

Лекция: Резьбовые изделия и соединения.

Домашнее задание:

1. Изучить теоретический материал ;
2. Составить краткий конспект .

3. Изображения соединений деталей

Соединения деталей между собой в приборах, машинах разнообразны по своему назначению, конструктивной форме и технологии изготовления. Соединения делятся на разъемные и неразъемные. Разъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения его составных частей (резьбовые, шпоночные, шлицевые и др.). Те соединения, которые нельзя разобрать без их повреждения, называют неразъемными (соединения при помощи сварки, пайки, клепки, склеивания и др.). Широкое применение получили резьбовые соединения.

3. 1. Общие сведения о резьбе

Поверхность резьбы образует плоский контур при винтовом движении по цилиндрической или конической поверхности. *Профиль резьбы* – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. Изобразим резьбу с треугольным профилем и рассмотрим *основные параметры резьбы* (рис. 57).

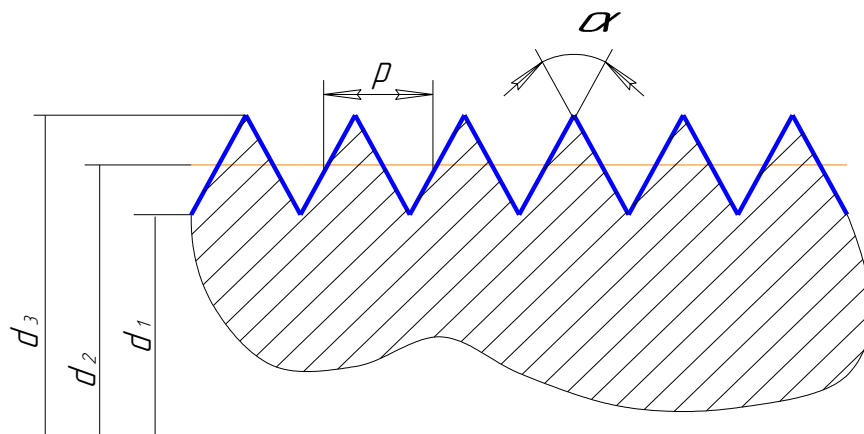


Рис. 57

d_1 – внутренний диаметр резьбы,

d_2 – средний диаметр резьбы,

d_3 – наружный диаметр резьбы,

α – угол профиля резьбы,

p – шаг, это расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля резьбы.

t – ход резьбы, это осевое перемещение профиля за один оборот.

Классификация резьб. Резьбы классифицируются по следующим признакам:

1. По характеру поверхности на цилиндрические (рис. 59) и конические (рис. 58). Конусность поверхности, на которой нарезают коническую резьбу, обычно равна 1:16.

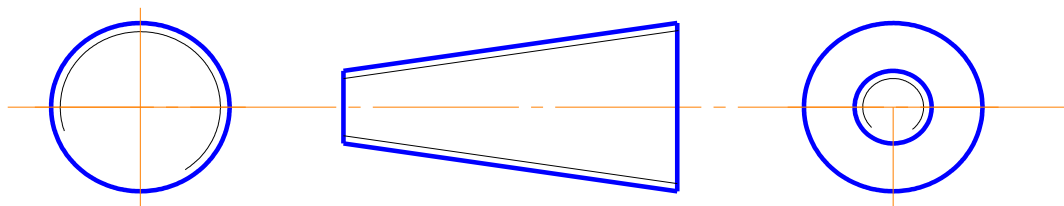


Рис. 58

2. По расположению на поверхности внутреннюю и наружную (рис. 59).

3. По шагу на резьбу с крупным и мелким шагом. Крупный шаг не указывают, так как он является единственным для данного диаметра резьбы. Например, для диаметра $d = 20$ мм крупный шаг всегда равен 2,5 мм, а мелкий может быть равен 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5 мм, поэтому мелкий указывают обязательно.

4. По направлению винтовой поверхности на правую и левую. Если ось резьбы расположить вертикально перед наблюдателем, то у правой резьбы видимые витки поднимаются слева направо, а у левой – справа налево. Так как применяется преимущественно правая резьба, то на чертеже обозначают левую, добавляя к обозначению ЛН.

