

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический  
университет» им. И. И. Ползунова

Кафедра «Начертательная геометрия и графика»

Дисциплина  
«Инженерная графика»  
Модуль «Инженерная графика»

Работа № 4

**Соединения деталей. Резьба**

Часть **2.** Болтовое соединение

к.т.н., доцент Кошелева Е. А.

Барнаул  
**2020**



# Содержание 2 части

## Стандартные резьбовые крепежные детали

Болт

Гайка

Шайба

## Болтовое соединение

Расчет длины болта

Чертеж болтового соединения

Работа № 4 «Соединение деталей» -  
расчетно-графическая работа № 2

Литература

# Стандартные резьбовые крепежные детали

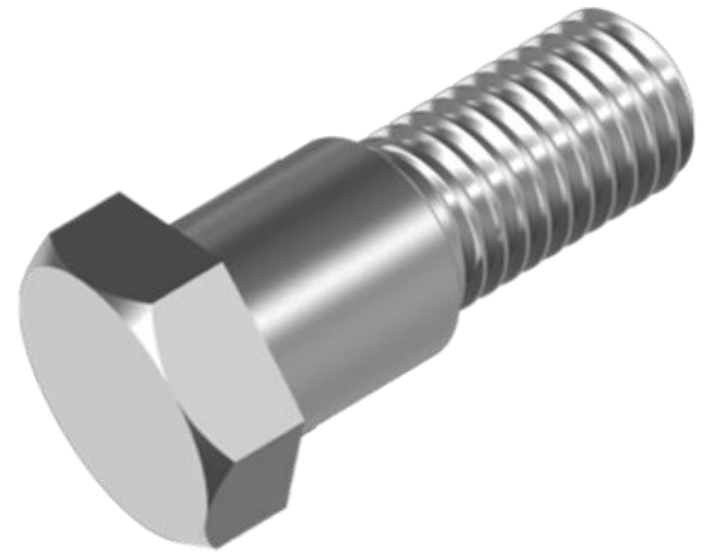
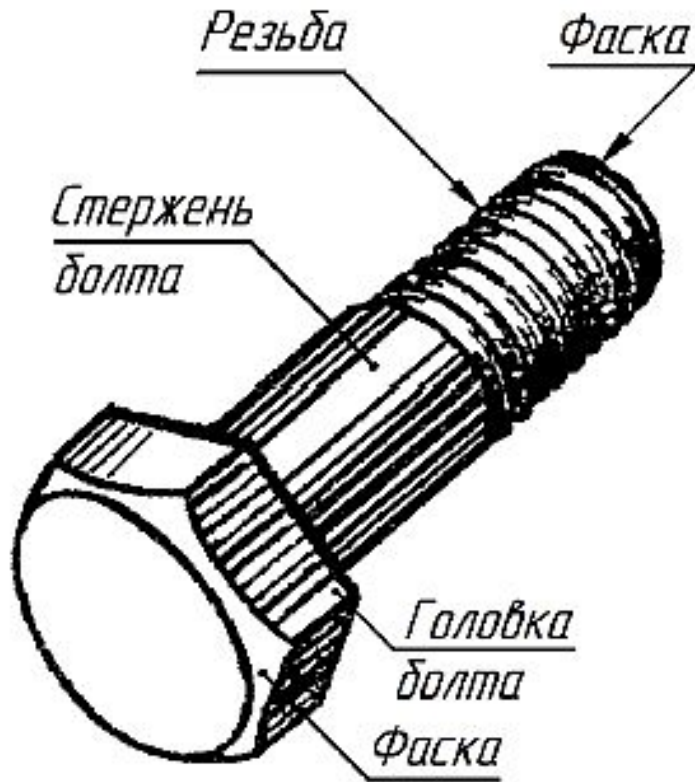
для соединения деталей  
применяются  
различные стандартные резьбовые крепежные детали:  
**болты, винты, гайки, шпильки,**  
а также стандартные детали,  
предохраняющие резьбовые соединения  
от самоотвинчивания,  
например, **шплинты, штифты, различные шайбы**

независимо от рабочего положения,  
болты (шпильки, винты, гайки, шайбы и др.)  
вычерчивают так, чтобы  
**их ось располагалась параллельно основной надписи  
чертежа**, т.е. так как они располагаются на токарном станке  
в процессе их изготовления

