

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автоматизации проектирования и инженерной графики

Т.А. Унсович

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по теме

СОЕДИНЕНИЯ КРЕПЕЖНЫМИ ДЕТАЛЯМИ

ЕКАТЕРИНБУРГ

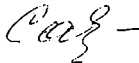
2003

Унсович Т. А. Инженерная графика: методические указания по теме: Соединение крепежными деталями. Екатеринбург: Росс. гос. проф.-пед. ун-т. 2003. 28 с.

Методические указания предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения, изучающих дисциплины «Инженерная графика» и «Начертательная геометрия и инженерная графика». Содержат теоретические сведения о видах крепежных соединений, расчетах длины крепежных деталей, а также методические указания для выполнения задания и необходимые справочные материалы.

Рассмотрено на заседании кафедры автоматизации проектирования и инженерной графики, протокол №2 от 25.09.2003

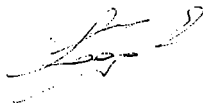
Зав. кафедрой АП



А.В.Савицкая

Рекомендовано к изданию методической комиссией машиностроительного факультета ИПИ РГПГУ, протокол №2 от 13.10.2003

Председатель методической комиссии МФ ИПИ



В.П.Подогов

© Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2003

© Унсович Т.А. 2003

Введение

Механизмы, машины и их узлы состоят из деталей, соединенных между различными способами. Соединение деталей, которое можно многократно собирать и разбирать, не разрушая основные или соединительные детали, называются *разъемными*.

Разъемные соединения могут образовываться различными способами: непосредственное соединение деталей, например, с помощью резьбы, или с применением специальных деталей. Изделия, с помощью которых производится соединение деталей в машинах и механизмах, называются *крепежными*.

В машиностроении для разъемных соединений деталей широко применяются крепежные изделия, имеющие резьбу.

1. Крепежные резьбовые детали

Основные крепежные детали с резьбой: болты, шпильки, винты, гайки. Совместно с ними применяются крепежные детали, не имеющие резьбы: шайбы, шплинты.

Форма, размеры и другие характеристики крепежных деталей устанавливаются стандартами. Резьбовые крепежные детали имеют, как правило, метрическую резьбу с крупным шагом.

1.1. Болты

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом – резьба для навинчивания гайки.

В машиностроении наибольшее распространение имеют болты с шестигранной головкой, представленные на рис. 1.

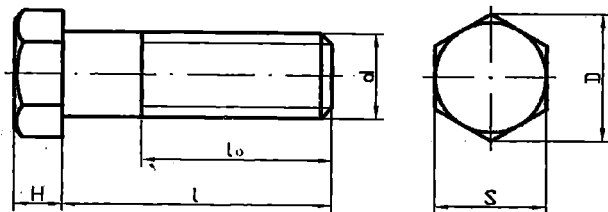


Рис. 1. Болт с шестигранной головкой

Размеры болтов с шестигранной головкой нормальной точности определяет ГОСТ 7798-70.

Каждому диаметру болта d соответствуют определенные размеры головки и несколько размеров его длины. Длинной болта l считается размер от резьбового конца стержня до опорной поверхности головки.

Длина резьбовой части стержня болта l_0 устанавливается в зависимости от его диаметра d и длины l . Размеры болта d и l являются основными и входят в его обозначение.

ГОСТ 7798-70 предусматривает три исполнения болтов. Болт, изображенный на рис. 1, относится к исполнению 1.

В приложении 1 дана таблица размеров болтов по ГОСТ 7798-70 исполнения 1.

1.2. Шпильки

Шпилькой называется крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, имеющий с двух сторон резьбу. Изображение шпильки приведено на рис. 2.

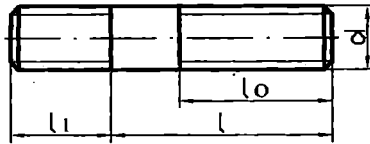


Рис. 2. Шпилька

Резьбовой конец шпильки l_1 , ввинчиваемый в деталь, называется посадочным. Длина его зависит от диаметра резьбы d , прочности и пластичности материала детали, в которую ввинчивается шпилька, и определяется следующим образом:

$$l_1 = d - \text{для стали}$$

$$l_1 = 1,25d - \text{для чугуна}$$

$$l_1 = 2d - \text{для алюминия и пластмасс,}$$

где d – диаметр резьбы шпильки.