5. По числу заходов на однозаходную и многозаходную. Резьбу, образованную движением одного профиля, называют однозаходной, образованную движением двух, трех и более одинаковых профилей – многозаходной.

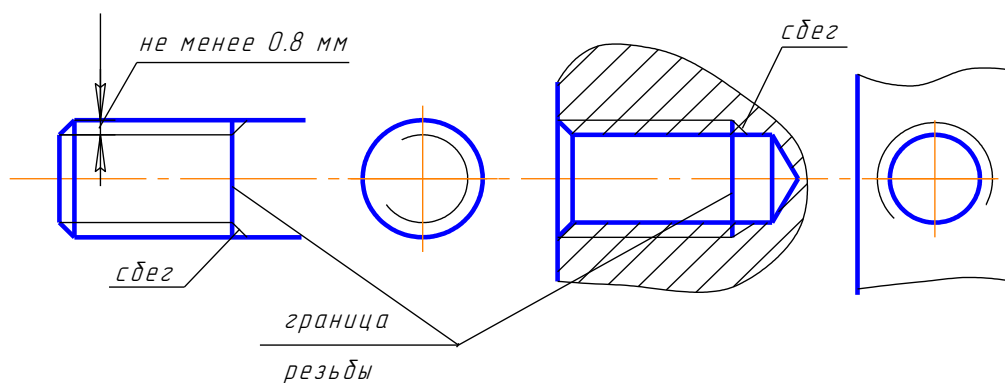
6. По форме профиля на треугольную, трапецеидальную, прямоугольную, круглую.

7. По эксплуатационному назначению на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходовые (трапецеидальные, упорные), специальные (прямоугольная, квадратная).

3. 2. Изображение резьбы

На чертежах резьбу обозначают условно, независимо от профиля резьбы. Резьбу на стержне – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности и разомкнутую в любом месте (рис. 59, а). На изображениях резьбы в отверстиях сплошные основные и сплошные тонкие линии как бы меняются местами (рис. 59, б).

Фаски, не имеющие специального, конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображают. Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят в конце полного профиля резьбы, до сбег основной линией.



а)

Рис. 59

б)

Расстояние между линиями, изображающими наружный и внутренний диаметры резьбы, должно быть не менее 0,8 мм и не больше шага резьбы. Сбегом называют участок резьбы с не полным профилем. Сбег изображают тонкой линией, проводимой примерно под углом 30^0 к оси резьбы.

3. 3. Обозначение резьбы

В обозначениях резьбы указывают наружный диаметр резьбы (рис. 60).

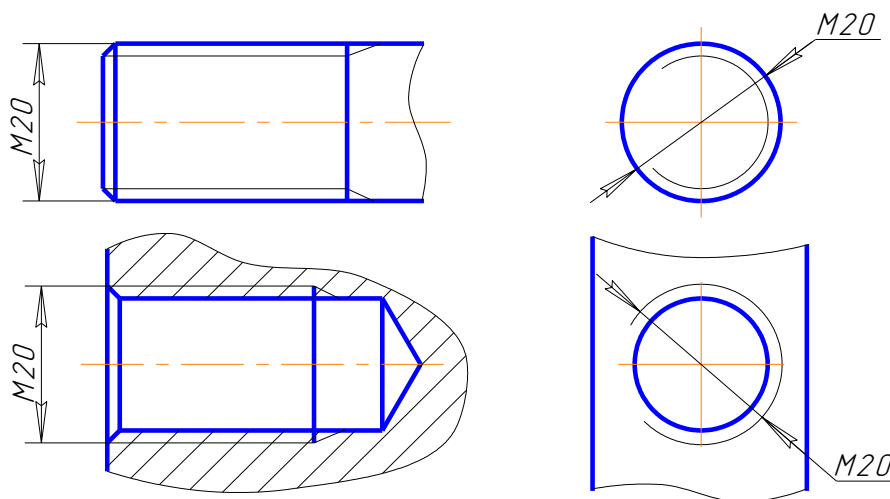


Рис. 60

Если для метрической резьбы обозначение диаметра резьбы соответствует её наружному диаметру, то в трубной резьбе её диаметр обозначают условно, например G1, что соответствует трубе, имеющей условный проход (внутренний диаметр трубы), равный 25,4 мм, т.е. $\approx 1''$ (рис. 61). Поэтому обозначение трубной и конической резьбы осуществляется на полке выноски.