# Болт

## болт

цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом



на головке болта выполняется коническая **фаска** под углом  $30^{\circ}$ , сглаживающая острые кромки и облегчающая наложение гаечного ключа

# Болт

болты различают

**по форме и размерам головки**

полукруглая, потайная, шестигранная нормальная и шестигранная уменьшенная головки

**по точности изготовления**

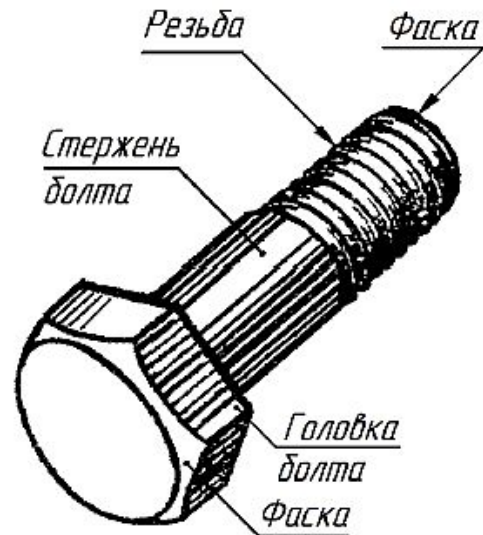
точности – повышенная, нормальная и грубая (соответственно классы точности А, В и С)

**по характеру исполнения**

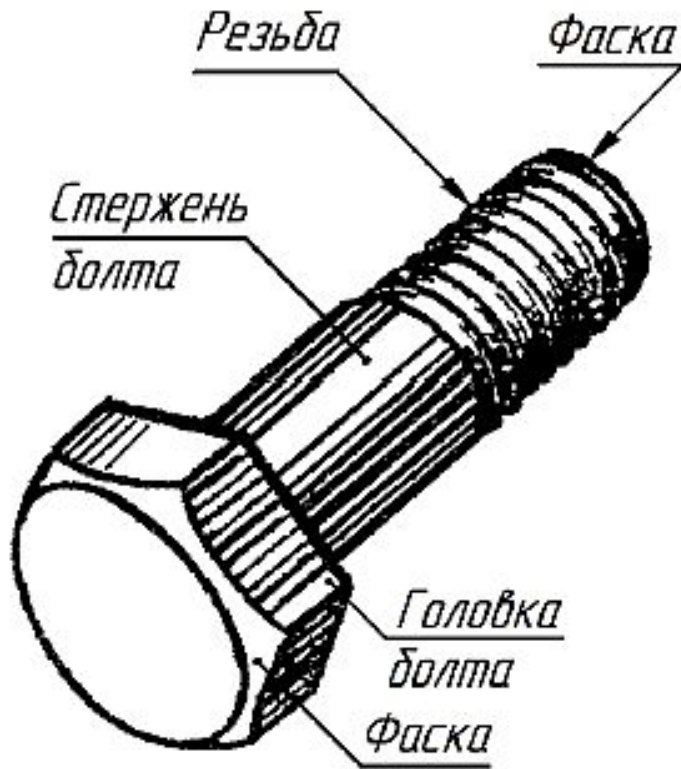
5 исполнений

**по форме стержня**

с проточкой и без нее



# Болт



болты изготавливают с метрической резьбой с крупным и мелкими шагами

в таблицах [1](#) и [2](#)  
приведены данные на конструкцию и размеры  
болтов по ГОСТ 7798-70