Длиной шпильки l называют длину части шпильки без посадочного конца. Длина резьбовой части шпильки под гайку l_0 зависит от диаметра резьбы d и длины шпильки l .

Размеры шпилек в зависимости от диаметра резьбы d и длины посадочного конца l_1 определены соответствующими стандартами.

Ниже приведены номера стандартов на шпильки общего применения для различных материалов.

Длина посадочного конца	$l_1 = d$	$l_1 = 1,25d$	$l_1 = 2d$
ГОСТ	22032-76	22034-76	22038-76

В приложении 2 содержатся таблицы с размерами шпилек по указанным стандартам.

1.4. Винты

Винтом называется цилиндрический стержень, на одном конце которого нарезана резьба, на другом имеется головка.

По назначению винты делятся на два типа: крепежные и установочные. Для соединения деталей служат крепежные винты.

Форма головки винтов может быть различной:

- цилиндрическая,
- квадратная,
- полукруглая,
- полупотайная,
- потайная,
- шестигранная.

Винты с шестигранными и квадратными головками завинчиваются ключом. Винты остальных типов имеют прорези (шлицы) и могут завинчиваться отверткой.

На рис. 3 изображен винт с цилиндрической головкой, размеры которого определяются по ГОСТ 1491-80, исполнение 2.

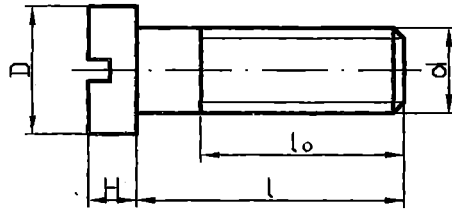


Рис. 3. Винт с цилиндрической головкой

Основными размерами винта с цилиндрической головкой являются диаметр резьбы d и длина l . За длину l такого винта принимают длину стержня (без головки).

В приложении 4 дана таблица размеров винтов с цилиндрической головкой ГОСТ 1491-80, исполнение 2.

На рис. 4 изображен винт с потайной головкой, размеры которого определяются по ГОСТ 17475-80.

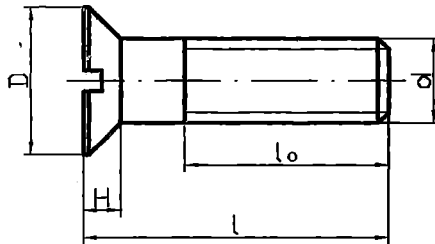


Рис. 4. Винт с потайной головкой

В длину такого винта l входит длина цилиндрического стержня и высота конической головки H .

1 В приложении 5 дана таблица размеров винтов с потайной головкой.

1.3. Гайки

Гайкой называется деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку.

Гайки совместно с болтом или шпилькой служат для скрепления соединяемых деталей. Наиболее часто применяется гайка шестигранная, изображенная на рис. 5.

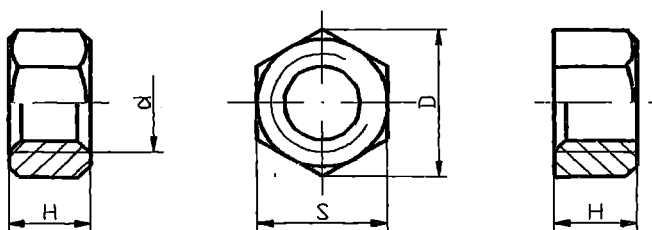


Рис. 5. Гайка шестигранная

Гайки шестигранные нормальной точности изготавливаются в соответствии с ГОСТ 5915-70. Этот стандарт устанавливает два типа исполнения гаек.

В приложении 3 дана таблица размеров гаек по ГОСТ 5915-70.

1.5. Шайбы

Шайбы представляют собой пластины с отверстиями, как правило, круглой формы, которые подкладываются под гайки или головки болтов.

На рис. 6 изображена круглая шайба, размеры которой определяются по ГОСТ 11371-78, исполнение 1.

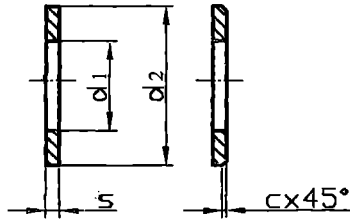


Рис. 6. Шайба обычная нормальная

Основой для выбора шайбы нужных размеров служит диаметр резьбы стержня, на который шайба надевается.

В приложении 3 дана таблица размеров на шайбы нормальные ГОСТ 11371-78, исполнение 1.