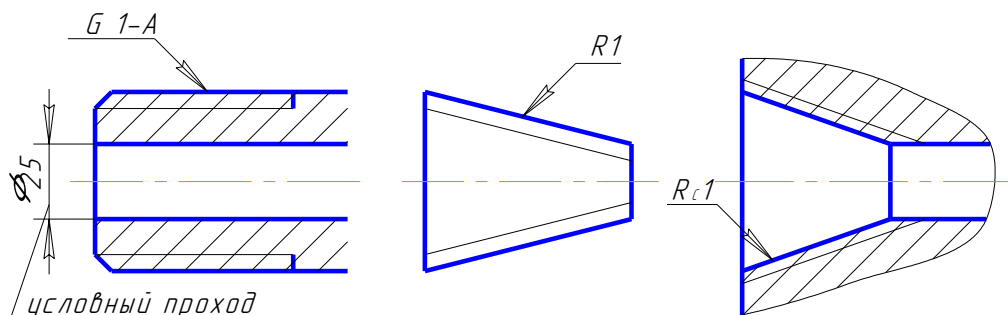


Рис. 61

Прямоугольная резьба не стандартизована. На чертеже указывают все необходимые для изготовления размеры на рис. 62.

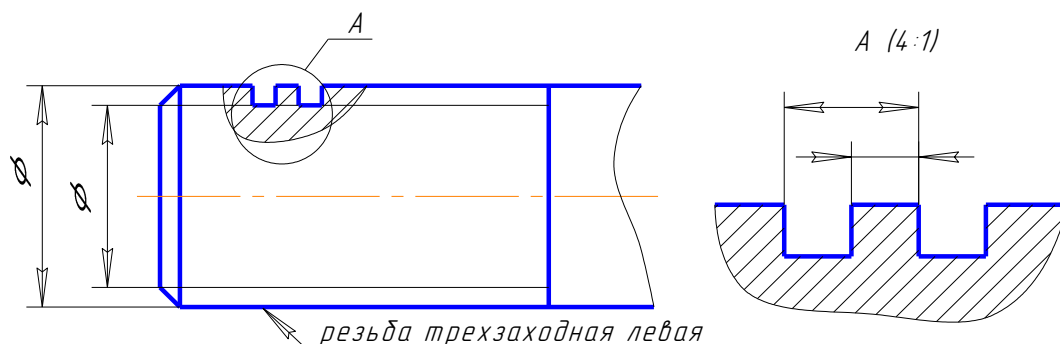


Рис. 62

В табл. 4 приведены условные обозначения резьб.

Таблица 4

Пример обозначения	Тип резьбы	Расшифровка, структуры обозначения
M20	Метрическая	Наружный диаметр 20 мм; шаг крупный 2,5; правая; однозаходная
M20x1-LH	Метрическая	Наружный диаметр 20 мм; шаг мелкий 1; левая; однозаходная
M20x3 (P1,5)-LH	Метрическая	Наружный диаметр 20 мм; левая; 3 ^x -заходная; шаг мелкий 1,5;
G3/4 – A	Трубная цилиндрическая	Условный проход трубы 3/4 "; класс точности резьбы A; правая
R1/2	Трубная коническая	Наружная; размер резьбы в основной плоскости 1/2"; правая
Rc1/2 – LH	Трубная коническая	Внутренняя; размер резьбы в основной плоскости 1/2"; левая
Tr 22x5	Тrapeцеидальн	Наружный диаметр 22 мм; шаг 5; правая; однозаходная

Tr 22x20 (P5)	ая Трапецеидальн ая	Наружный диаметр 22 мм; ход резьбы 20 мм; шаг 5; 4 ^х -заходная (t/P); правая
S70x10	Упорная	Наружный диаметр 70 мм; шаг 10; правая; однозаходная
S70x20 (P10)	Упорная	Наружный диаметр 70 мм; ход резьбы 20 мм; шаг 10; правая; многозаходная

3. 4. Обозначение крепежных деталей

Все крепежные детали стандартизованы. На рис. 63 дана структура обозначения деталей:

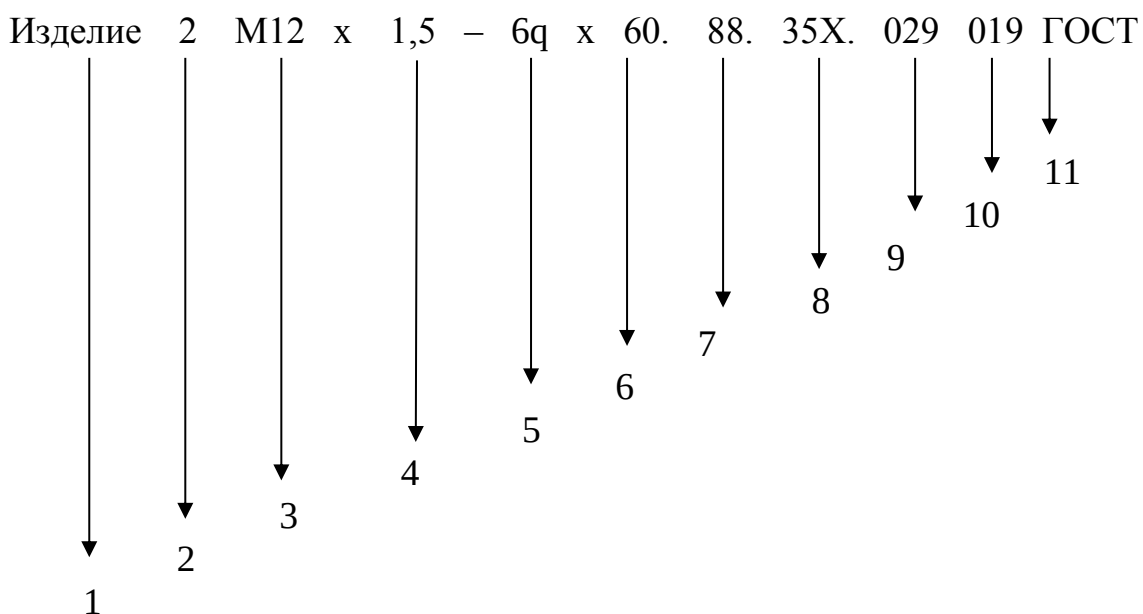


Рис. 63

- 1 – наименование детали;
- 2 – исполнение (исполнение 1 не указывают);
- 3 – символ метрической резьбы и диаметра;
- 4 – мелкий шаг (крупный не указывают);
- 5 – обозначение поля допуска;
- 6 – длина изделия;
- 7 – класс прочности;

8 – марка стали или сплава;

9 – обозначение вида покрытия;

10 – толщина покрытия;

11 – номер стандарта.

Примеры обозначения некоторых крепежных деталей предложены в табл. 5.

Таблица 5

Условное обозначение	Наименование детали и ее характеристика
Болт М20-6q x 80.58 ГОСТ 7798-70	Болт с диаметром резьбы d=20, с полем допуска 6q, длиной 80 мм, классом прочности 5.8, исполнения 1, с крупным шагом, без покрытия.
Гайка М20.5 ГОСТ 5915-70	Гайка 1 исполнения, с диаметром резьбы 20 мм, с крупным шагом резьбы, класс прочности 5, без покрытия
Шайба 2.12.Ст 3 кп ГОСТ 11371-78	Шайба 2 исполнения, для крепежной детали диаметром 12 мм, из стали марки Ст 3 кп, без покрытия
Шпилька М20 x 1,5 – 6q x 60.58 ГОСТ 22032-76	Шпилька с диаметром резьбы 20 мм, шаг мелкий 1,5, поле допуска 6q, длина шпильки 60, класс прочности 5.8
Шплинт 5 x 28 ГОСТ 397 x 79	Шплинт с условным диаметром 5 мм, длиной 28 мм

3.2. Стандартные резьбовые детали

Основными стандартными крепежными деталями резьбовых соединений являются болт, гайка, шайба, шпилька, винт, шуруп.

Болт – это цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, а на другом – резьба для навинчивания гайки (рис. 51, 52).

Наибольшее распространение получили болты с шестигранной головкой нормальной точности, размеры которых определяет ГОСТ 7798 – 70. Каждому диаметру болта соответствуют определенные размеры его головки (табл. 8).