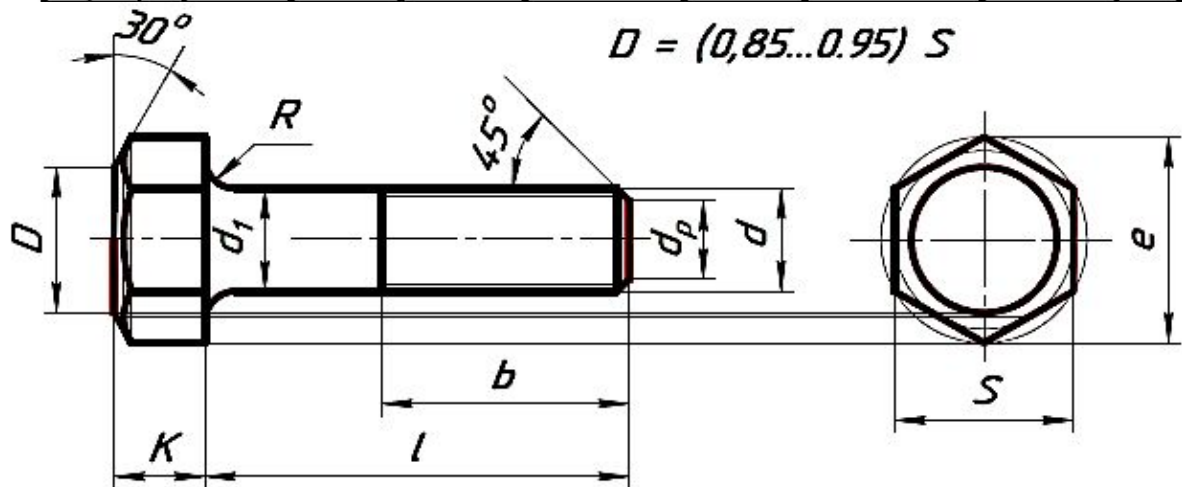
# Болт

таблица 1 - Болты с шестигранной головкой класса точности В по ГОСТ 7798-70 (Размеры в миллиметрах)

Номинальный диаметр резьбы, $d$	Шаг резьбы, $p$		Диаметр стержня, $d_1$	Размер "под ключ", $S$	Высота головки, $K$	Диаметр описанной окружности, $e$ (не менее)	Радиус под головкой, $R$ (не менее)	$d_p$
	крупный	мелкий						
16	2,0	1,5	16	24	10,0	26,2	0,6	12
(18)	2,5	1,5	18	27	12,0	29,6	0,6	13
20	2,5	1,5	20	30	12,5	33,0	0,8	15
(22)	2,5	1,5	22	32	14,0	35,0	0,8	17
24	3,0	2,0	24	36	15,0	39,6	0,8	18
(27)	3,0	2,0	27	41	17,0	45,2	1,0	21

Примечания

1. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Радиус под головкой  $R$  по ГОСТ 24670-81
3.  $d_p$  – по ГОСТ 12414-94

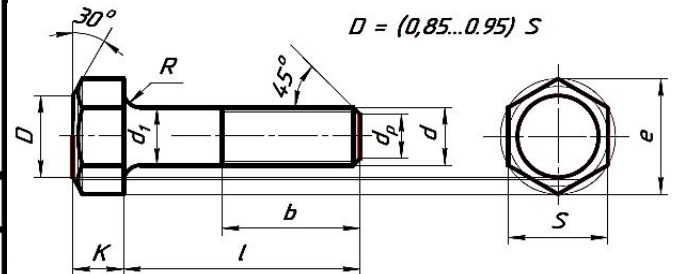


Расчет  
длины  
болта

# Болт

таблица 2 - Болты с шестигранной головкой класса точности В по ГОСТ 7798-70 (Размеры в миллиметрах)

Длина болта, $l$	Длина резьбы $b$ и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне $l_1$ при номинальном диаметре резьбы $d$ (знаком $x$ отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)											
	16		(18)		20		(22)		24		(27)	
	$l_1$	$b$	$l_1$	$b$	$l_1$	$b$	$l_1$	$b$	$l_1$	$b$	$l_1$	$b$
45	39	38	39	x	39	x	38	x	38	x	37	x
50	44	38	44	42	44	x	43	x	43	x	42	x
55	49	38	49	42	49	46	48	x	48	x	47	x
60	54	38	54	42	54	46	53	50	53	x	52	x
65	59	38	59	42	59	46	58	50	58	54	57	x
70	64	38	64	42	64	46	63	50	63	54	62	60
75	69	38	69	42	69	46	68	50	68	54	67	60
80	74	38	74	42	74	46	73	50	73	54	72	60
(85)	79	38	79	42	79	46	78	50	78	54	77	60
90	84	38	84	42	84	46	83	50	83	54	82	60
(95)	89	38	89	42	89	46	88	50	88	54	87	60
100	94	38	94	42	94	46	93	50	93	54	92	60



Примечания.

1. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.
2. Болты, для которых значения  $b$  расположены над ломаной линией, допускается изготавливать с длиной резьбы до головки.

**Расчет  
длины  
болта**





# Болт

## примеры условного обозначения

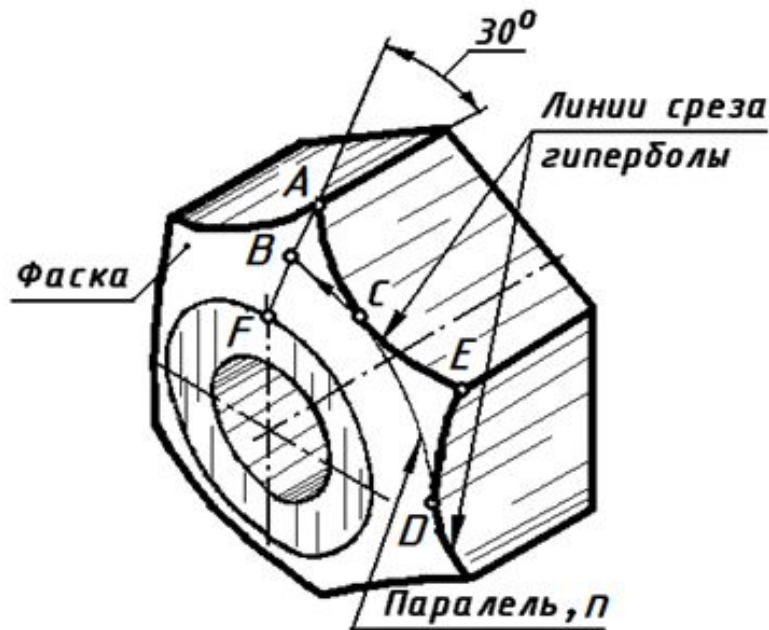
болт с шестигранной головкой  
нормальной точности с диаметром резьбы  $d=20$  мм,  
длиной  $l=60$  мм, с крупным шагом  $P=2,5$  мм,  
материала подгруппы 00, без покрытия:

**Болт М20×60 ГОСТ 7798-70**

болт с шестигранной головкой  
нормальной точности с диаметром резьбы  $d=20$  мм,  
с мелким шагом  $P=1,5$  мм, полем допуска 6g, длиной  $l=60$   
мм, класса прочности 10.9, из стали марки 40Х,  
с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