2. Условные обозначения крепежных деталей

Условные обозначения болтов, винтов, шпилек, гаек и шайб должны соответствовать техническим требованиям на резьбовые крепежные детали.

В условное обозначение крепежных деталей на учебных чертежах включают:

1. наименование детали,
2. тип исполнения,
3. диаметр резьбы,
4. мелкий шаг резьбы,
5. длину,
6. класс прочности,
7. номер размерного стандарта.

Исполнение 1 и крупный шаг резьбы в обозначении не указывают.

Примеры условного обозначения:

а) болт с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, класс прочности 5.8

Болт М12 х 60.58 ГОСТ 7798-70;

б) шпилька по ГОСТ 22032-76 с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом, длиной $l = 120$ мм, класс прочности 5.8

Шпилька М16 х 120.58 ГОСТ 22032-76;

в) винт по ГОСТ 1491-80, исполнение 2, с диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом, длиной $l = 40$ мм, класс прочности 5.8

Винт 2М8 х 40.58 ГОСТ 1491-80;

г) гайка исполнение 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, класс прочности 5

Гайка М12.5 ГОСТ 5915-80;

д) шайба нормальная исполнение 1 для крепежной детали с диаметром резьбы 12 мм

Шайба 12 ГОСТ 11371-78.

3. Соединения резьбовыми крепежными деталями

Соединения с помощью крепежных деталей, имеющих резьбу, относятся к неподвижным разъемным соединениям.

Мы рассматриваем резьбовые соединения, выполненные с помощью стандартных крепежных деталей: болтов, шпилек, гаек, винтов и т.д. В зависимости от названия основной крепежной детали, входящей в состав соединения, они имеют следующие наименования:

- 1) болтовое,
- 2) шпилечное,
- 3) винтовое.

Изображение резьбового соединения включает изображение соединяемых и крепежных деталей.

На разрезах резьбового соединения крепежные детали изображаются нерассеченными (ГОСТ 2.305-68) с резьбой, изображенной условно по ГОСТ 2.311-68.

При выполнении сборочных чертежей и чертежей общего вида применяют упрощенные и условные изображения крепежных деталей. Эти изображения должны соответствовать ГОСТ 2.315-68, табл. 2.

3.1. Соединение болтовое

Соединение болтовое применяется для скрепления двух и более деталей небольшой толщины. Кроме скрепляемых деталей в соединение входят: болт, гайка, шайба.

Все скрепляемые детали имеют сквозные отверстия, в которые вставляется стержень болта с зазором. Затем на стержень болта надевается шайба и накручивается гайка. Если ось соединения направлена вертикально, то гайка, обычно, располагается сверху, а головка болта снизу.

Изображение соединения болтового приведено на рис. 7.

Длина болта рассчитывается проектировщиком по размерам элементов соединяемых деталей с учетом толщины шайбы и высоты гайки.

Для соединения, изображенного на рис. 7, длина болта рассчитывается по следующей формуле:

$$l = b_1 + b_2 + s + H + a,$$

где: b_1, b_2 — толщина скрепляемых деталей,

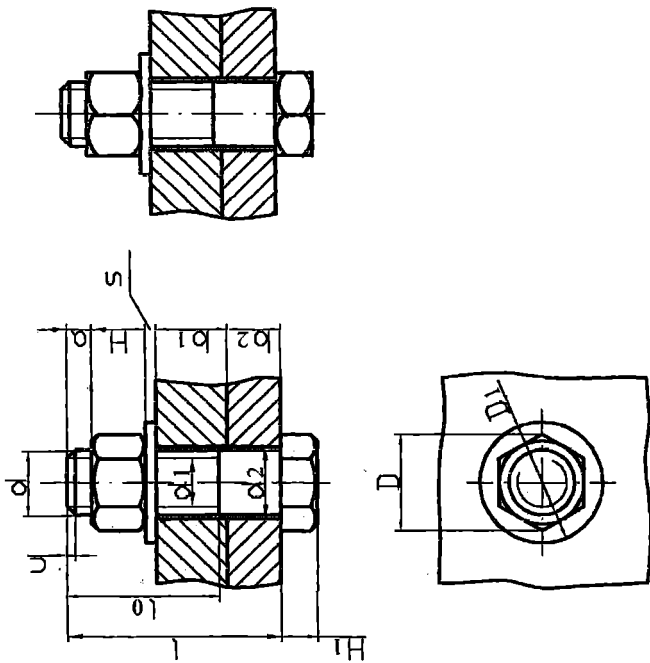


Рис. 7. Соединение болтовое

s – толщина шайбы;

H – высота гайки;

a – выход конца болта из гайки.

