (шаг) и числовое значение шага	M24 × 3 (P1)	

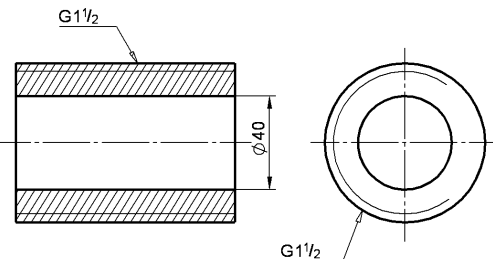
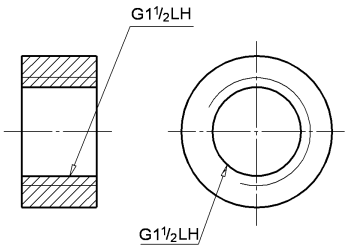
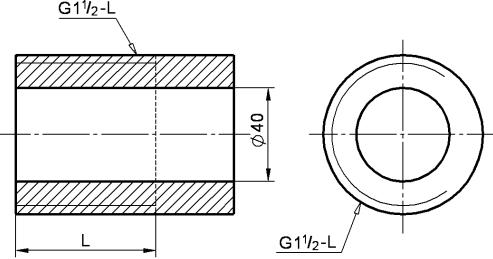
Окончание таблицы 1

1	2	3
Условное обозначение левой резьбы дополняется буквами ЛН	M24ЛН; M24 × 2ЛН M24×3 (P1) ЛН	

Резьба трубная цилиндрическая. Профиль резьбы имеет вид равнобедренного треугольника, угол профиля 55° (рисунок 14). Вершины выступов и впадин закруглены на $1/6$ часть высоты полного профиля.

В отличие от других видов размер резьбы трубной цилиндрической указывает не ее наружный диаметр, а значение условного диаметра отверстия трубы (в дюймах), на которой нарезана резьба. При этом размер условного прохода округляется до ближайшего значения основного ряда чисел в соответствии с ГОСТ 28388-89 «Проходы условные. Ряды». В стандартах обозначение резьбы трубной цилиндрической приводится без обозначения единицы физической величины.

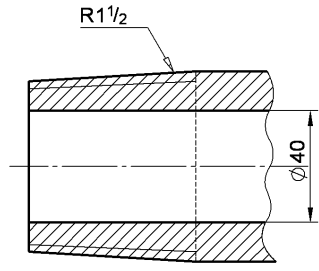
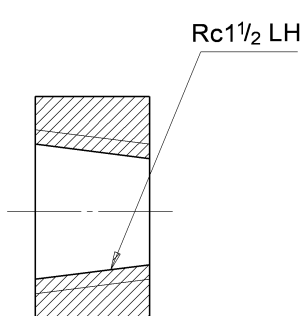
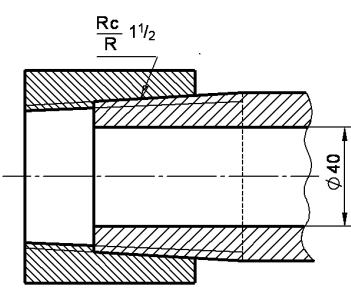
Таблица 2 – Условное обозначение резьбы трубной цилиндрической

Пояснение	Пример обозначения	Нанесение размера трубной цилиндрической резьбы
В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы входит буква G и размерное число в дюймах без знака « $\circ$ ». Условный проход трубы равен 40 мм ($\varnothing 40$)	G 1½	
Для левой резьбы условное обозначение резьбы дополняется буквами ЛН	G 1½ ЛН	
Нормальная длина свинчивания N в обозначении не указывается. Длина свинчивания L (длинная) указывается в миллиметрах	G 1½ – L	

Резьба трубная коническая. Профиль резьбы имеет вид равнобедренного треугольника, угол профиля 55° . Вершины выступов и впадин закруглены на величину $0,159955 \times P$, где P – шаг резьбы (рисунок 15). Конусность составляет 1:16.

Условное обозначение трубной конической резьбы и нанесение её размера приведено в таблице 3. Размер резьбы относят к её видимому контуру и наносят так, как это показано в таблице 3. Как и в случае с резьбой трубной цилиндрической, размер резьбы в дюймах обозначает условный диаметр отверстия трубы, на которой нарезана резьба. При этом размер условного прохода округляется до ближайшего значения основного ряда чисел в соответствии с ГОСТ 28388-89 «Проходы условные. Ряды». В стандартах обозначение резьбы трубной конической приводится без обозначения единицы физической величины.

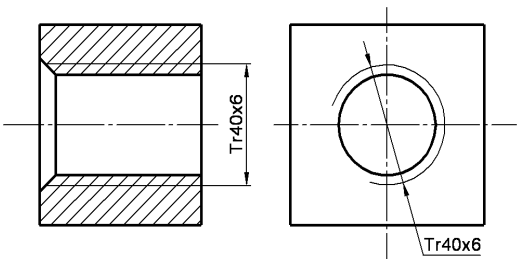
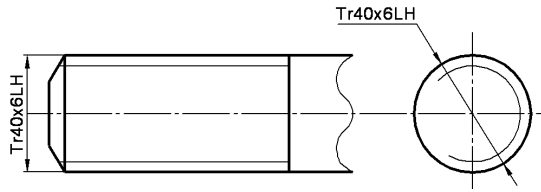
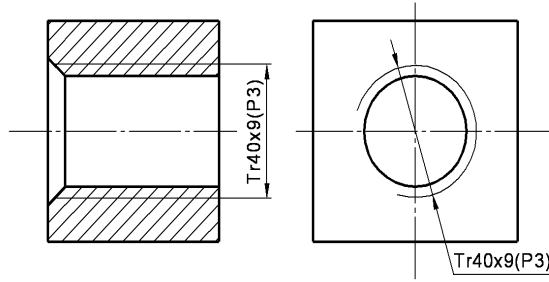
Таблица 3 – Условное обозначение трубной конической резьбы

Пояснение	Пример обозначения	Нанесение размера трубной конической резьбы
В условное обозначение трубной конической резьбы входят буквы R – для наружной резьбы трубной конической; Rc – для внутренней резьбы трубной конической и размерное число в дюймах без знака «»	R 1½ Rc 1½	
Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквой LH	R 1½ LH; Rc 1½ LH;	
Резьбовое соединение обозначается дробью, в числителе которой указывается буквенное обозначение внутренней резьбы, а в знаменателе – наружной резьбы	$\frac{Rc}{R} 1\frac{1}{2}$ $\frac{Rc}{R} 1\frac{1}{2} LH$	

Резьба трубная цилиндрическая и трубная коническая по своему применению относятся к крепежно – уплотнительным (соединительным) резьбам.

Резьба трапецеидальная. Профиль резьбы имеет вид равнобокой трапеции, угол профиля 30° (рисунок 16). Резьба трапецеидальная одно – и многозаходная относится к кинематической (ходовой) резьбе и предназначена для преобразования вращательного движения в поступательное перемещение. Она применяется в различных винтовых механизмах: ходовых винтах станков и счетных механизмов, винтах суппортов, штурвальных винтах и др.

Таблица 4 – Условное обозначение трапецеидальной резьбы

Пояснение	Примеры обозначений	Нанесение размера трапецеидальной резьбы
В условное обозначение резьбы трапецеидальной однозаходной входят буквы Tr – буквенное обозначение трапецеидальной резьбы, номинальный диаметр резьбы в мм и шаг резьбы	Tr 40 × 6	
Для левой резьбы обозначение дополняется буквами LH	Tr 40 × 6 LH	
В условное обозначение резьбы многозаходной трапецеидальной входят буквы Tr – буквенное обозначение резьбы, номинальный диаметр резьбы в мм, значение хода в мм, в скобках буква P (шаг) и его числовое значение	Tr 40 × 9 (P3)	

Размер трапецеидальной резьбы на чертеже проставляется по наружному диаметру так, как это показано в таблице 4.

Резьба упорная. Профиль резьбы имеет вид неравнобокой трапеции, угол профиля равен 33° (рисунок 17).

Упорная резьба, как и трапецеидальная, относится к ходовой резьбе и применяется при значительных осевых усилиях, например, в винтовых домкратах большой грузоподъемности, гидравлических прессах и т. д.

Размер упорной резьбы на чертеже проставляется по наружному диаметру так, как это показано в таблице 5.

Таблица 5 – Условное обозначение упорной резьбы

Пояснение	Примеры обозначений	Нанесение размера упорной резьбы
В условное обозначение упорной резьбы входит буква S – буквенное обозначение упорной резьбы, номинальный диаметр и шаг резьбы в мм	S 80 × 10	
Для левой резьбы обозначение дополняется буквами LH	S 80 × 10 LH	
В условное обозначение многозаходной резьбы входит буква S , номинальный диаметр резьбы , значение хода , в скобках буква P (шаг) с его числовым значением	S 80 × 20 (P10) S80×20 (P10)LH	

Резьба коническая дюймовая. Профиль резьбы имеет вид равностороннего треугольника, угол профиля составляет 60°. Вершины впадин и выступов плоско срезаны на величину $0,033 \times P$, где P – шаг резьбы. Конусность составляет 1:16.

Размер резьбы конической дюймовой относят к видимому контуру резьбы и наносят на чертеже так, как это показано в таблице 6.

Таблица 6 – Условное обозначение конической дюймовой резьбы

Пояснение	Пример обозначения	Нанесение размера конической дюймовой резьбы
В условное обозначение входит буква K , значение размера резьбы в дюймах , ГОСТ 6111-52 Размер резьбы в дюймах обозначает условный проход (внутренний диаметр) трубы	K1"ГОСТ6111-52	

2.2 Крепежные детали: изображение и условное обозначение

Для осуществления разъемного соединения деталей применяются различные резьбовые крепежные детали: болты, винты, шпильки, гайки и др. Форма, размеры и другие характеристики крепежных деталей (материал, характер покрытия и пр.) устанавливаются соответствующими стандартами. Крепежные детали стандартизованы, что обеспечивает их взаимозаменяемость. Крепежные детали, как правило, изготавливаются с метрической резьбой.

Каждая крепежная деталь имеет условное обозначение. В учебных чертежах в условном обозначении болтов, винтов и шпилек указывают:

- наименование детали;
- исполнение (исполнение 1 не указывается, но подразумевается);
- буквенное обозначение метрической резьбы – заглавная буква **М**;
- наружный диаметр резьбы в миллиметрах;
- величину мелкого шага резьбы (крупный шаг не указывается, но подразумевается);
- длину стержня крепежной детали;
- номер стандарта.

2.2.1 Болт

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, чаще всего шестигранная, на другом – резьба для навинчивания гайки. Размеры и форма головки позволяют использовать её для завинчивания болта при помощи стандартного гаечного ключа. Обычно на головке болта выполняется коническая фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая пользование гаечным ключом при соединении болта с гайкой (рисунок 19). В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с головками различной формы: шестигранной, полукруглой, потайной. Наибольшее распространение получили болты с шестигранной головкой (рисунок 19).

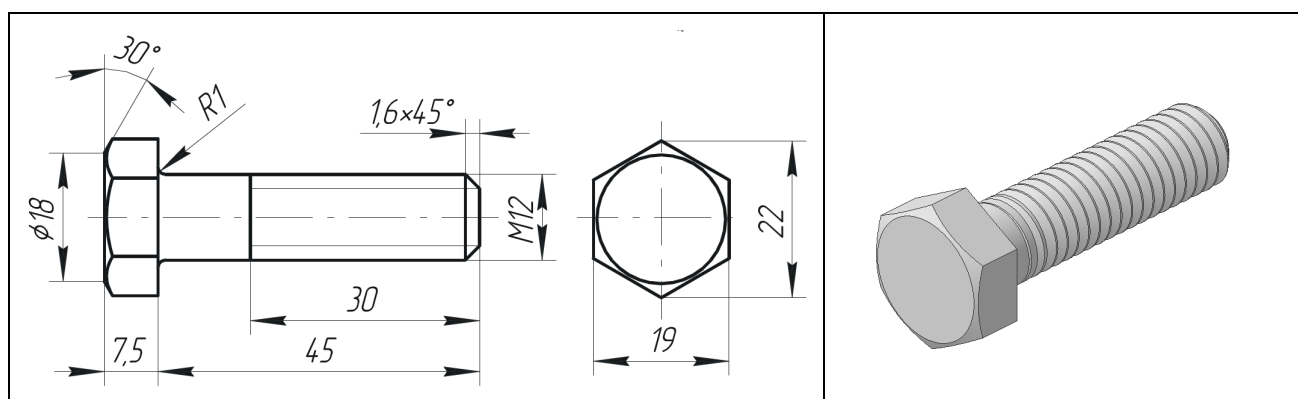


Рисунок 19 – Болт М12 × 45 ГОСТ 7798-70

Обозначение “Болт М10 × 50 ГОСТ 7798-70” читается следующим образом: болт исполнения 1 (не указывается, а подразумевается), с метрической резьбой – буква **М**, наружный диаметр резьбы **10** мм, разделительный символ «х», шаг крупный (не указывается, а подразумевается), длина стержня равна **50** мм, **ГОСТ 7798-70**.