**Болт М20×1,5 - 6g×60.109.40Х.019 ГОСТ 7798-70**

# Болт



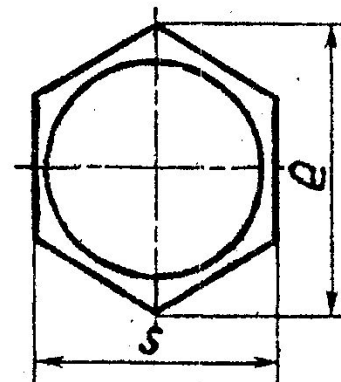
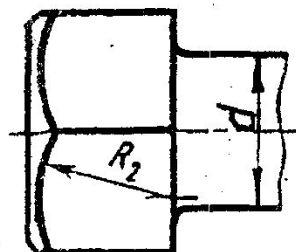
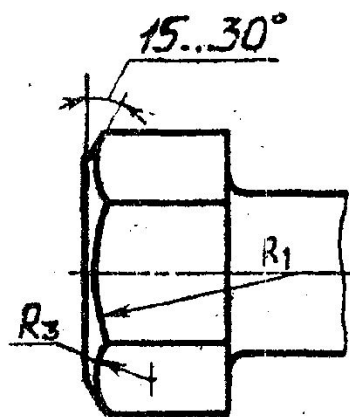
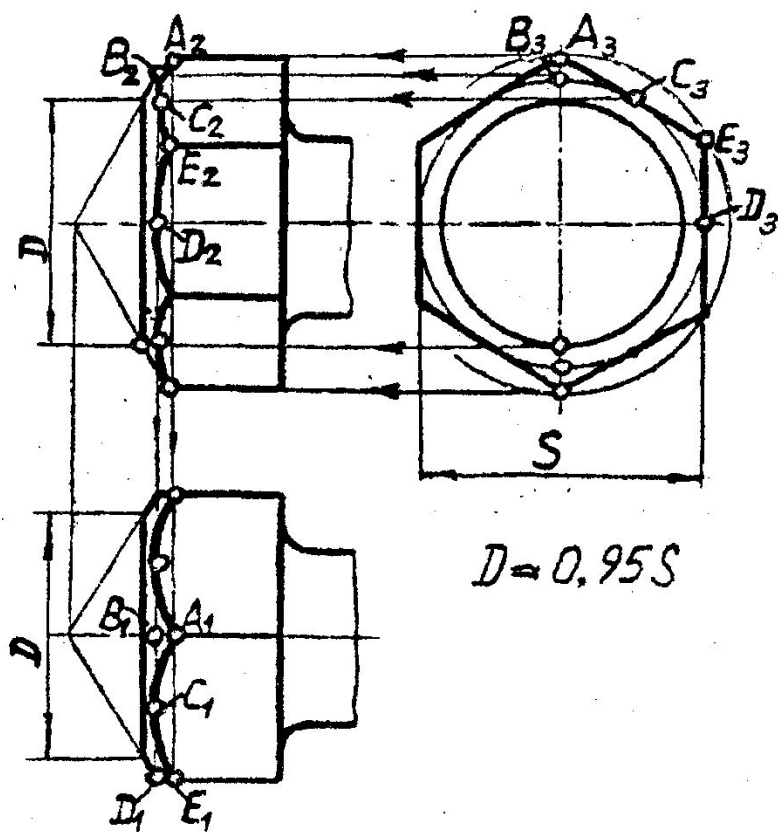
на внешней  
шестигранной призматической  
поверхности головки болта  
выполняется коническая  
фаска  
с углом  $30^{\circ}$

линии среза фаски гранями призмы – гиперболы  