Полученную расчетную длину болта следует округлить до ближайшего большего значения стандартной величины по соответствующему ГОСТу для болта. По этому же стандарту определяют длину нарезной части болта.

Крепежные детали на сборочных чертежах принято вычерчивать не по действующим, а по относительным размерам. За основу принимается наружный диаметр резьбы болта.

Относительные размеры элементов деталей болтового соединения вычисляются по следующим эмпирическим формулам:

$$D=2d$$

$$s=0,15d$$

$$H=0,8d$$

$$d_1=0,85d$$

$$H_1=0,7d$$

$$d_2=1,1d$$

$$C=0,12d$$

$$a=0,25d$$

На сборочном чертеже болтовое соединение рекомендуется изображать упрощенно по ГОСТ 2.315-68. Упрощенное изображение болтового соединения показано на рис. 8. При этом применяют следующие упрощения:

- 1) не изображаются фаски на головке и стержне болта, на гайке;
- 2) не показываются зазоры между болтом и скрепленными деталями;
- 3) резьбу изображают по всей длине стержня;
- 4) на виде сверху резьбу не изображают и не вычерчивают шайбу.

Относительные размеры элементов болтового соединения при упрощенном изображении определяются по тем же формулам, что и для действительного изображения.

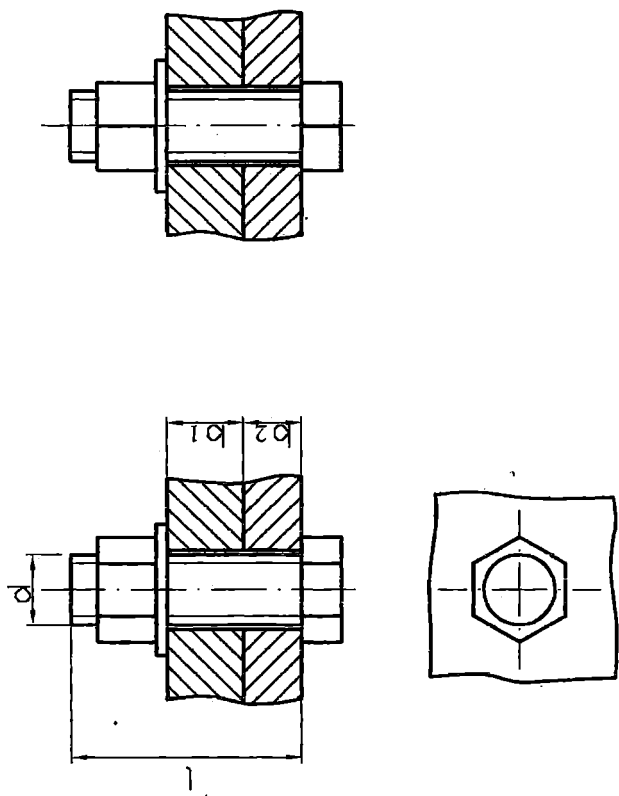


Рис. 8. Соединение болтовое упрощенное

3.2. Соединение шпильчное

Соединение шпильчное применяется в том случае, когда в одной из скрепляемых деталей невозможно выполнить сквозное отверстие.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, имеющий крепежную резьбу с двух концов. Одним концом шпилька ввинчивается в тело детали, а на второй конец, проходящий в отверстие другой детали, навинчивается гайка. Под гайку подкладывают шайбу.

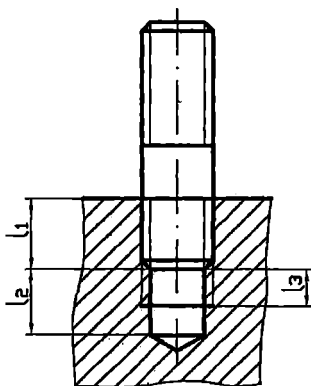


Рис. 9. Шпилька в резьбовом отверстии

На рис. 9 изображена шпилька, ввернутая в отверстие с резьбой (гнездо). Глубина гнезда под посадочный конец выполняется равной $l_1 + l_2$, где l_1 – длина посадочного конца шпильки. Величина $l_2 = 0,85d$. Она состоит из запаса резьбы $l_3 = 0,5d$ и недореза резьбы, равного $0,35d$.