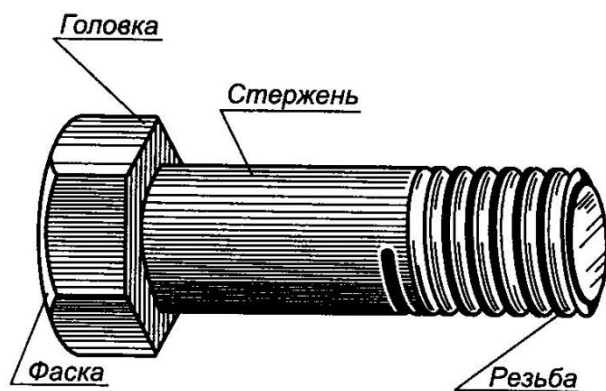


Рис. 51. Наглядное изображение болта

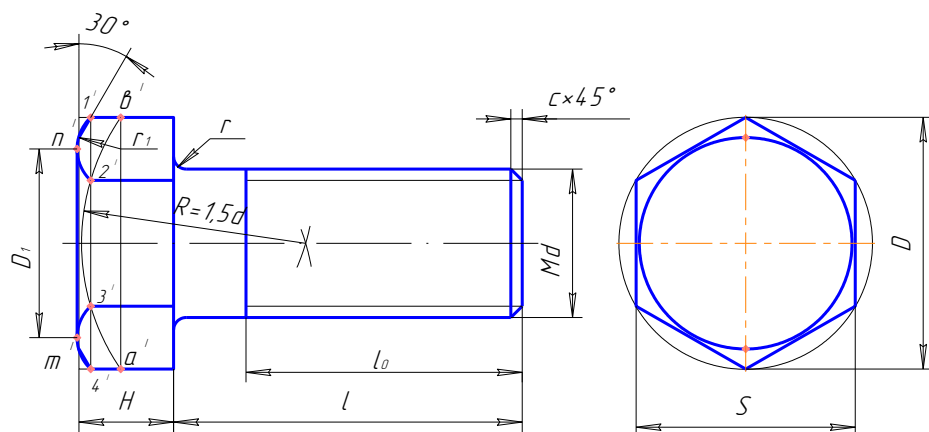


Рис. 52. Чертеж болта

Таблица 8

Основные размеры болта с шестигранной головкой класса точности В
(нормальной точности) по ГОСТ 7798 – 70*

Номинальный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы, мм		d ₁	S	H	D не менее, мм	r, мм		D
	крупный	мелкий					не менее	не более	
6	1		6	10	4	10,9	0,25	0,6	9,0
8	1,25	1	8	13	5,5	14,2	0,4	1,1	11,7
10	1,5	1,25	10	17	7	18,7	0,4	1,1	15,5
12	1,75	1,25	12	19	8	20,9	0,6	1,6	17,2
14	2	1,5	14	22	9	24,3	0,6	1,6	20,1
16	2	1,5	16	24	10	26,5	0,6	1,6	22,0
18	2,5	1,5	18	27	12	29,9	0,6	1,6	24,8
20	2,5	1,5	20	30	13	33,3	0,8	2,2	27,7
22	2,5	1,5	22	32	14	35	0,8	2,2	29,5
24	3	2	24	36	15	39,6	0,8	2,2	33,2
27	3	2	27	41	17	45,2	1,0	2,7	38,0
30	3,5	2	30	46	19	50,9	1,0	2,7	42,7
36	4	3	36	55	23	60,8	1,0	3,2	51,1
42	4,5	3	42	65	26	72,1	1,2	3,3	59,9
48	5	3	48	75	30	83,4	1,6	4,3	69,4

Гайка – деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку (ГОСТ 5915 – 70*) (табл. 9, рис. 53).