2.2.2 Винт

Крепёжный винт – это деталь, которая служит для разъемного соединения и представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей и головкой различной формы. Винты изготавливаются с цилиндрической (рисунок 20), полукруглой (рисунок 21), потайной (конической) (рисунок 22) и полупотайной (рисунок 23) головкой, а также с цилиндрической головкой и шестигранным углублением «под ключ» (рисунок 24). Головки винтов имеют обыкновенный шлиц (прорезь) под плоскую отвёртку или крестообразный шлиц, что соответствует исполнению 1 или 2. На винтах применяется метрическая резьба с крупным или мелким шагом.

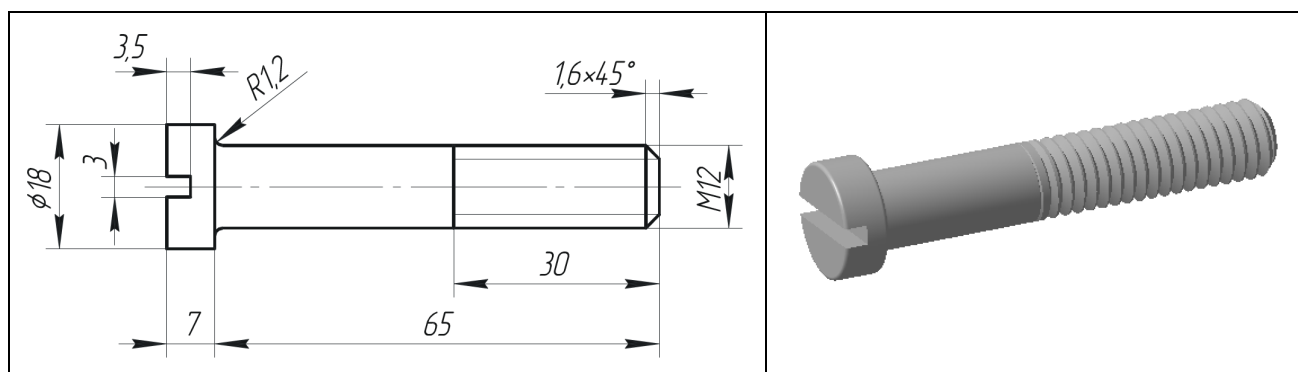


Рисунок 20 – Винт М12×65 ГОСТ 1491-80

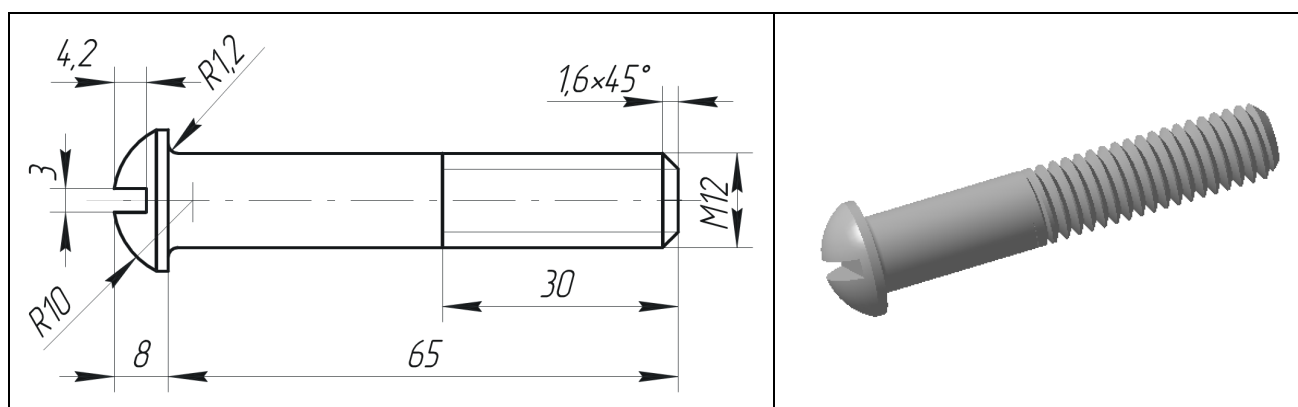


Рисунок 21 – Винт М12×65 ГОСТ 17473-80

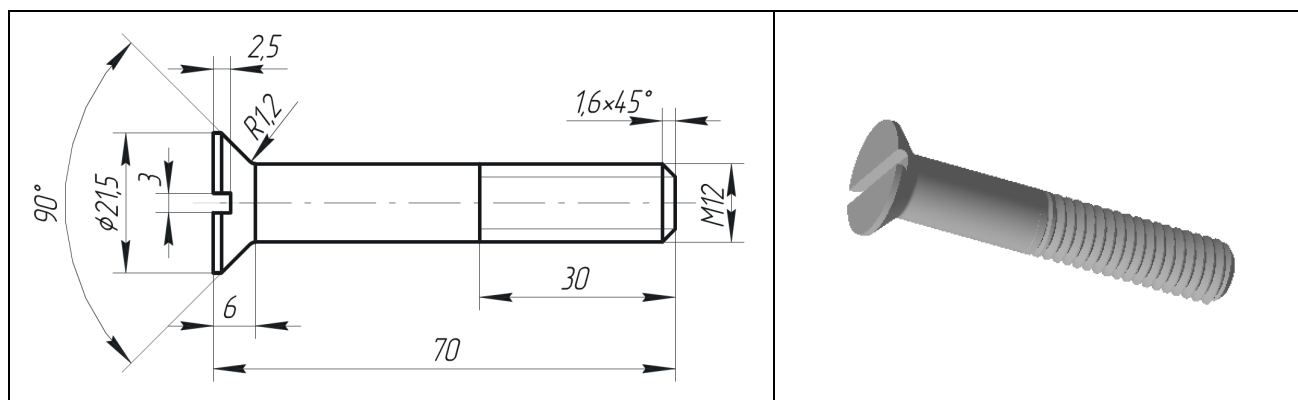


Рисунок 22 – Винт М12×70 ГОСТ 17475-80

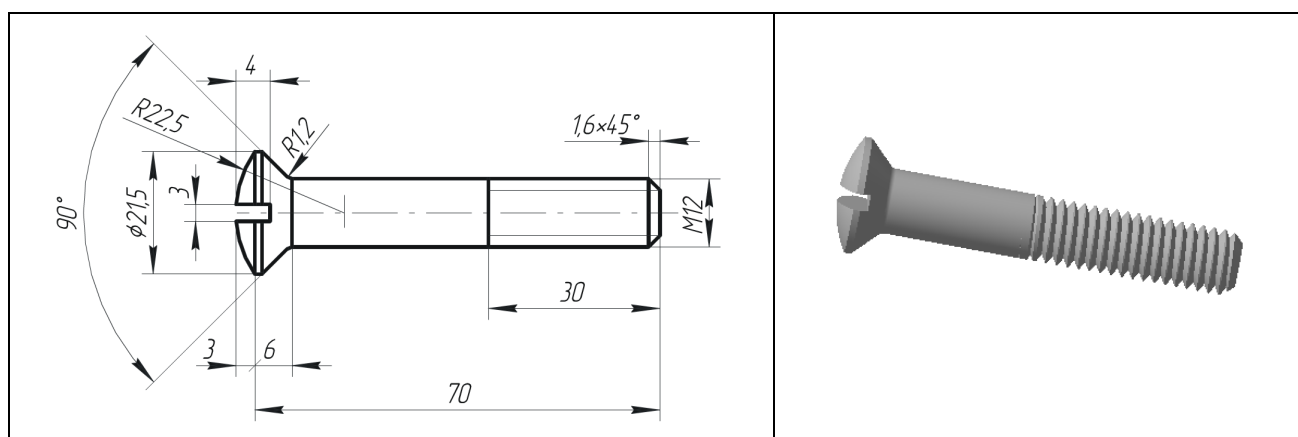


Рисунок 23 – Винт М12×70 ГОСТ 17474-80

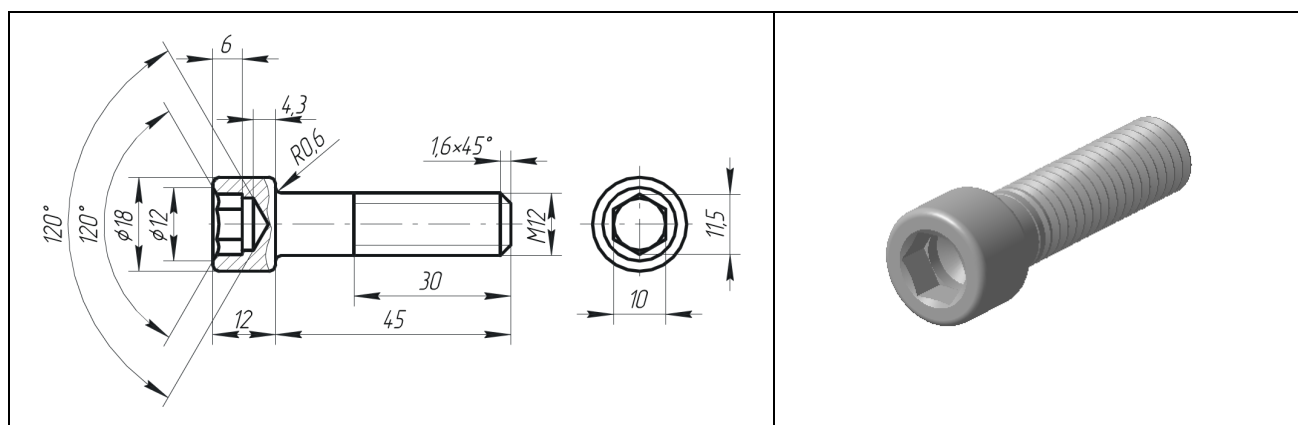


Рисунок 24 – Винт М12×45 ГОСТ 11738-84

По назначению винты подразделяются на две группы – крепежные и установочные. **Крепежный винт** – деталь, предназначенная для соединения деталей друг с другом. **Установочный винт** – деталь, предназначенная для взаимного фиксирования деталей.

Примеры условного обозначения винта с цилиндрической головкой, диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом резьбы, длиной стержня 50 мм:

Винт АМ8 × 50 ГОСТ 1491-80, где **А** – класс точности.

Винт ВМ8 × 50 ГОСТ 1491-80, где **В** – класс точности.

Для винтов по ГОСТ 17473–80, 17474–80, 16475-80 предусмотрено два исполнения головки винта: исполнение 1 – со шлицем (под обычную отвертку) и исполнение 2 – с крестообразным углублением (под крестовую отвертку). Для данных винтов вариант исполнения дополнительно указывается в условном обозначении.

Винт ВМ12 × 45 ГОСТ 17473-80, где **В** – класс точности, исполнение **1** подразумевается.

Винт А2 М12 × 45 ГОСТ 17473-80, где **А** – класс точности, **2** – исполнение.

2.2.3 Гайка

Гайка – крепёжная деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или другую резьбовую деталь. Гайки различают: а) по форме наружной поверхности; б) по характеру исполнения; в) по типу резьбы; г) по точности изготовления.

Чаще всего гайки имеют шестигранную форму. Выпускаются также гайки круглые, барашки, корончатые, прорезные. Различают гайки низкие, высокие, особо высокие, нормальной высоты, с уменьшенным размером «под ключ». Гайки изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности. Изготавливают гайки с метрической резьбой с крупным или мелким шагом. Для более удобного пользования гаечным ключом шестигранная поверхность гайки имеет конические фаски с обеих сторон – исполнение 1 или с одной стороны – исполнение 2, что отражается в условном наименовании гайки.

На рисунке 25 изображена шестигранная гайка исполнения 1 с двумя наружными коническими фасками, на рисунке 26 – гайка исполнения 2 с одной наружной фаской. На рисунке 27 изображена круглая гайка со шлицем под отвертку на торце.

В условное обозначение гайки входит её наименование, буквенно – цифровое обозначение резьбы и ГОСТ.

Обозначение “Гайка М12 ГОСТ 5915-70” читается следующим образом: гайка исполнения 1, с резьбой метрической, наружным диаметром 12 мм, крупным шагом, ГОСТ 5915-70.

В условное обозначение гайки второго исполнения добавляется цифра 2, которая пишется перед обозначением резьбы – буквой М: “Гайка 2М12 ГОСТ 5915-70”. Корончатая (прорезная) гайка показана на рисунке 28, гайка – барашек – на рисунке 29.