гиперболы линий среза на технических чертежах  
заменяют дугами окружностей

# Болт

## построение шестигранной головки болта с наружной конической фаской

положение и радиус дуг определяется тремя точками: вершиной гиперболы (точки С и D) и двумя точками пересечения ребер призмы с конической поверхностью фаски (точки А и Е)



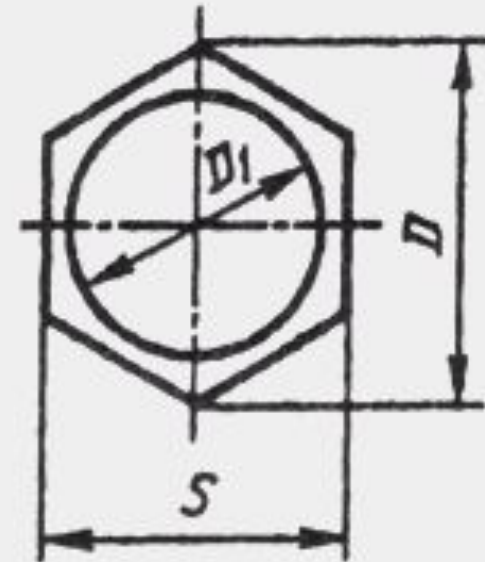
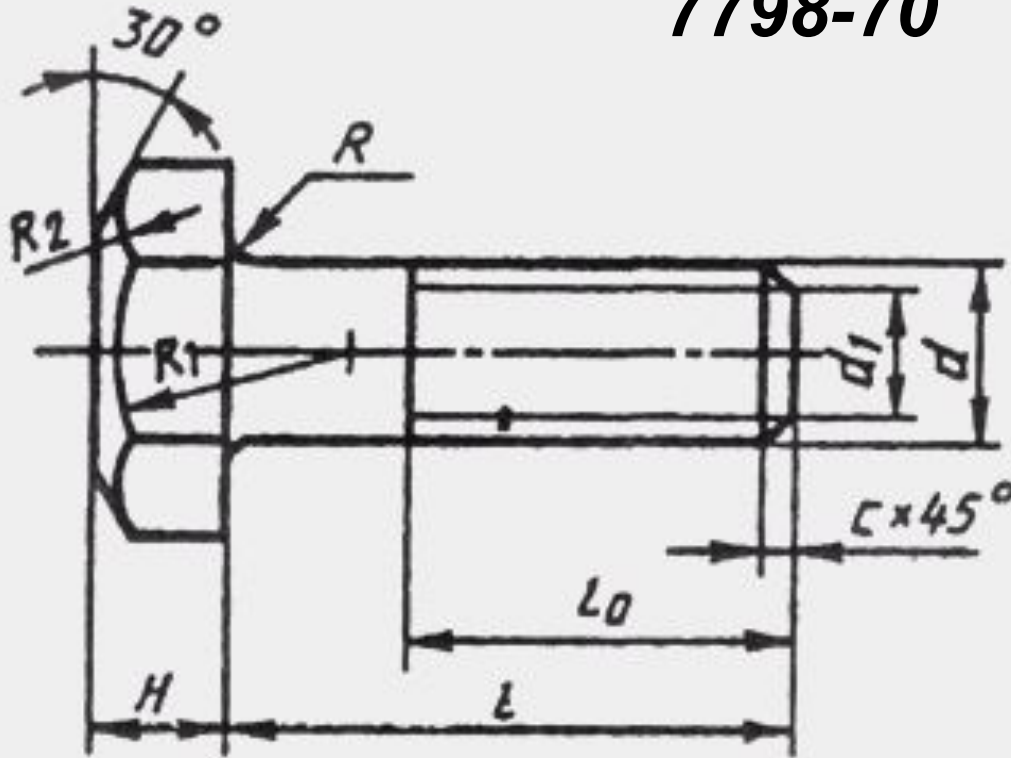
$$R_1 = 1,5d$$
$$R_2 = d$$