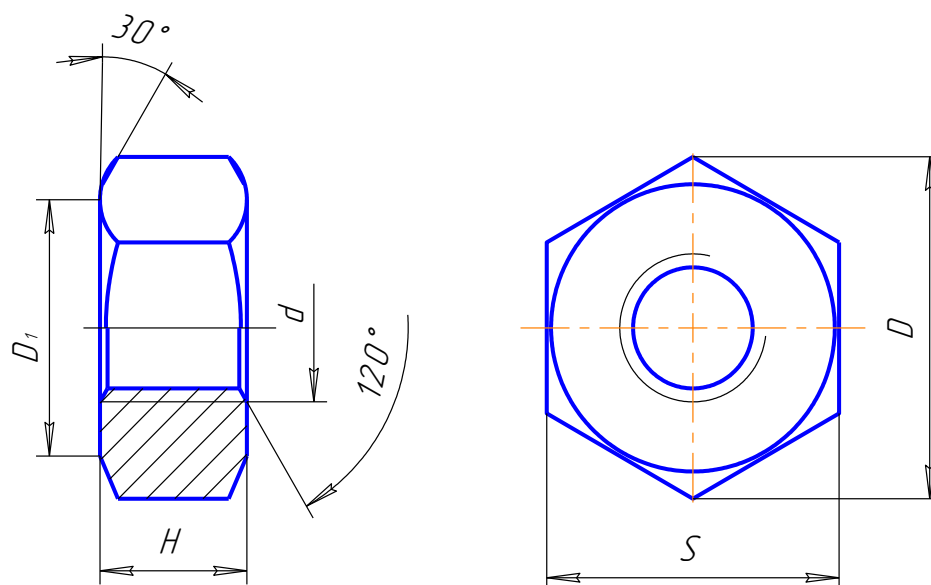


Рис. 53. Чертеж гайки

Таблица 9

Размеры гайки шестигранной класса точности В нормальные по ГОСТ 5915 – 70

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы, мм		S	D	D_1	Высота H
	крупный	мелкий				
1	2	3	4	5	6	7
3	0,5		5,5	5,9	5,0	2,4
3,5	0,6		6,0	6,4	5,4	2,8
4	0,7		7,0	7,5	6,3	3,2
5	0,8		8,0	8,6	7,2	4,0
6	1		10	10,9	9,0	5,0
8	1,25	1	13	14,2	11,7	6,5
10	1,5	1,25	17	18,7	15,5	8,0
12	1,75	1,25	19	20,9	17,2	10
14	2	1,5	22	24,3	20,1	11
16	2	1,5	24	26,5	22,0	13
18	2,5	1,5	27	29,9	24,8	15
20	2,5	1,5	30	33,3	27,7	16
22	2,5	1,5	32	35,0	29,5	18
24	3	2	36	39,6	33,2	19
27	3	2	41	45,2	38,0	22
30	3,5	2	46	50,9	42,7	24
36	4	3	55	60,8	51,1	29
42	4,5	3	65	72,1	59,9	34
48	5	3	15	83,4	69,4	38

Шайбы – это стальные кольца небольшой толщины, подкладываемые под гайки или головки болтов. Шайбы предохраняют материал от задиrow и

увеличивают опорную поверхность. Шайбы круглые – ГОСТ 11371 – 78 (табл. 10, рис. 54).