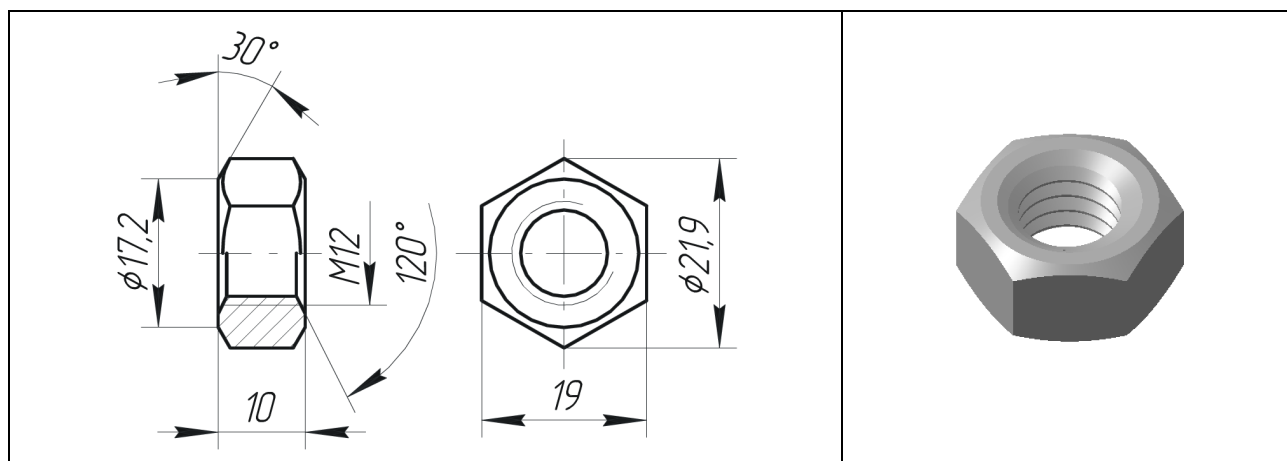


Рисунок 25 – Гайка М12 ГОСТ5915-70

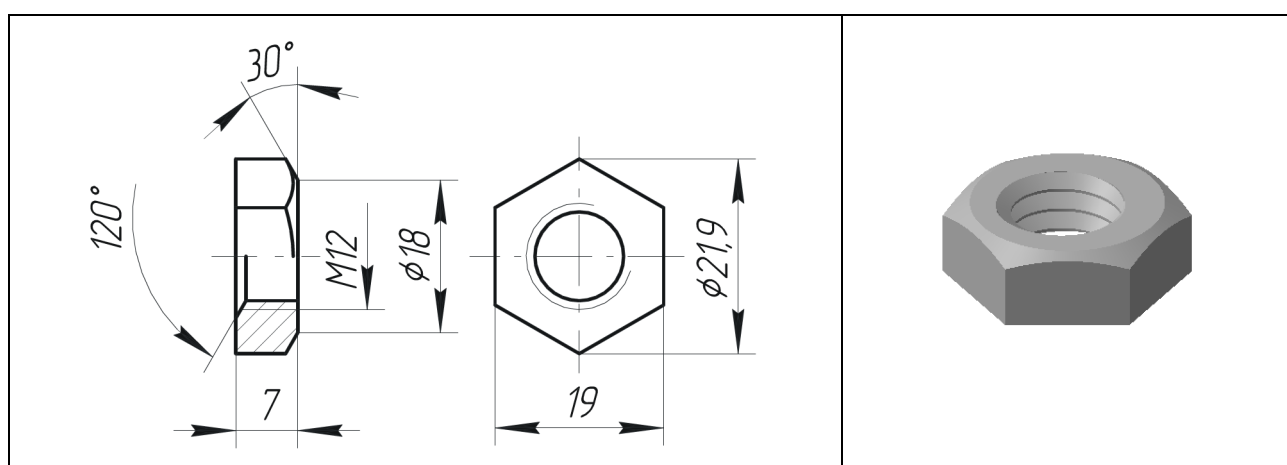


Рисунок 26 – Гайка 2М12 ГОСТ 15522-70

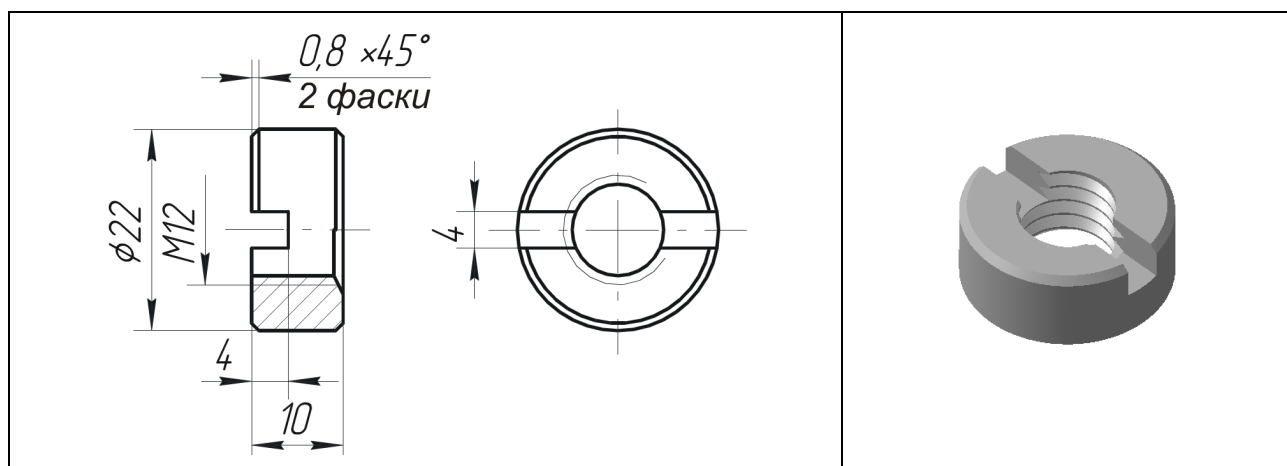


Рисунок 27 – Гайка М12 ГОСТ10657-80

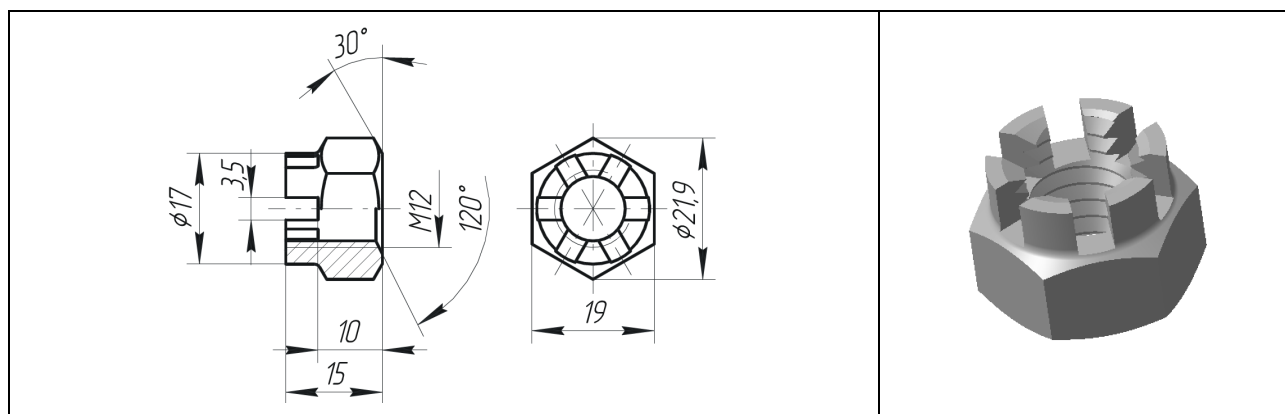


Рисунок 28 – Гайка М12 ГОСТ 5932-73

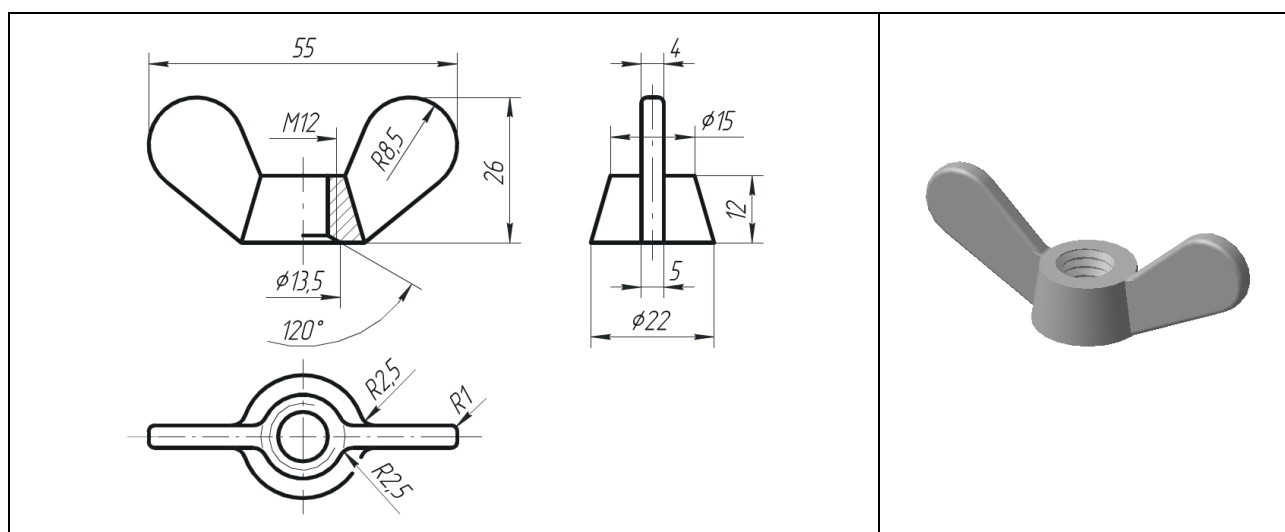


Рисунок 29 – Гайка М12 ГОСТ 3032-76

2.2.4 Шпилька

Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. У шпильки различают **ввинчиваемый резьбовой конец длиной b_1** , называемый посадочным, и **гаечный конец l с длиной резьбы b** (рисунок 30). В условном обозначении шпильки указывается длина l без посадочного конца. Длина посадочного конца меняется в зависимости от материала базовой детали, в которую ввинчивается шпилька.

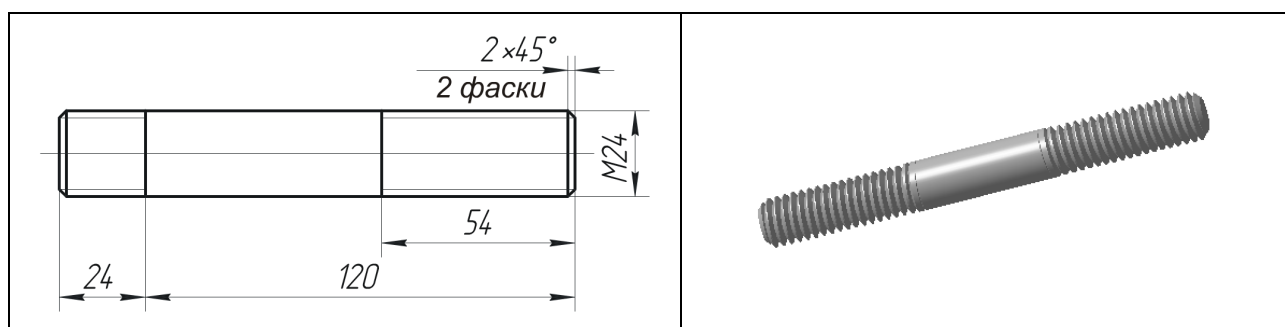


Рисунок 30 – Шпилька М24×120 ГОСТ 22032-76

В обозначении шпильки “Шпилька $Md \times l$ ГОСТ...” следует читать:

d – номинальный диаметр резьбы в данном случае – 24;

l – длина шпильки, в данном случае – 120;

b – длина резьбы на гаечном конце, в данном случае – 54;

b_1 – длина посадочного конца, в данном случае – 24;

ГОСТ – стандарт для данной шпильки, который выбирается в зависимости от значения b_1 . В приведенном выше случае материал базовой детали легкий сплав.

Длина посадочного (ввинчиваемого) конца b_1 зависит от материала базовой детали, в которую ввинчивается шпилька:

для стали	$b_1 = d$	ГОСТ 22032-76,
для чугуна	$b_1 = 1,25d$	ГОСТ 22034-76,
для цветных металлов	$b_1 = 1,6d$	ГОСТ 22036-76,
для легких сплавов	$b_1 = 2d$	ГОСТ 22038-76,
	$b_1 = 2,5d$	ГОСТ 22040-76.

2.2.5 Шайба

Шайба – деталь, закладываемая под гайку, головку болта, винта. Шайба предназначена для передачи и распределения усилий на соединяемые детали, а также для предохранения их поверхности от смятия гайкой, головкой болта или винта. Некоторые виды шайб предназначены для стопорения.

Различают шайбы круглые, пружинные, стопорные и др. Круглые шайбы бывают исполнения 1 без фаски (рисунок 31) и исполнения 2 с фаской (рисунок 32).

В условном обозначении шайбы указывается наименование детали; исполнение (исполнение 1 не указывается); диаметр стержня крепёжной детали, в соединении с которой применяется шайба; ГОСТ.

Примеры условного наименования шайбы:

Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78 для шайбы исполнения 2;

Шайба 12 ГОСТ 11371-78 для шайбы исполнения 1.

Обе шайбы предназначены для использования с крепёжными деталями, номинальный диаметр резьбы которых равен 12 мм. Следует обратить внимание на то, что диаметр отверстия шайбы больше диаметра резьбы крепёжной детали.