Соединение шпильчное изображено на рис. 10. Длина шпильки подсчитывается по следующей формуле:

$$l = b + s + H + a,$$

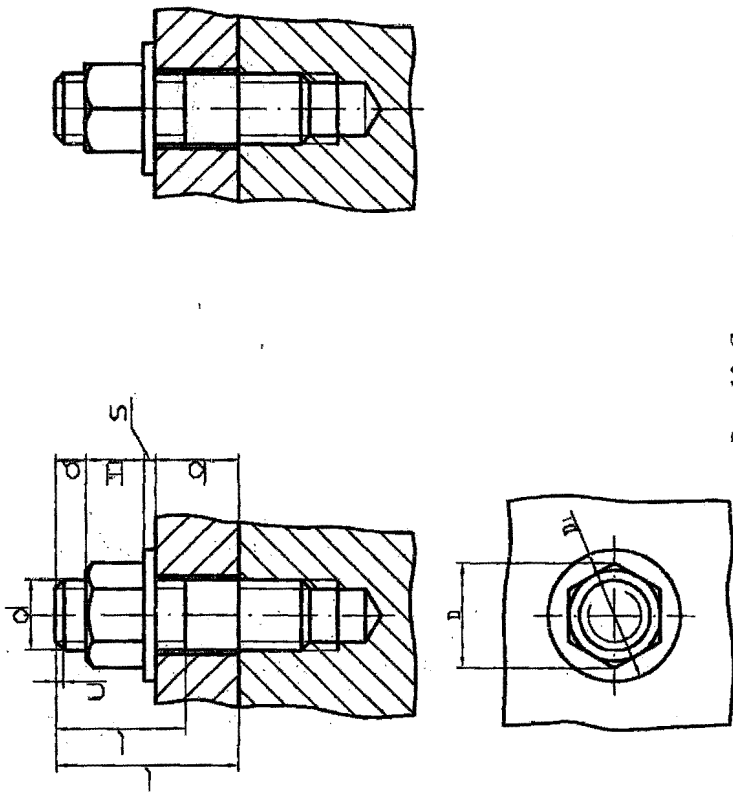


Рис. 10. Соединение шпилечное

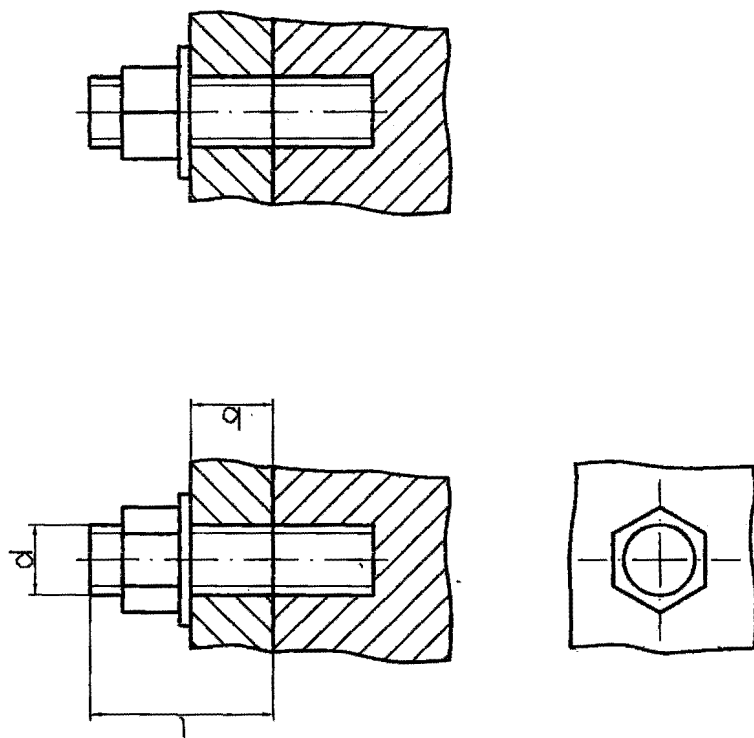


Рис. 11. Соединение штильчатое упрощенное

где: b – толщина детали;

s – толщина шайбы;

H – высота гайки;

a – выход конца шпильки из гайки.