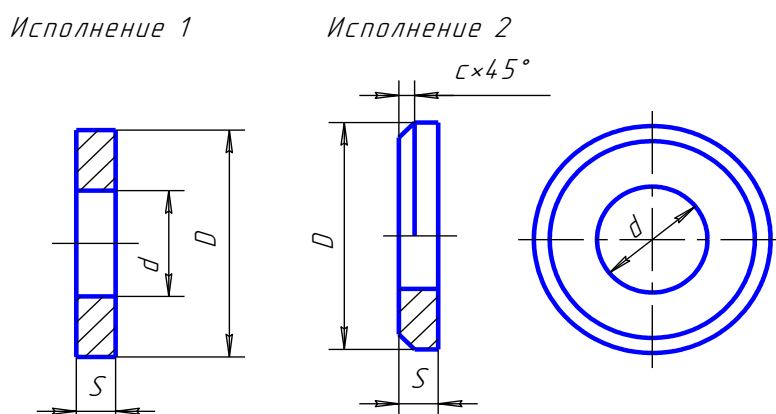


Рис. 54. Чертеж шайбы

Таблица 10

Размер шайб

Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c	Диаметр стержня крепежной детали	d	D	s	c
1	1,2	3,5	0,3	-	12	13	24	2,5	0,6
1,2	1,4	4	0,3	-	14	15	28	3,0	0,8
1,4	1,6	4	0,3	-	16	17	30	3,0	0,8
1,6	1,8	4,5	0,3	-	18	19	34	3,0	0,8
2	2,2	5,5	0,5	-	20	21	37	4,0	1,0
2,5	2,7	6,5	0,5	-	24	25	44	4,0	1,0
3	3,2	7	0,5	-	27	28	50	5,0	1,2
4	4,3	9	0,8	-	30	31	56	5,0	1,2
5	5,3	10	1,0	0,3	36	37	66	6,0	1,6
6	6,4	12,5	1,2	0,4	42	43	78	6,0	1,6
8	8,4	17,5	1,6	0,4	48	50	90	8,0	2,0
10	10,5	21	2,0	0,5					

3.3. Соединение болтом

Болтовое соединение представляет собой узел, состоящий из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей. В деталях 1 и 2, подлежащих соединению, просверливается отверстие диаметром $d_{\text{отв}} = (1,05 \dots 1,1)d_{\text{болта}}$ (рис. 55).

В отверстие вставляют болт, на него надевают шайбу и навинчивают гайку. В нашем задании диаметр болта определяют расчетом, исходя из заданного диаметра отверстия.

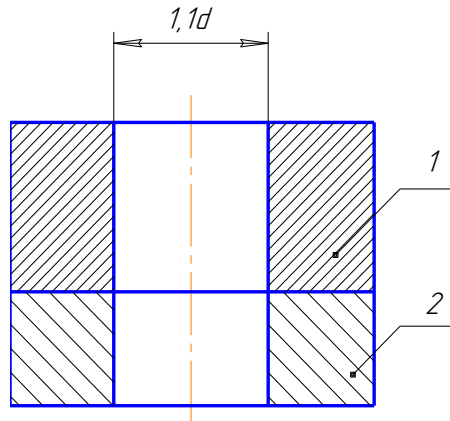


Рис. 55. Сверленное отверстие

При выполнении чертежа наша задача сводится к определению длины стержня крепежного изделия (болта) и подбору его по таблицам ГОСТа (рис. 56).

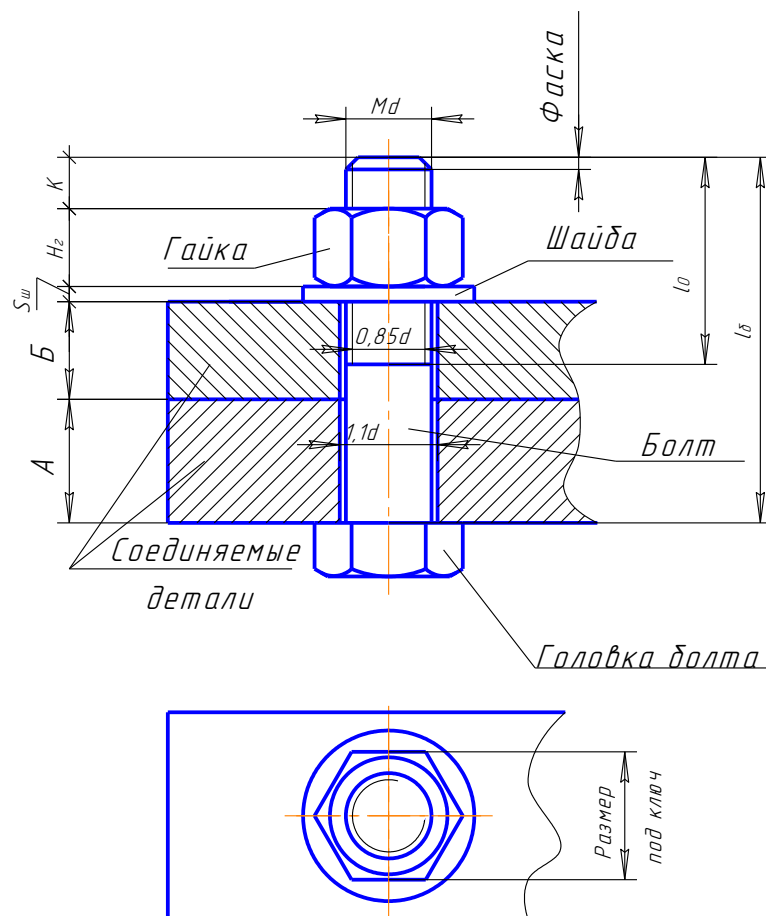


Рис. 56. Болтовое соединение

3.3.1. Расчет длины болта

Величина свободного конца принимается равной $K=0,3d$.