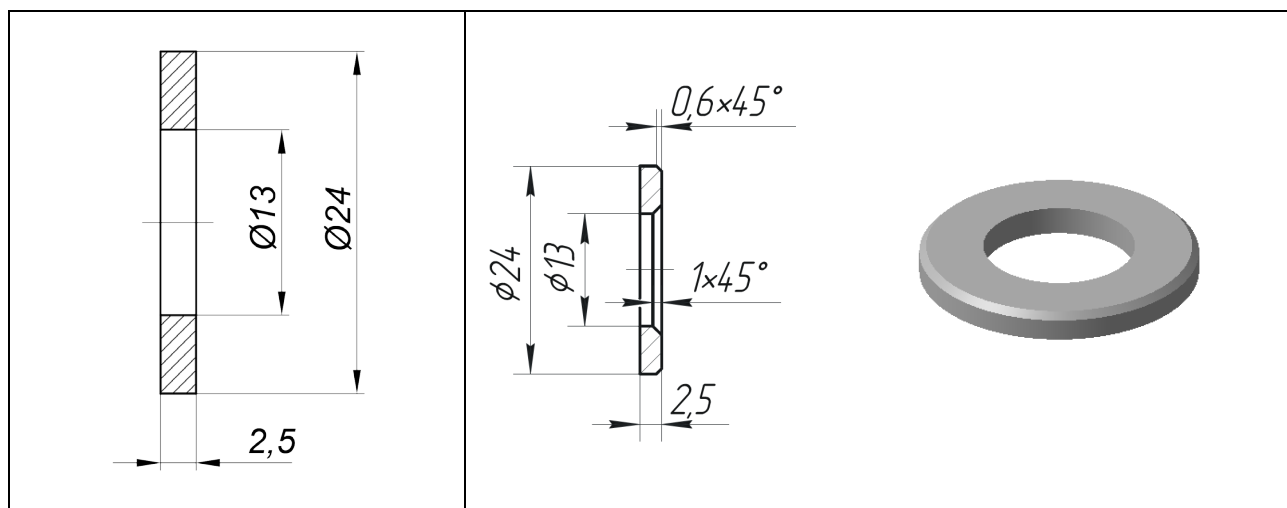


Рисунок 31

Рисунок 32

2.2.6 Штифт

Штифты представляют собой цилиндрические, конические или фасонные стержни круглого сечения. Цилиндрические или конические штифты применяются для неподвижного соединения деталей машин и точной фиксации их друг относительно друга. Штифты запрессовываются в отверстия двух сопрягаемых деталей. В отверстиях штифты удерживаются силой трения, создаваемой при монтаже изделия с натягом. Стандарт предусматривает изготовление штифтов диаметром от 0,6 до 50 мм и длиной от 2,5 до 280 мм. Цилиндрические штифты изготавливаются исполнения 1, 2 и 3. В условном наименовании штифта указывается его исполнение, диаметр и длина. Например: **Штифт 10×50 ГОСТ 3128-70** исполнения 1 (рисунок 33) или **Штифт 2 – 10×50 ГОСТ 3128-70** исполнения 2.

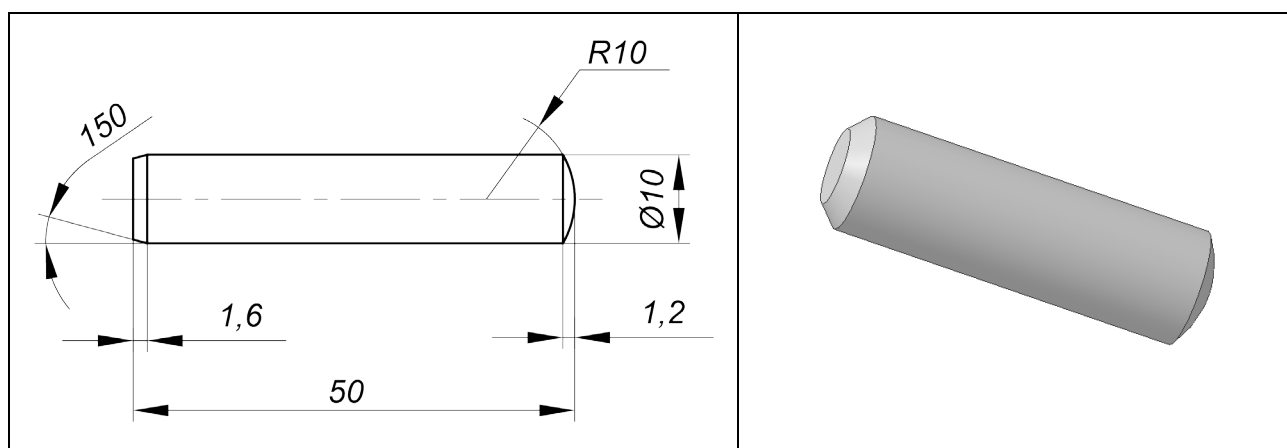


Рисунок 33 – Штифт 10×50 ГОСТ 3128-70

2.2.7 Шплинт

Шплинт – это проволочный стержень, согнутый пополам (рисунок 34). Применяется для соединения слабонагруженных частей машин, а также для предотвращения самоотвинчивания гаек. Шплинт вставляется в отверстия соединяемых частей, а концы его разводятся.

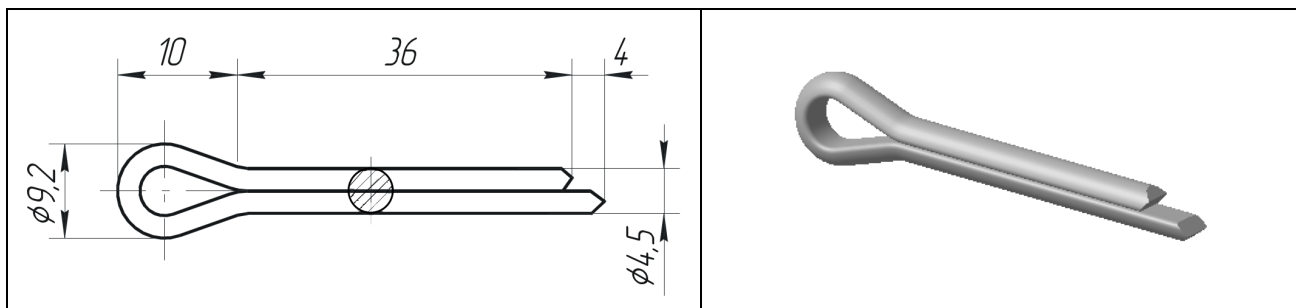


Рисунок 34 – Шплинт 5 × 36 ГОСТ 397-79

Пример условного обозначения шплинта: **Шплинт 5×36 ГОСТ 397-79**, где **5** – условный диаметр, равный диаметру отверстия под шплинт; **36** – условная длина шплинта.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ КРЕПЁЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

3.1. Получить набор крепёжных деталей согласно варианту, выданному преподавателем. Выяснить, какие крепежные детали находятся в этом наборе.

3.2. Подготовить бумагу в клеточку или миллиметровку формата А4 (210×297).

3.3. Выделить из набора одну крепежную деталь. Найти в справочнике ГОСТ (по внешнему виду и наименованию) с изображением крепежной детали.

3.4. Выполнить эскиз крепежной детали, руководствуясь формой детали и указаниями ГОСТа.

3.5. Нанести выносные, размерные линии в соответствии со стандартом на данную крепежную деталь.

3.6. Произвести обмер детали. В первую очередь измерить диаметр резьбы. Проставить размерные числа.

3.7. Сравнить размеры, полученные при измерении детали, с размерами аналогичной детали, которые предусмотрены её ГОСТом. Незначительными отклонениями от стандартных размеров допускается пренебречь, указав размеры в соответствии с ГОСТом.

3.8. Уточнить на эскизе числовые значения размеров.

3.9. Заполнить основную надпись. В графе “Наименование” записать условное обозначение крепежной детали в соответствии с требованиями ГОСТа.

3.10. Предъявить эскизы для проверки преподавателю.

3.11. Эскизы сброшюровать в альбом.

Если эскизы крепёжных деталей выполняются **по заданным параметрам**, необходимо:

3.1. Подготовить бумагу в клеточку или миллиметровку формата А4 (210х297).

3.2. Найти в справочнике изображение крепежной детали в соответствии с указанным наименованием и ГОСТом и выполнить эскиз крепежной детали, руководствуясь указаниями ГОСТа.

3.3. Нанести выносные, размерные линии в соответствии со стандартом на данную крепежную деталь.

3.4. Проставить числовые значения размеров в соответствии с предлагаемым вариантом.

3.5. Заполнить основную надпись. В графе “Наименование” записать условное обозначение крепежной детали в соответствии с требованиями ГОСТа.

3.6. Предъявить эскизы для проверки преподавателю.

3.7. Эскизы сброшюровать в альбом.

4 РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

При сборке деталей в сборочные единицы применяются соединения, которые делят на два основных вида – разъемные и неразъемные.

Разъемными называют такие соединения, которые позволяют собирать и разбирать изделие, не нарушая целостности составных частей. Эти соединения выполняются при помощи крепежных деталей – болтов, винтов, шпонок, штифтов, гаек и т. д. Соединения деталей, выполненные с помощью болтов, шпилек, гаек и винтов, называются крепежными резьбовыми соединениями.

4.1 Соединение деталей болтом

Соединение деталей болтом представляет собой сборочную единицу, состоящую из болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей (рисунок 35).

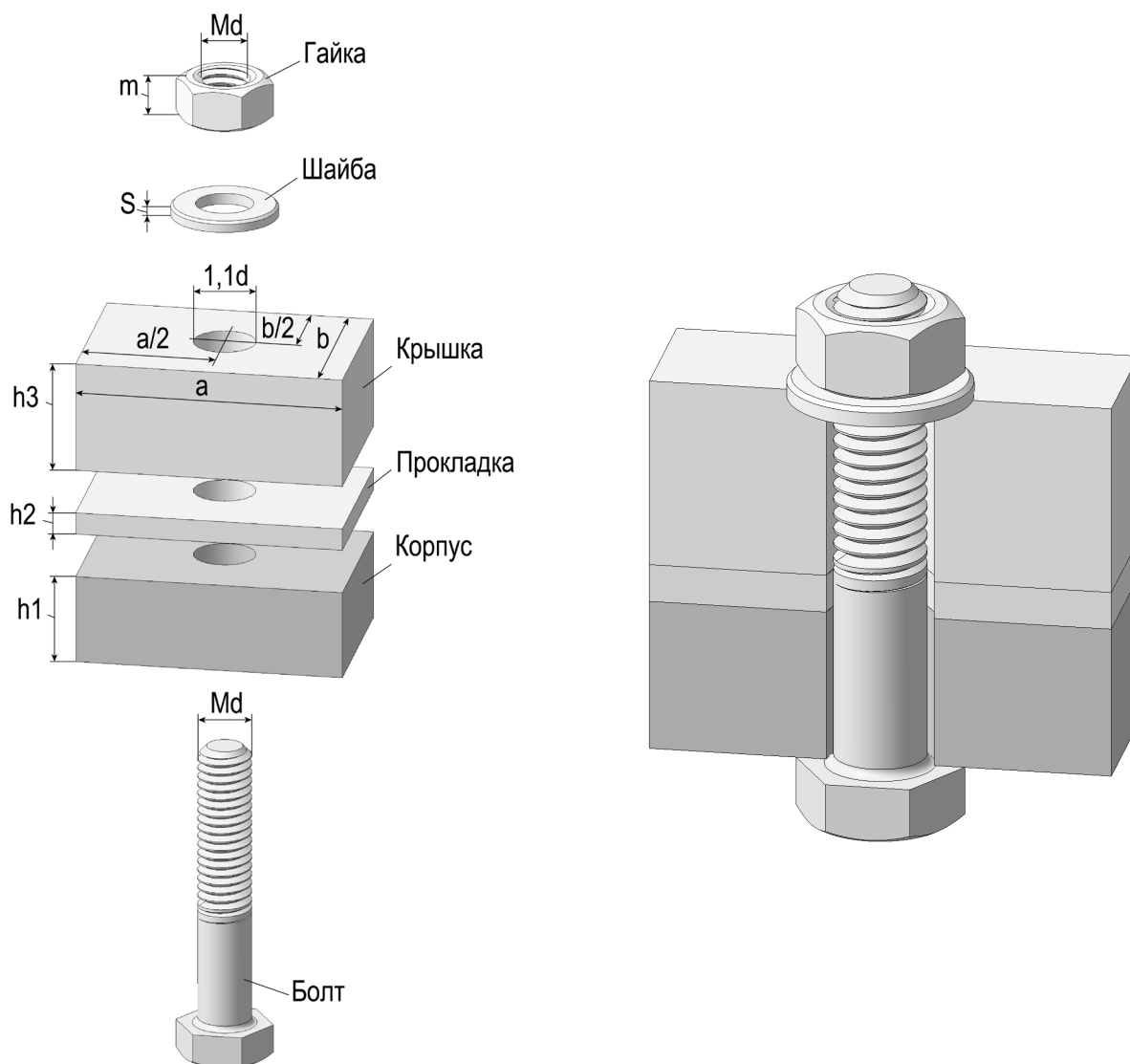


Рисунок 35

В соединяемых деталях сверлятся сквозные цилиндрические отверстия, диаметр которых равен $1,1d$, где d – наружный диаметр резьбы болта. В отверстие вставляется болт, на который надевается шайба и навинчивается гайка.

Длина болта l (рисунок 36) определяется по формуле $l = h_1 + h_2 + h_3 + S + m + k$, где

h_1 – высота первой соединяемой детали,

h_2 – толщина прокладки,

h_3 – высота второй соединяемой детали,

S – толщина шайбы,

m – высота гайки,

k – запас резьбы на стержне болта на выходе из гайки,

a – длина соединяемых деталей,

b – ширина соединяемых деталей.

Значения h_1 , h_2 , h_3 выбираются в соответствии с номером варианта выполняемого задания. Значение S соответствует ГОСТу шайбы, m – ГОСТу гайки. Величина $k = 0,5d$, где d – наружный диаметр резьбы болта.