Полученную по расчету величину шпильки округляют до ближайшей большей стандартной длины по ГОСТ. По этому же стандарту определяют и длину нарезанной части l_0 под гайку. Вычерчивают соединение шпилечное по относительным размерам. Величину размеров определяют по тем же формулам, что и для соединения болтом. Формулы для определения размеров l_2, l_3 приведены выше.

На рис. 11 приведено упрощенное изображение соединения шпилькой. В соответствии с ГОСТ 2.315-68 гнездо под посадочный конец шпильки изображают укороченным. Его длина равна длине посадочного конца l_1 . Резьбу изображают по всей длине шпильки, но при этом сохраняется линия границы резьбы посадочного конца, совпадающая с линией разъема деталей. Остальные упрощения те же, что и для соединения болтового.

3.3. Соединение винтовое

Соединение винтовое применяется, когда в одной из деталей отверстие несквозное и нет места для размещения гайки или гаечного ключа для ее завинчивания. Винт завинчивается в тело детали, прижимая к ней другую деталь, не имеющую резьбы в отверстии, своей головкой. Длина винта с цилиндрической головкой определяется следующим образом:

$$l = b + l_1$$

где: b – толщина детали;

l_1 – длина ввинченной части винта.

Подсчитанную таким образом длину винта округляют до ближайшей большей величины по ГОСТ. По этому же стандарту определяют длину нарезанной части винта l_0 .

Длина ввинчиваемой части винта так же, как и у шпильки, зависит от пластичности материала и определяется по тем же соотношениям.

На рис. 12 изображено соединение деталей винтом с цилиндрической головкой.

Размеры глухого отверстия для винта аналогичны размерам отверстия для шпильки. Соотношения для определения величин l_2 , l_3 приведены в разделе «Соединение шпилькой».

Соединение винтом вычерчиваются по относительным размерам. Величину размера определяют по следующим соотношениям:

$$\begin{aligned} D &= 1,5d & f &= 0,15d \\ H &= 0,6d & k &= 0,85d \end{aligned}$$

Величины c , d_1 , d_2 определяют по соотношениям, приведенным для соединения болтового.

Шлицы головок винтов на главном виде изображают по оси винта, на виде сверху – под углом 45^0 к основной надписи чертежа.

На сборочном чертеже соединение винтовое принято изображать упрощенно. Упрощенное изображение соединения винтового показано на рис.13. На нем шлицы головок винта изображают одной сплошной линией толщиной $1,5 s$, остальные упрощения те же, что и для описанных выше соединений.

На рис. 14 приведено упрощенное изображение соединения винтом с потайной головкой (ГОСТ 17475-80).

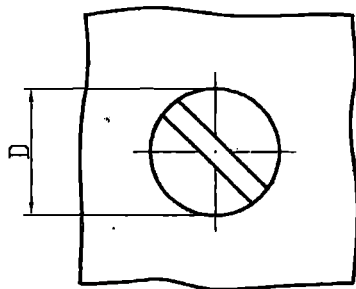
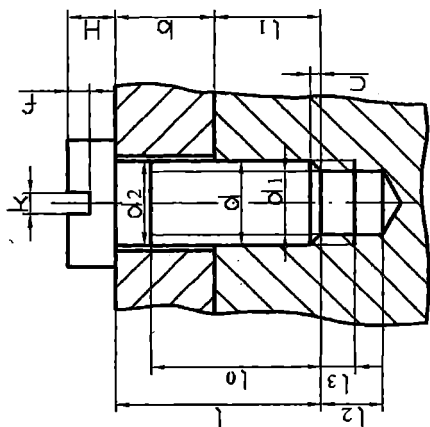


Рис. 12. Соединение вигтовое

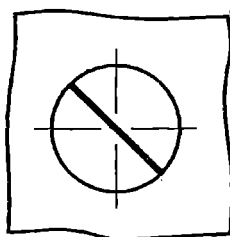
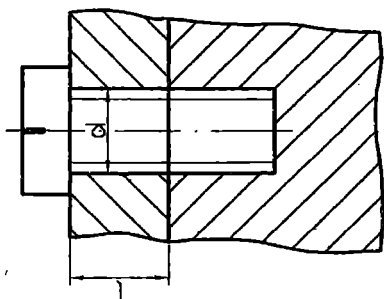


Рис. 13. Соединение вигтовое упрочненное

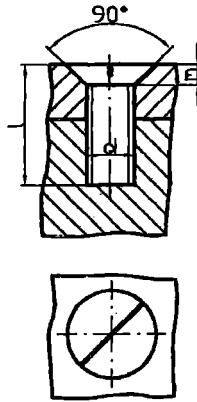


Рис. 14. Соединение деталей винтом с потайной головкой

Длина винта рассчитывается по той же формуле, что и в предыдущем винтовом соединении. Относительные размеры головки винта определяется по следующим соотношениям:

$$m = 0,5 d,$$

$$n = 0,5-1 \text{ мм}$$

Остальные относительные размеры соединения такие же, как для других крепежных соединений.