Расчетная длина болта:

$$l_6 = A + B + S_{\text{ш}} + H_{\text{г}} + 0,3d,$$

где A и B – толщины соединяемых деталей.

По табл. 11 выбираем стандартизированную длину, близкую к расчетной.

Длина резьбовой части l_0 выбирается в зависимости от диаметра болта (d) и длины l_6 (табл. 11).

Длина болта l_6 при вычерчивании соединения обычно не задается, ее определяют подсчетом.

В формулу подставляются номинальные размеры элементов, поэтому все входящие величины должны быть взяты из таблиц соответствующих ГОСТов.

Пример 1: Даны толщины скрепляемых деталей $A = 20$ мм; $B = 30$ мм, диаметр отверстия $d_1 = 20$ мм. Необходимо определить длину болта – l_6 .

Определяем диаметр болта, зная, что диаметр просверленного отверстия в деталях равен:

$$d = d_1 : 1,1; d_1 = 20 \text{ мм}; d = 20 : 1,1 = 18 \text{ мм}.$$

Болт диаметром d – М18 ГОСТ 7798 – 70; Гайка М18 – ГОСТ 5915 – 70* и шайба 18 ГОСТ 11371 – 78.

Выписываем из ГОСТов (Таблица 9,10) величины, соответствующие основному параметру – диаметру резьбы d :

$S_{\text{ш}}$ – толщина шайбы равна 3 мм;

$H_{\text{г}}$ – высота гайки равна 15 мм.

Подставив полученные значения в формулу, найдем

$$l_6 = A + B + S_{\text{ш}} + H_{\text{г}} + 0,3d = 20 + 30 + 3 + 15 + (0,3 \times 18) = 73,4 \text{ мм}.$$

Полученную величину сравниваем с таблицей 11 (ГОСТ 7798 – 70*). Находим в графе (длина болта) два ближайших размера – 70 и 75 мм. Останавливаемся на длине болта 75 мм, т.к. разница между величиной, полученной подсчетом и принятой по ГОСТ, составляет незначительную величину.

Длина нарезанной части стержня болта (длина резьбы) l_0 берется по табл. 11 соответствующих ГОСТов на болты. В нашем примере $l_0 = 42$ мм.

Таблица 11

Длина болтов с шестигранной головкой нормальной (класс В) и повышенной (класс А) точности в диапазоне диаметров 6...48, мм по ГОСТ 7798 – 70*

Резьба	6	8	10	12	(14)	16	18	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Длина болта	Номинальная длина резьбы (l_0)														
8	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	18	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
25	18	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-
(28)	18	22	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-
30	18	22	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	-
(32)	18	22	26	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-
35	18	22	26	30	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-
(38)	18	22	26	30	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-
40	18	22	26	30	34	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-
45	18	22	26	30	34	38	×	×	×	×	×	×	-	-	-
50	18	22	26	30	34	38	42	×	×	×	×	×	×	-	-
55	18	22	26	30	34	38	42	46	×	×	×	×	×	×	-
60	18	22	26	30	34	38	42	46	50	×	×	×	×	×	-
65	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	×	×	×	×	×
70	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	×	×	×	×
75	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×
80	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×
(85)	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×
90	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×
(95)	-	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×
100	-	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×
(105)	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	×
110	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	×

3.3.2. Некоторые особенности выполнения соединения болтом

1. На чертеже соединения проставляют размеры: диаметр резьбы, длину болта, длину резьбы, величины соединяемых деталей, размер под ключ.

2. Головку болта и гайку на главном изображении принято показывать тремя гранями.

3. По ГОСТ 2. 305 – 2008 болты, гайки, шайбы в продольном разрезе изображают не рассеченными.

4. Смежные детали штрихуют с наклоном в разные стороны. Наклон штриховки для одной и той же детали на всех изображениях – в одну сторону.