Полученное значение длины болта l округляется до ближайшей стандартной величины, предусмотренной ГОСТом.

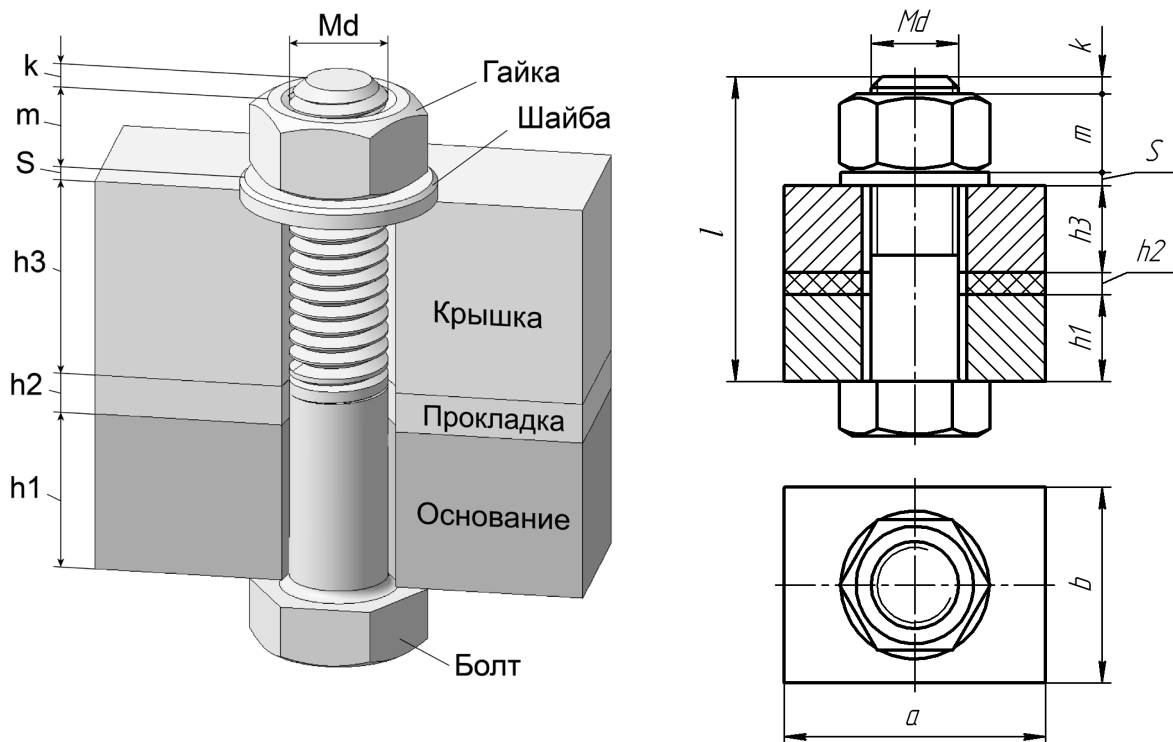


Рисунок 36

4.2 Указания по выполнению чертежа соединения болтом

Содержание задания: вычертить соединение деталей болтом – виды спереди и сверху с выполнением продольного фронтального разреза.

Порядок выполнения задания:

- Рассчитывается длина болта l с учетом размеров соединяемых деталей. Размеры деталей, необходимые для расчета, соответствуют варианту выполняемого задания и представлены в **таблице 7**. Рекомендации по расчету длины болта приведены выше.

- Вычерчивается конструктивное изображение (рисунок 37) соединения деталей болтом по действительным размерам крепежных деталей в соответствии с номером варианта выполняемого задания (таблица 7).

- На чертеже наносятся размеры, входящие в условное обозначение болта, а также конструктивные размеры соединяемых деталей (рисунок 37).

- Составляется спецификация на стандартном бланке формата А4 (рисунок 38).

- На сборочном чертеже соединения болтом наносятся номера позиций в соответствии со спецификацией.

Таблица 7 – Соединение деталей болтом. Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Параметры соединяемых деталей					Масштаб	Резьба	ГОСТ		
	a	b	h_1	h_2	h_3			Болт	Гайка	Шайба
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	40	25	20	2	20	2:1	M 10	7798-70	5916-70	11371-78
2	30	22	22	5	22		M12	7798-70	5915-70	11371-78
3	32	24	25	3	25		M 10	7796-70	5916-70	11371-78
4	40	34	26	5	26		M12	7798-70	5915-70	11371-78
5	42	36	28	5	28		M10	7796-70	5916-70	11371-78
6	42	38	24	3	24		M12	7798-70	5915-70	11371-78
7	45	40	29	4	29		M 12	7796-70	5916-70	11371-78
8	50	44	23	5	23	1:1	M 16	7798-70	5915-70	11371-78
9	50	45	20	5	35		M 16	7796-70	5916-70	11371-78
10	60	45	22	4	25		M 20	7798-70	5915-70	11371-78
11	60	50	25	5	20		M 20	7796-70	5916-70	11371-78
12	65	60	25	6	25		M 24	7798-70	5915-70	11371-78
13	70	55	30	6	30		M 24	7796-70	5916-70	11371-78
14	75	70	40	6	40		M 30	7798-70	5915-70	11371-78
15	70	65	45	6	45		M 30	7796-70	5916-70	11371-78
16	70	60	35	6	35		M 30	7798-70	5915-70	11371-78
17	40	30	21	2	21		M 10	7796-70	5916-70	11371-78
18	60	50	16	3	16		M 24	7798-70	5915-70	11371-78
19	42	32	22	3	22		M 10	7796-70	5916-70	11371-78
20	50	40	16	3	16		M 20	7798-70	5915-70	11371-78

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	45	35	23	3	23	1:1	M 12	7796-70	5916-70	11371-78
22	40	35	17	2	17		M 16	7798-70	5915-70	11371-78
23	50	40	24	3	24		M 16	7796-70	5916-70	11371-78
24	35	30	16	2	16		M 12	7798-70	5915-70	11371-78
25	55	42	25	2	25		M 20	7796-70	5916-70	11371-78
26	30	25	14	2	14	2:1	M 10	7798-70	5915-70	11371-78
27	60	50	30	4	30	1:1	M 24	7796-70	5916-70	11371-78
28	25	20	16	6	16	2:1	M 10	7798-70	5915-70	11371-78
29	70	60	37	4	37	1:1	M 30	7796-70	5916-70	11371-78
30	32	18	14	2	14		M 16	7798-70	5915-70	11371-78

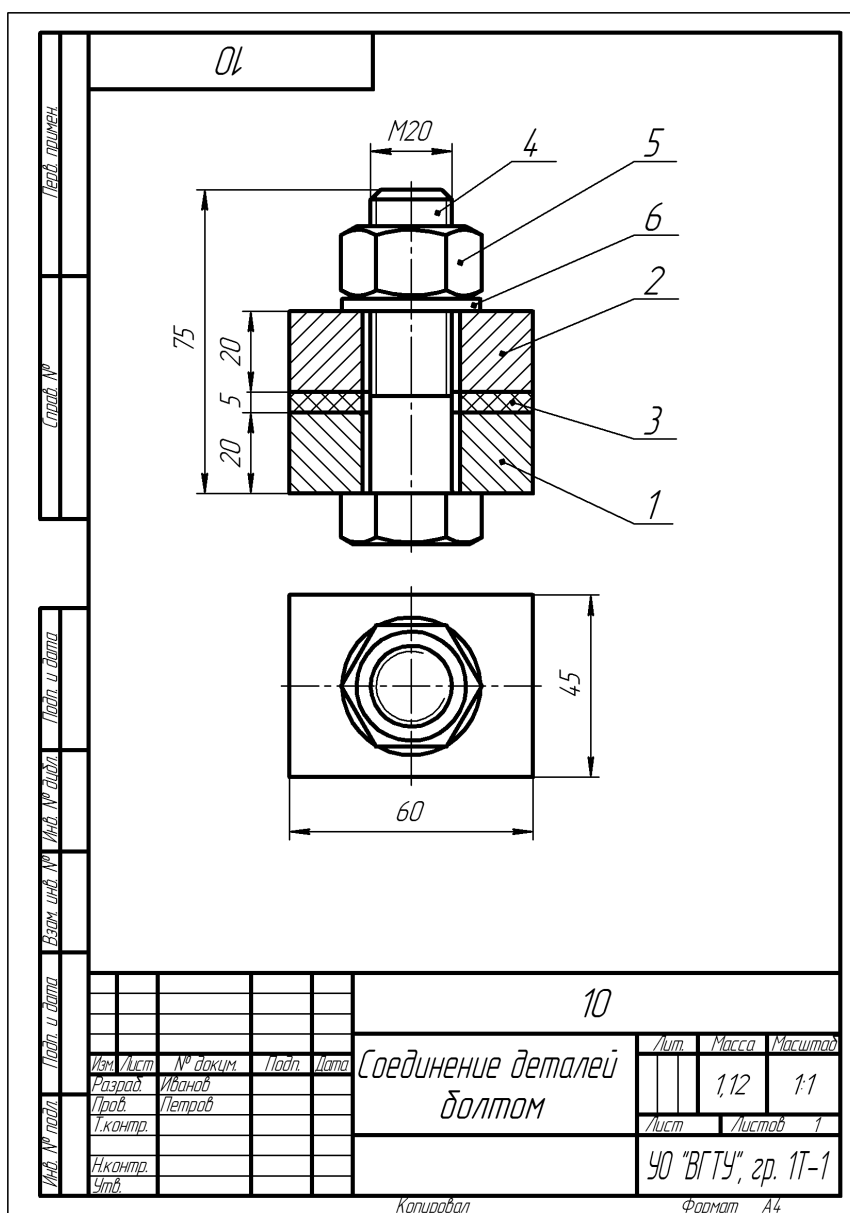


Рисунок 37 – Пример чертежа соединения деталей болтом

Внутренний диаметр резьбы $d_1 = 0,85d$.

Диаметр вспомогательной окружности, в которую вписывается правильный шестиугольник $D = 2d$.

Высота гайки $m = 0,8d$.

Высота головки болта $H = 0,7d$.

Толщина шайбы $S = 0,15d$.

Наружный диаметр шайбы $D_{ш} = 2,2d$.

Длина болта $l = h_1 + h_2 + h_3 + S + m + k$, где h_1 , h_2 и h_3 – толщины соединяемых деталей.

Величина выступающей над гайкой части стержня болта $k = (0,25...0,3) d$.

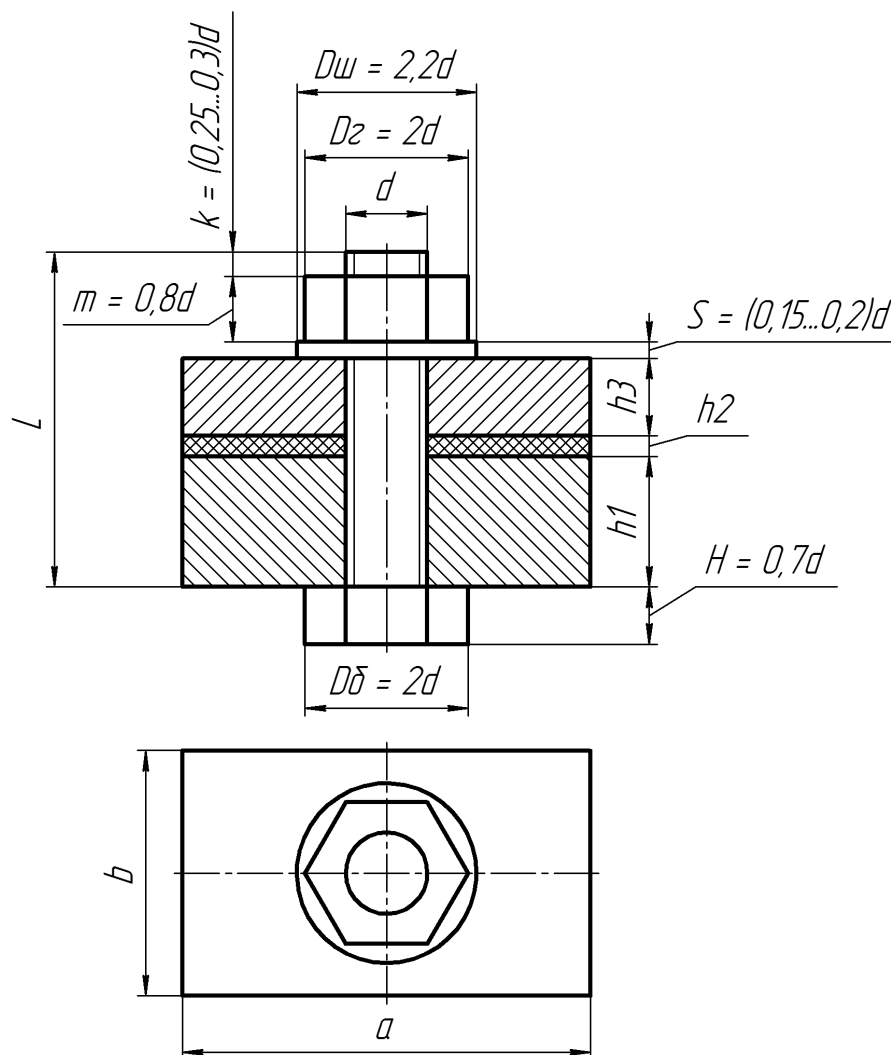


Рисунок 39

Отличие между упрощенным и конструктивным изображением заключается в следующем:

- резьба изображается по всей длине стержня болта;

- конец резьбового стержня, головка болта и гайка изображаются без фасок;
- зазор между стержнем болта и отверстием в соединяемых деталях не изображается (рисунки 39, 40).