4. Задание по теме «Соединение крепежными деталями»

Задание состоит из двух частей:

- 1) расчет длины крепежных деталей;
- 2) чертёж крепежных соединений.

В расчете определите необходимую длину крепежных деталей (болта, шпильки, винта) по исходным данным и конструкции соединения .

На чертеже вычертите упрощенное изображение соединения деталей конструкции болтом, винтом и шпилькой в соответствии с ГОСТ 2.315-68. Для заданного соединения вычертите подробное изображение.

Расчет выполняется на листе ватмана формата А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-68, форма 2, чертеж – на листе ватмана, формат А3.

Порядок выполнения задания:

1) Перечертите конструкцию соединения. Считая, что изображения выполнены в масштабе 1:2, все размеры увеличьте в 2 раза. Отверстия на этом этапе не вычерчивайте, приведите только оси отверстий. Определите положение болта, винта, шпильки в конструкции;

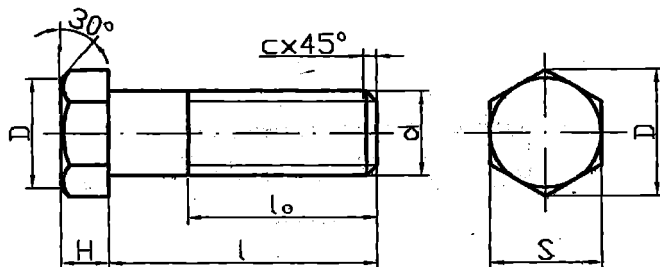
2) Рассчитайте необходимую длину основных крепежных деталей по формулам, приведенным в данных методических указаниях, и выберите величину, соответствующую стандартам на крепежные детали. Рассчитайте относительные размеры соединений. Оформите расчет.

3) Вычертите упрощенное соединение деталей конструкции болтом, винтом, шпилькой в двух проекциях, при необходимости, дополните их разрезами и местными видами.

4) Отдельно вычертите в двух проекциях действительное (без упрощений) увеличенное изображение одного из соединений в соответствии с индивидуальным заданием, оформив его как выносной элемент.

5) Над основной надписью укажите условное обозначение всех крепежных деталей соединения, нанести на чертеже их позиции на полках-выносках. Оформите основную надпись.

Болты с шестигранной головкой (нормальной точности)
по ГОСТ7798-70 исполнение 1



$$D1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

Таблица 1

Основные размеры болтов с шестигранной головкой

Номинальный диаметр резьбы d	10	12	14	16
Размер "под ключ" S	17,7	19	22	24
Высота головки H	7,0	8,0	9,0	10,0
Диаметр описанной окружности D	16,0	19,9	22,8	26,5
Фаска c	1,6	1,6	1,8	2,0

Таблица 2

Длина болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по
ГОСТ7798-70

Номинальная длина l	Длина резьбы l_0 при номинальном диаметре d			
	10	12	14	16
25	x	x	x	x
30	x	x	x	x
35	26	30	x	x
40	26	30	34	x
45	26	30	34	38
50	26	30	34	38
55	26	30	34	38
60	26	30	34	38
65	26	30	34	38
70	26	30	34	38
75	26	30	34	38
80	26	30	34	38

Знаком «x» отмечены болты с резьбой на всей длине стержня

Шпильки общего применения для резьбовых отверстий

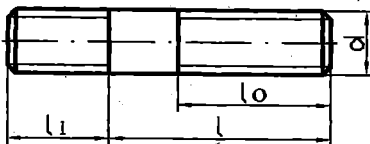


Таблица 3

Длина шпилек общего применения

Номинальная длина	Длина резьбового конца l_0 при номинальном диаметре d			
	10	12	14	16
25	x	x	x	-
30	x	x	x	-
35	26	x	x	x
40	26	30	x	x
45	26	30	34	x
50	26	30	34	38
55	26	30	34	38
60	26	30	34	38
65	26	30	34	38
70	26	30	34	38
75	26	30	34	38
80	26	30	34	38