Пример выполнения задания приводится на рисунке 40, на котором показано упрощенное соединение деталей болтом. На рисунке 41 представлена спецификация к соединению.

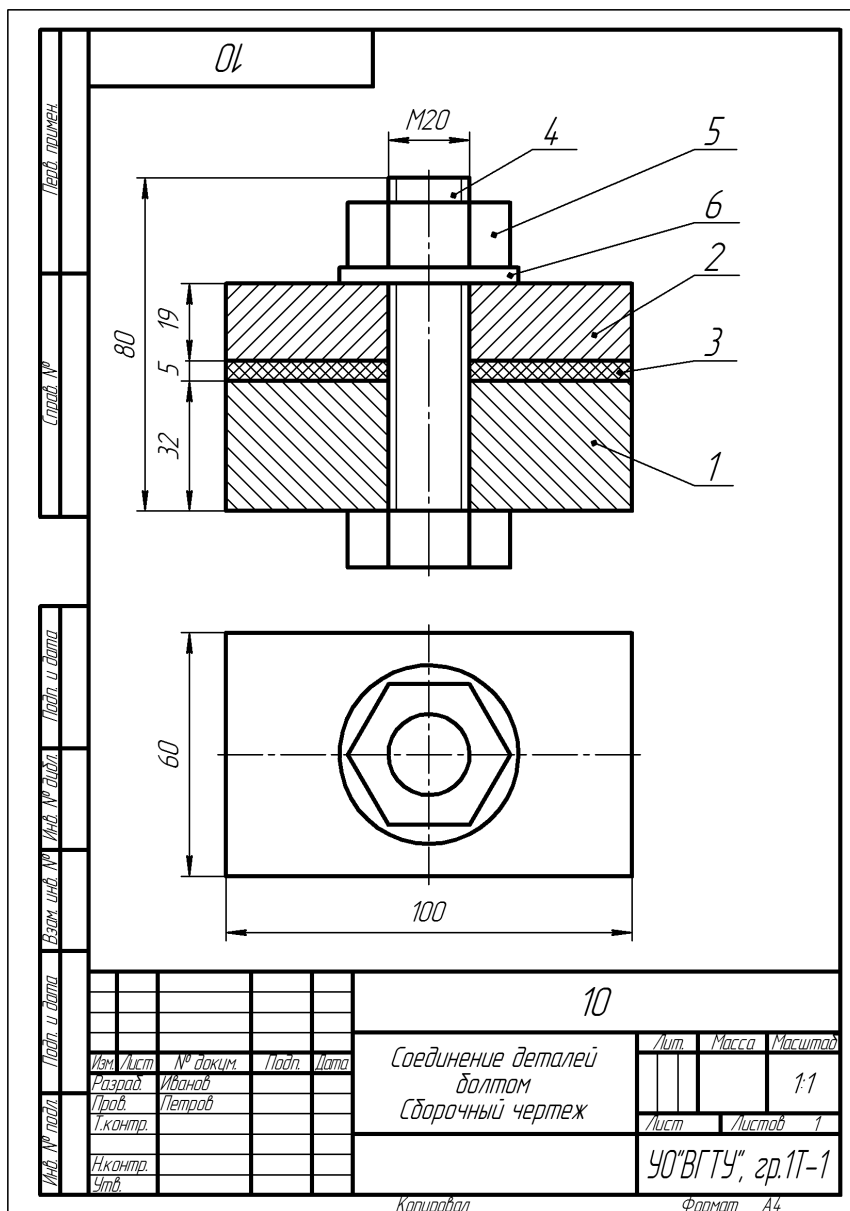


Рисунок 40

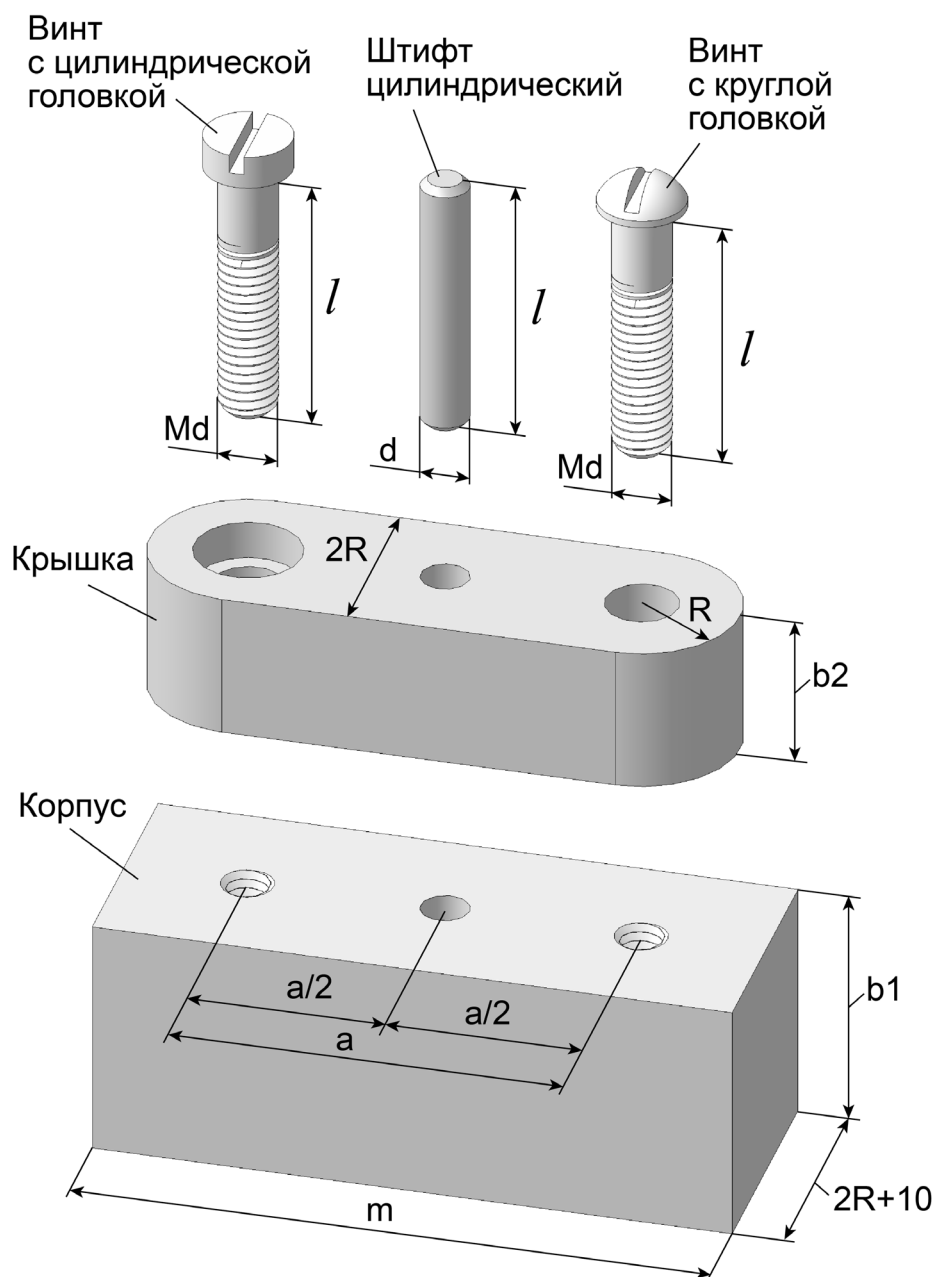


Рисунок 42

Винты свободно входят в сквозные гладкие отверстия присоединяемой детали и ввинчиваются в резьбовые отверстия базовой детали (глухое и сквозное). Диаметр сквозного отверстия под винт следует выбрать из ГОСТ 11284-75 (СТ СЭВ 2515-80). Допускается диаметр отверстия принять равным $1,1d$, где d – наружный диаметр резьбы винта.

Если длина винта не указана, её следует рассчитать. Длина винта зависит от материала базовой детали, в которую ввинчивается винт, и толщины b_2 присоединяемой детали. Соотношение длины ввинчиваемого конца винта l_1 и диаметра резьбы d приводится в разделе «2.2 Крепежные детали: изображение и условное обозначение. Шпилька».

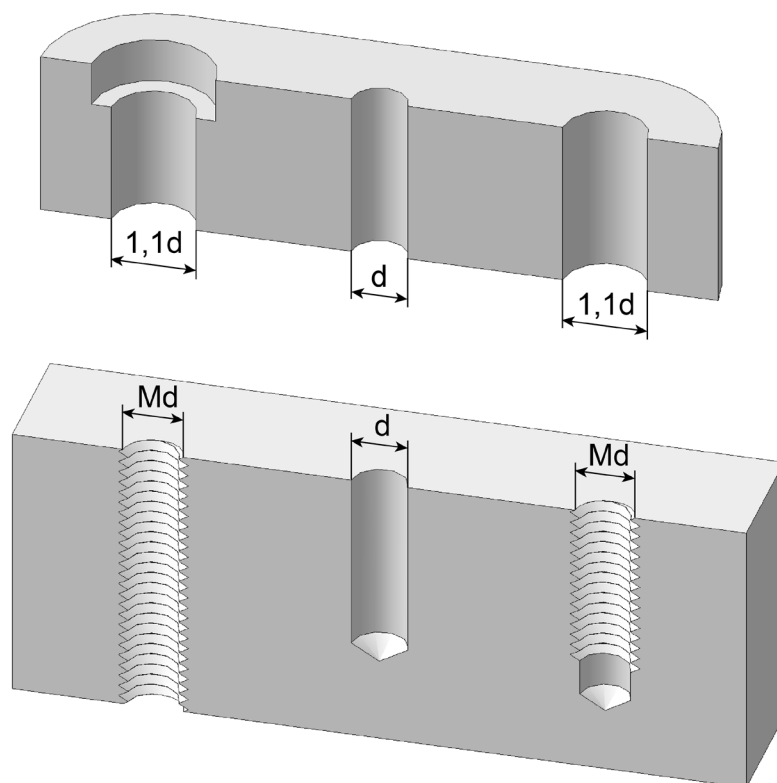


Рисунок 43

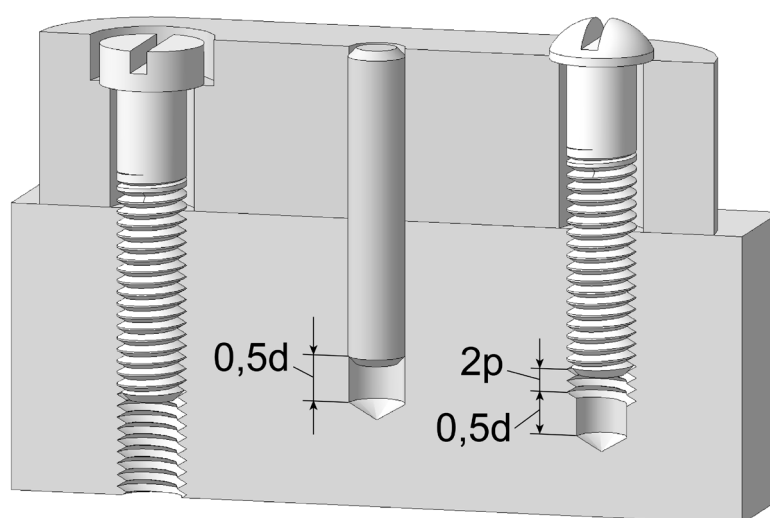


Рисунок 44

Содержание задания: вычертить соединение деталей двумя винтами и штифтом в двух видах – спереди и сверху (или слева), предварительно рассчитав глубину резьбового отверстия, глубину отверстия под штифт, длину винта и штифта, если не заданы их конкретные значения. На виде спереди выполнить продольный фронтальный разрез. Данные для выполнения задания выбираются из **таблицы 8** в соответствии с номером варианта индивидуального задания.

Порядок выполнения задания:

1. Рассчитывается глубина резьбового отверстия и отверстия под штифт (рисунок 44), длина винта и штифта, с учетом материала и размеров соединяемых деталей, если они не даны в задании. Рекомендации по расчету приведены ниже.

2. Согласно данным варианта на формате А3 (или А4) вычерчивается соединение деталей винтами и штифтом в двух видах с выполнением продольного фронтального разреза. Конструкция соединяемых деталей приведена на рисунке 42 и 43. При необходимости используется масштаб увеличения.

3. Составляется спецификация на стандартном бланке формата А4.

4. Наносятся номера позиций на сборочном чертеже соединения в соответствии со спецификацией.

Рекомендации по расчету длины винтов и штифта.

Длина винта $l = b_2 + l_1$ или $l = (b_2 - k) + l_1$, в зависимости от формы головки винта и вида соединения, где l – расчетная длина винта, b_2 – высота присоединяемой детали (определяется в соответствии с номером варианта выполняемого задания), k – высота головки винта (соответствует ГОСТу винта).

Длина l_1 зависит от материала детали, в которую ввинчивается винт:

$l_1 = d$ для стали,

$l_1 = 1,25d$ для чугуна,

$l_1 = 2d$ для легких сплавов.