Знаком «x» отмечены шпильки с длиной гаечного конца $l_0 = l - 0,5d - 2P$

**Винты с цилиндрической головкой (нормальной точности)
по ГОСТ 1491-80, исполнение 2**

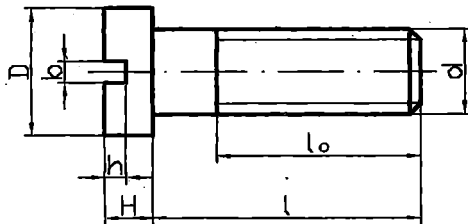


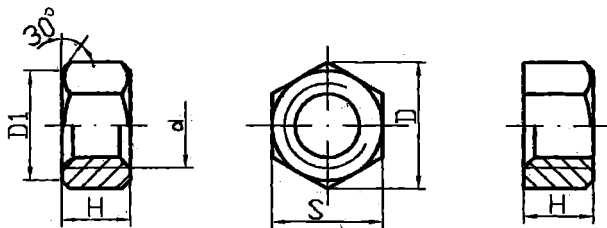
Таблица 4

Основные размеры винтов

Номинальный диаметр резьбы d	5	6	8	10
Диаметр головки D	8,5	10	13	16
Высота головки H	3,3	3,9	5	6
Ширина шлица b	1,2	1,6	2	2,5
Глубина шлица h	1,5-2,0	1,8-2,3	2,3-2,8	2,7-3,2
Радиус под головкой r	0,2	0,25	0,4	0,4
Фаска c	1,0	1,0	1,6	1,6
Длина резьбы l_0	16	18	22	26

Длина l для крепежных винтов выбирается из следующего ряда, мм: ... 4; 5; 6; (7); 8; 9; 10; 11; 12; (13); 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60;...

Гайки шестигранные. (нормальной точности)
по ГОСТ 5915-70



$$D1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

Таблица 5

Основные размеры гаек

Номинальный диаметр резьбы d	10	12	14	16
Размер "под ключ" S	17	19	22	24
Диаметр описанной окружности D	18,7	20,9	23,9	26,2
Высота H	8,0	10	11	13
Фаска c	1,6	1,6	1,8	2,0

Шайбы нормальные по ГОСТ 11371-78

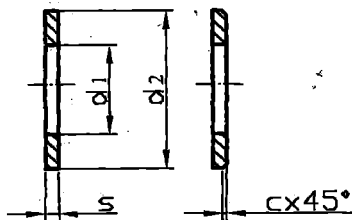


Таблица 6

Основные размеры шайб

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали d	10	12	14	16
Диаметр внутренний d_1	10,5	13	15	17
Диаметр наружный d_2	21	24	28	30
Толщина s	2,0	2,5	2,5	3

Список рекомендуемой литературы

Основной

Левцкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. М.: Высш. шк., 2001. 422 с.

Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справ. Спб: Политехника, 1999. 453 с.

Унсович Т.А., Савицкая А.В. Сборник заданий по инженерной графике: В 2 ч. Ч.2: Черчение. Екатеринбург: Изд-во Росс. гос. проф.- пед. ун-та. 2003. 129 с.

Чекмарев А.А. Инженерная графика. М.: Высш. шк., 2000. 365с.

Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высш. шк., 2000.493 с.

Дополнительной

Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. М.: Высш. шк., 2000. 407 с.

Боголюбов С.К. Инженерная графика. М.: Машиностроение, 2000. 352 с.

Боголюбов С.К. Чтение и детализирование сборочных чертежей. М.: Машиностроение, 1996. 88с.

Вышнепольский И.С. Техническое черчение. М.: Высш. шк., 2001. 224с.

Мионов Б.Г., Мионова Р.С. Инженерная графика. М.: Высш. шк. , 2001. 288 с.

Унсович Татьяна Александровна

Инженерная графика
Методические указания
по теме
Соединение крепежными деталями

Подписано в печать *02.12.03* Формат 60x84/16. Бумага для множ. аппаратов
Усл. печ. л. *1,63* Уч.-изд. *1,74* Тираж 1500 экз. Заказ *277*.....

Российский государственный профессионально-педагогический университет.
Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11

Ротапринт РГПШУ. Екатеринбург, ул. Каширская, 73. *Тел. 342-381*