Полученное значение длины винта l округляется до ближайшей стандартной величины в ряду длин винтов:

8, 9, 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

Длина l винта принимается равной стандартной величине.

L – глубина резьбы в отверстии. Значение $L = l_1 + 2P$, где P – шаг резьбы, который выбирается в соответствии с ГОСТ 8724-81 (СТ СЭВ 181-75) для данного диаметра резьбы винта. Следовательно, запас резьбы в отверстии под винтом должен составлять не менее двух – трех шагов резьбы (рисунок 44).

В **таблице 9** приводятся значения крупных и мелких шагов для некоторых диаметров метрической резьбы. Здесь же указываются размеры «с» фасок для соответствующих шагов резьбы.

В **таблице 10** приводятся значения размеров опорных поверхностей под головки крепежных винтов, а также диаметры сквозных отверстий d_1 в присоединяемых деталях под крепежные детали.

L_1 – глубина сверления под резьбу. Значение $L_1 = L + 0,5d$, где d – номинальный диаметр резьбы винта (рисунок 44).

l_2 – длина посадочного конца штифта. Значение $l_2 = 2d$, где d – диаметр штифта. Расчетная длина штифта $l_{расч.} = h + l_2$. Значение $l_{расч.}$ необходимо

округлить до ближайшего значения длины штифта в ряду длин штифтов в соответствии с ГОСТ 3128-70 (СТ СЭВ 240-87):

8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, (25), 26, 28, 30, 32, 35, (36), 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Длина l штифта принимается равной стандартной величине.

L_3 – глубина сверления под штифт: $L_3 = l_2 + 0,5d$.

Отверстия под штифты в соединяемых деталях сверлятся совместно во время сборки. Конические штифты имеют конусность 1:50.

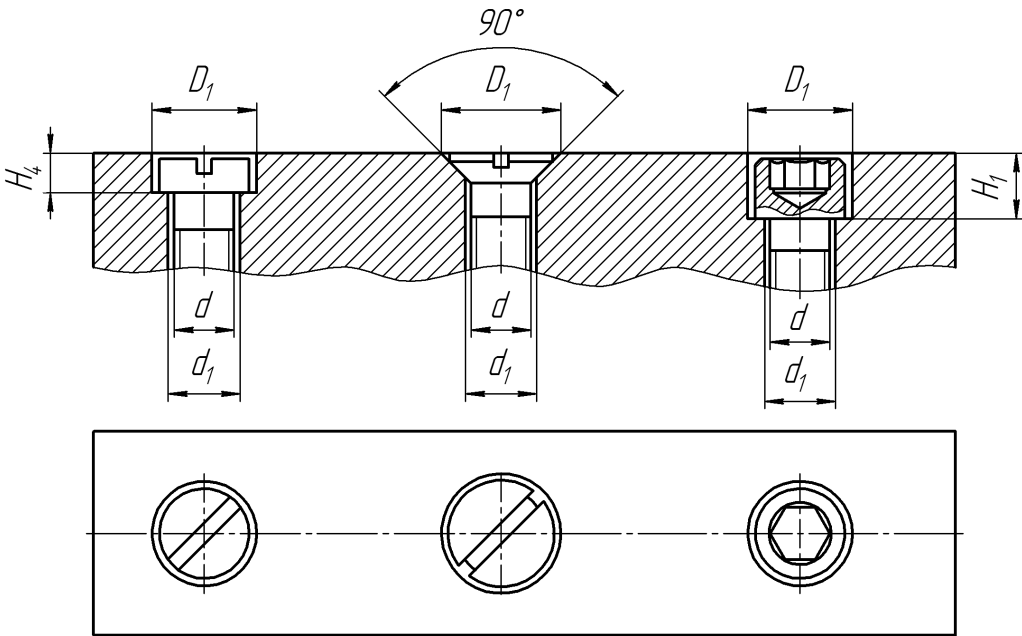
Таблица 8 – Соединение винтами и штифтом. Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Диаметр резьбы винтов Md	Длина винтов l	ГОСТ винта		Штифт ГОСТ 3128-70		Размеры соединяемых деталей				
			Винт 1	Винт 2	Диаметр d	Длина l	Толщина b_2	Толщина b_1	m	a	R
01	M6	30	17473-80	1491-80	6	28	20	25	70	40	10
02	M20	70	17473-80	1491-80	20	80	45	55	160	90	25
03	M20	60	17473-80	1491-80	16	70	40	45	150	90	20
04	M18	50	17473-80	1491-80	16	55	30	50	140	80	20
05	M16	50	17473-80	1491-80	16	55	30	50	130	70	20
06	M14	60	17473-80	1491-80	12	60	40	50	136	70	18
07	M12	50	17473-80	1491-80	10	55	35	45	130	80	15
08	M10	45	17473-80	1491-80	10	50	30	40	110	60	15
09	M8	40	17473-80	1491-80	8	45	25	40	120	70	15
10	M20	50	17473-80	1491-80	16	55	25	55	150	90	20
11	M20	70	17473-80	1491-80	20	80	50	60	150	80	25
12	M18	60	17473-80	1491-80	16	70	40	50	140	80	25
13	M16	70	17473-80	1491-80	12	70	50	55	140	80	20
14	M14	55	17473-80	1491-80	12	60	40	50	136	80	18
15	M12	60	17473-80	1491-80	10	65	45	45	120	70	15
16	M10	40	17473-80	1491-80	10	45	25	40	110	60	15
17	M8	35	17473-80	1491-80	8	40	25	35	115	65	15
18	M20	75	17473-80	1491-80	20	85	50	60	155	85	25
19	M20	65	17473-80	1491-80	16	75	40	50	145	85	20
20	M18	55	17473-80	1491-80	16	65	35	55	150	90	20
21	M16	55	17473-80	1491-80	16	60	35	45	130	70	20
22	M14	45	17473-80	1491-80	12	55	30	40	136	80	18
23	M12	50	17473-80	1491-80	10	55	35	50	120	70	15
24	M10	45	17473-80	1491-80	10	55	30	40	110	60	15
25	M8	40	17473-80	1491-80	8	50	25	30	110	60	15

Таблица 9 – Диаметры и шаги метрической резьбы (ГОСТ 8724-81)
Размеры фасок

Номинальный диаметр резьбы d , мм	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Шаг резьбы крупный , мм	0,5	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2	2	2,5	2,5
Фаска с $\times 45^\circ$	0,5	0,5	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
Шаг резьбы мелкий , мм	0,35	0,5	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
Фаска с $\times 45^\circ$	0,3	0,5	0,5	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0

Таблица 10 – Поверхности опорные под крепежные детали
(ГОСТ 12876-67 (СТ СЭВ 213-82))

				
d	D₁	H₁	H₄	d₁
5	15	5	5	5,5
6	18	6	6	6,6
8	20	8	7,5	9
10	24	10	9	11
12	26	12	11	14
14	30	14	12	16
16	34	16	13	18
18	36	18	15	20
20	40	20	16	22
22		22		24
24		24		26

Задание «Соединение деталей винтами и штифтом» выполняется на формате А3 или А4 в зависимости от размеров деталей и масштаба изображения (рисунок 45). К чертежу составляется спецификация, пример которой приводится на рисунке 46.

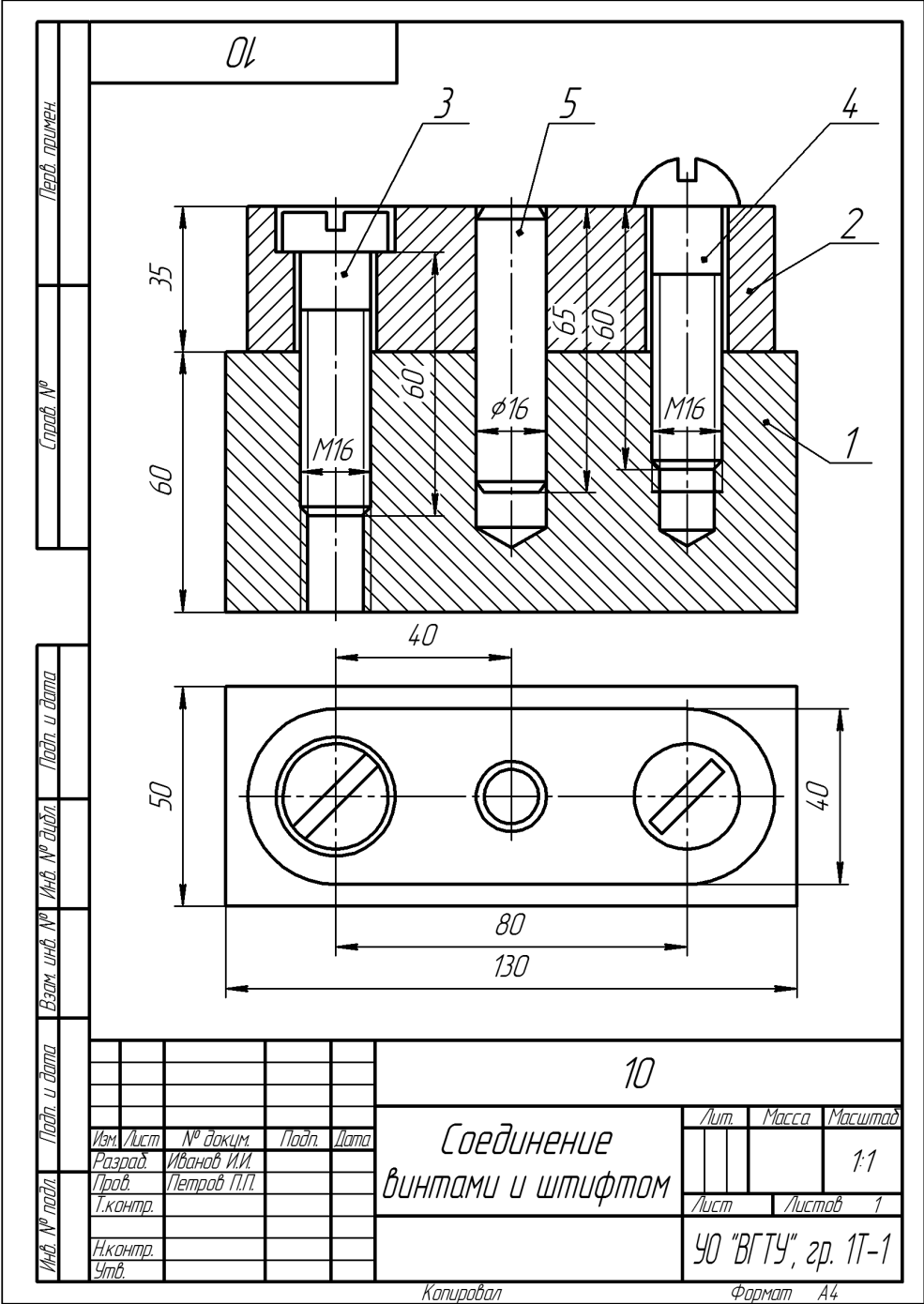


Рисунок 45

Перв. примен.		Формат	Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Сплав. №		А4								
Подп. и дата										
Взам. инд. №										
Подп. и дата										
					Инв. № подл.					
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Разраб.	Иванов									
Проб.	Петров									
Н.контр.										
Утв.										
Соединение винтами и штифтом						Лит.	Лист	Листов		
								1		
						УО "ВГТУ", зр. 1Т-1				

Копировал Формат А4

Рисунок 46

4.5 Указания по выполнению чертежа соединения деталей шпонкой

Соединения деталей шпонкой получили широкое распространение в связи с надежностью конструкции, простотой, удобством сборки и разборки.

Шпонка — металлическая деталь, устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения относительного вращения или сдвига этих деталей. Шпонка предназначена для передачи крутящего момента,

чаще всего от вала к расположенным на нём деталям (рисунок 47). Передача крутящего момента осуществляется боковыми гранями шпонки и пазов соединяемых деталей. В машиностроении применяют призматические (рисунок 47, 48), сегментные, клиновые и другие типы шпонок.

Для выполнения соединения шпонкой на валу и в сопрягаемой с ним детали прорезают пазы, соответствующие шпонке по размерам и форме, с учетом зазора между шпонкой и сопрягаемой деталью. Размеры шпонок и пазов стандартизованы и выбираются в зависимости от диаметра вала. На сборочных чертежах при продольных разрезах шпонки условно не заштриховываются и изображаются упрощенно (без фасок) (рисунок 48).

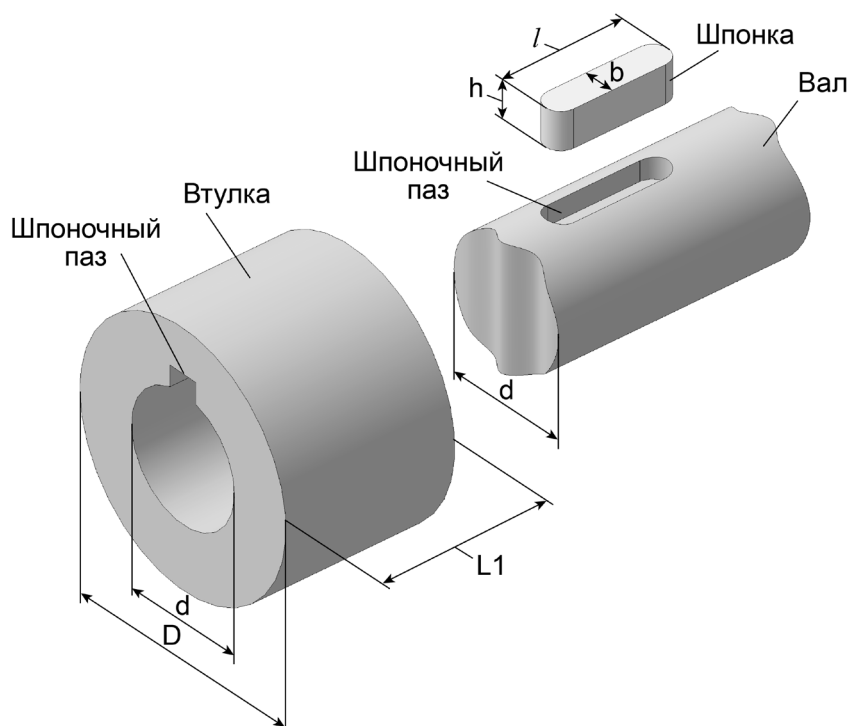


Рисунок 47

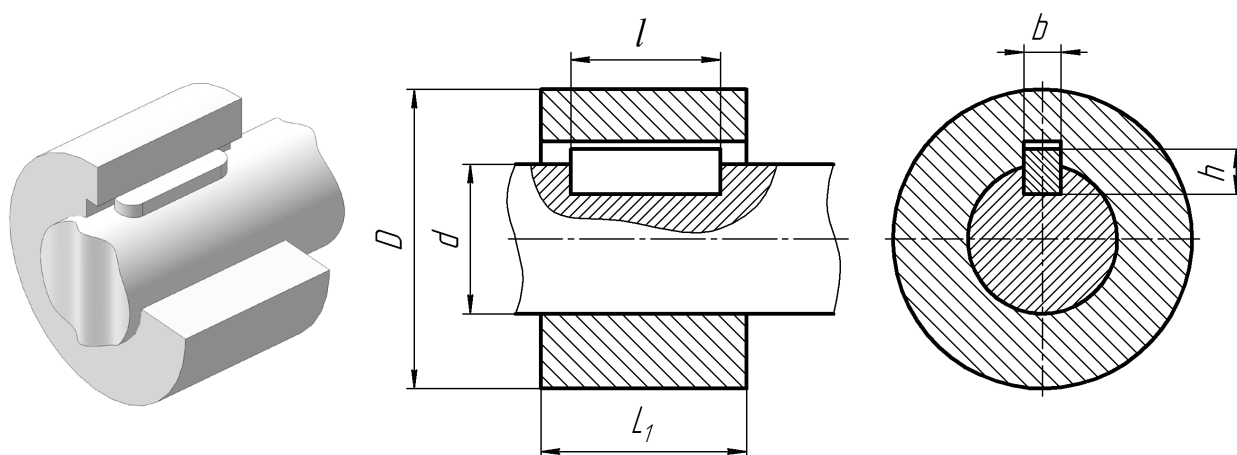


Рисунок 48

Призматические шпонки имеют три исполнения: исполнение 1 – со скругленными торцами (рисунок 47, 48); исполнение 2 – один торец скруглен, а другой – плоский; исполнение 3 – оба торца плоские.

Примеры условных обозначений шпонок.

Обозначение **”Шпонка 6×6×20 ГОСТ 23360-78”** читается следующим образом: шпонка призматическая исполнения 1 (исполнение 1 не указывается) шириной 6 мм, высотой 6 мм и длиной 20 мм.

Для второго и третьего исполнения после слова “Шпонка” указывается исполнение 2 или 3, например, **“Шпонка 2-6×6×20 ГОСТ 23360-78”**.

Сегментные шпонки – пластины в виде сегмента. Эти шпонки по условиям работы подобны призматическим.

Обозначение сегментной шпонки состоит из слова “Шпонка”, размеров поперечного сечения шпонки **b × h**, номера ГОСТа. Например, **“Шпонка 6×11 ГОСТ 24071-80”**.

Порядок выполнения задания:

- Выбираются размеры шпонки в зависимости от диаметра вала и длины соединяемой втулки (колеса) в соответствии с предлагаемым вариантом (таблица 11). Рекомендации по расчету приведены ниже.
- При подборе сегментных шпонок применяются шпонки, которые фиксируют взаимное положение деталей.
- Вычерчивается, согласно данным варианта, на формате А3 (А4) соединение шпонкой в двух видах, с выполнением продольного фронтального разреза и поперечного сечения. При необходимости используется масштаб увеличения (рисунок 48).
- На чертеже наносятся размеры шпонки, входящие в её условное обозначение, и конструктивные размеры соединяемых деталей.
- Составляется спецификация на стандартном бланке формата А4.
- На чертеже наносятся номера позиций в соответствии со спецификацией.

Таблица 11 – Соединение шпонкой. Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Параметры соединяемых деталей			Шпонка b×h ГОСТ	
	Диаметр вала, d	Диаметр втулки, D	Длина втулки, L₁		
1	2	3	4	5	6
1	15	35	20	23360-78	
2	18	38	26		24071-80
3	20	40	35	23360-78	
4	22	42	30		24071-80
5	24	50	45	23360-78	

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6
6	25	52	35		24071-80
7	28	60	42	23360-78	
8	30	50	32		24071-80
9	32	70	50	23360-78	
10	34	58	38		24071-80
11	36	76	60	23360-78	
12	38	55	42		24071-80
13	40	82	70	23360-78	
14	42	62	40		24071-80
15	45	90	80	23360-78	
16	48	68	70	23360-78	
17	50	70	45		24071-80
18	52	75	55	23360-78	
19	55	80	70		24071-80
20	58	85	75	23360-78	
21	30	45	25		24071-80
22	32	50	60	23360-78	
23	34	48	30		24071-80
24	36	60	50	23360-78	
25	38	50	35		24071-80
26	40	52	45	23360-78	
27	42	58	35		24071-80
28	44	70	80	23360-78	
29	46	60	38		24071-80
30	48	72	90	23360-78	

Рекомендации по расчету длины шпонки.

Расчетная длина шпонки « $l_{\text{расч.}} = L_1 - 5$ », округляется до ближайшей величины из ряда длин шпонок по ГОСТ 22360-78 (СТ СЭВ 189-79):

8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Длина l шпонки принимается равной стандартной величине.

Здесь l – длина шпонки, L_1 – длина втулки (толщина колеса), d – диаметр вала.

Значения d , D , L_1 выбираются из таблицы 11 в соответствии с номером варианта выполняемого задания.

Размеры поперечного сечения $b \times h$ выбираются из соответствующего ГОСТа в зависимости от диаметра вала d .

4.6 Указания по выполнению чертежа соединения деталей шпилькой

Это соединение состоит из шпильки, гайки, шайбы и соединяемых деталей. На рисунке 49 показано конструктивное изображение соединения деталей шпилькой, выполненное по действительным размерам деталей, на рисунке 50 – упрощенное. Длина шпильки l определяется по формуле: $l = h_2 + S + m + k$, где

h – высота присоединяемой детали,

S – толщина шайбы,

m – высота гайки,

k – запас резьбы на конце шпильки на выходе из гайки.

Длина посадочного (ввинчиваемого) конца b_1 шпильки зависит от материала базовой детали, в которую ввинчивается шпилька.

Запас резьбы под ввинчиваемым концом шпильки должен составлять $2P...3P$, где P – шаг резьбы шпильки. Глубина сверления под шпильку в базовой детали равна $b_1 + 2P + 0,5d$, где b_1 – длина посадочного конца шпильки, d – номинальный диаметр резьбы шпильки.

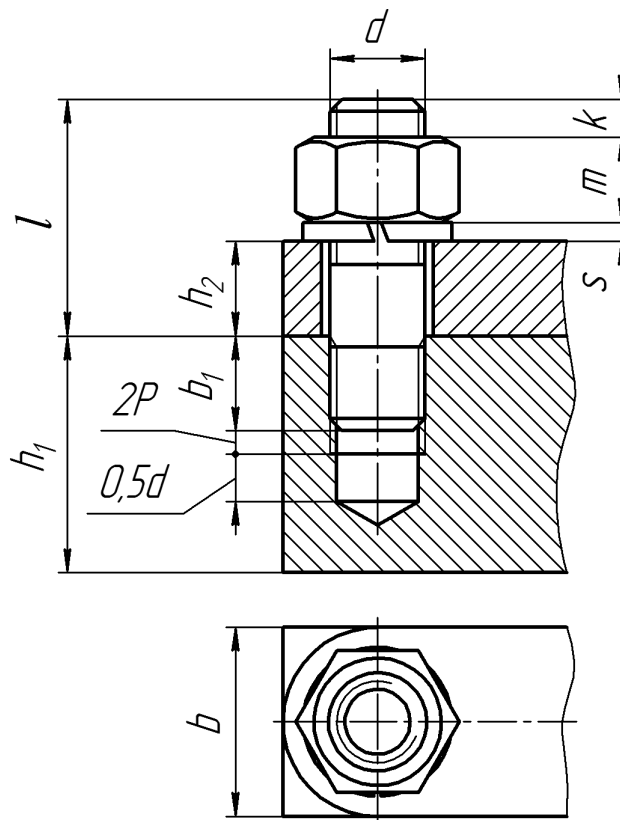


Рисунок 49

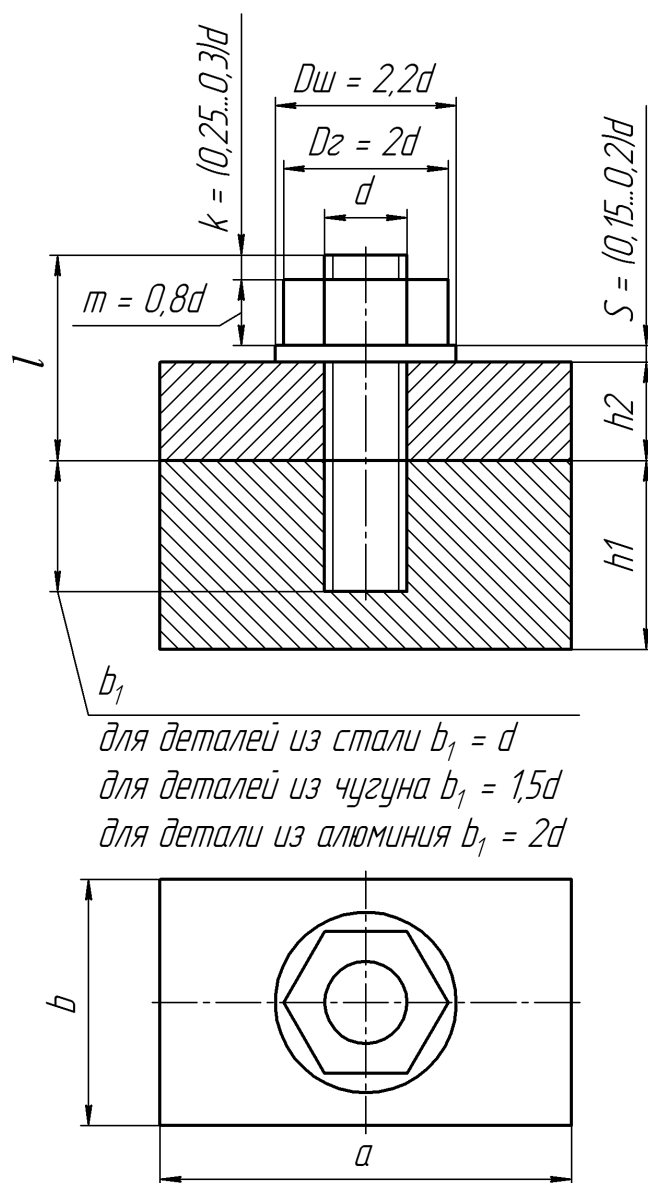


Рисунок 50

При выполнении чертежа упрощенного изображения соединения деталей шпилькой размеры этого соединения определяются в зависимости от номинального диаметра d резьбы шпильки (смотрите соответствующий расчет для упрощенного соединения деталей болтом). Отличие между упрощенным и конструктивным изображением соединения деталей шпилькой заключается в следующем:

- резьба изображается по всей длине стержня шпильки;
- фаски на концах резьбового стержня шпильки и гайки не изображаются;
- не изображается зазор между стержнем шпильки и отверстием в присоединяемой детали;
- граница резьбы показывается только на ввинчиваемом конце шпильки;

- Задание «Соединение деталей шпилькой» выполняется на формате А3 или А4 в зависимости от размеров деталей и масштаба изображения (рисунок 51). К чертежу составляется спецификация, пример которой приводится на рисунке 52.



Рисунок 52

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов, В. Н. Справочное руководство по черчению / В. Н. Богданов. – Москва, 1989.
2. Зеленый, П. В. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие для студентов вузов по техническим спец. / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова. – Минск : Новое знание, 2011.
3. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение : учебник для студентов высших технических учебных заведений / В. С. Левицкий. – Москва : Высш. шк., 1988.
4. Основные стандарты Единой системы конструкторской документации : ГОСТ 2.311-68 «Изображение резьбы»; ГОСТ 2.315-68 «Изображения упрощённые и условные крепёжных деталей».
5. Федоренко, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. И. Шошин. – Москва, 1981.
6. Фролов, С. А. Машиностроительное черчение / С. А. Фролов. – Москва, 1981.
7. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – Москва, 1994.