$R_3$  - по построению



# Чертеж болта

## Болт М...х... ГОСТ 7798-70



$$H = 0,7d$$

$$d_1 = 0,85d$$

$$R = 0,08d$$

$$L_0 = 2d + 6 \text{ мм}$$

$$D = 2d$$

$$c = 0,15d$$

$$R_1 \approx 1,5d$$

$$D \approx 1,6d$$

$$S \approx 1,7d$$

$R_2$  - определяют построением

Расчетное задание -

ЛИСТ



# Гайка

## гайка

деталь с резьбовым отверстием, используемая для навинчивания на стержень болта, винта или шпильки



## гайки различают

### по форме

шестигранные, шестигранные прорезные – гайки «под ключ», круглые, барашковые – для навинчивания вручную и т. д.

### по высоте

нормальные, высокие, низкие

### по точности изготовления

нормальной, повышенной, грубой точности (классы точности А, В)

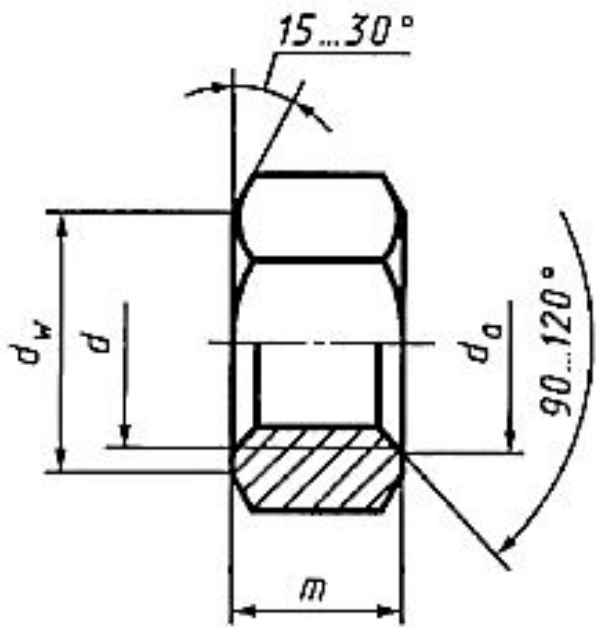
### по исполнению

исполнение 1, исполнение 2, исполнение 3

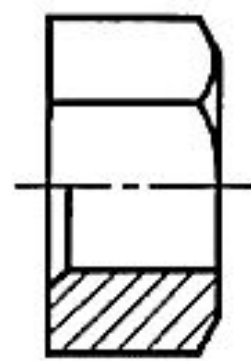


# Гайка

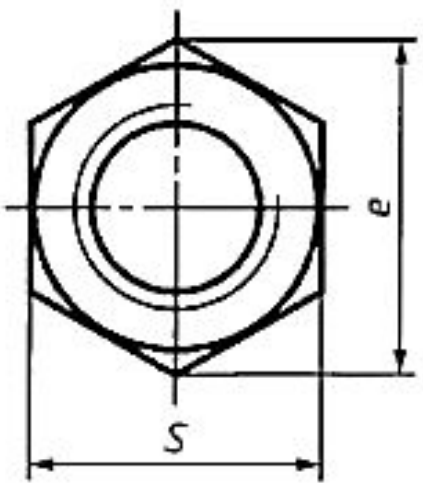
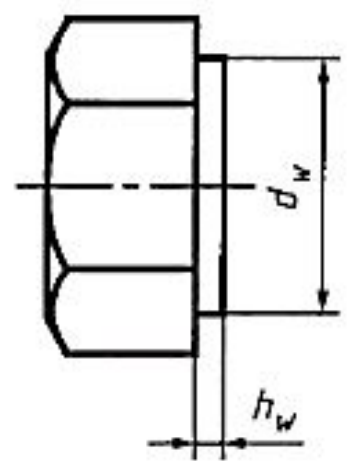
Исполнение 1



Исполнение 2



Исполнение 3



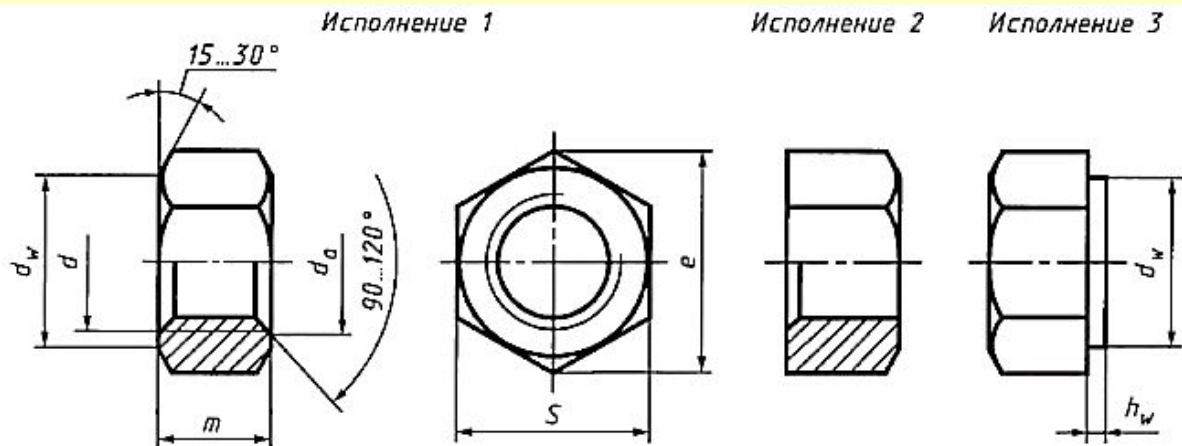
наружные фаски на шестигранной гайке вычерчиваются аналогично головке болта

в таблице [3](#)

приведены данные на конструкцию и размеры гаек по ГОСТ 5915-70

# Гайка

таблица 3 - Гайки шестигранные класса точности В по ГОСТ 5915-70 (Размеры в миллиметрах)



Номинальный диаметр резьбы, $d$		16	(18)	20	(22)	24	(27)
Шаг резьбы, $P$	Крупный	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
	Мелкий	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
Размер «под ключ», $S$		24,0	27,0	30,0	32,0	36,0	41,0
Диаметр описанной окружности, $e$ , не менее		26,5	29,9	33,3	35,0	39,6	45,2
Высота гайки, $m$		13,0	15,0	16,0	18,0	19,0	22,0
$d_a$	Не менее	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	27,0
	Не более	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9	29,2
$d_w$ , не менее		22,0	24,8	27,7	29,5	33,2	38,0

Расчет  
длины  
болта



# Гайка

## примеры условного обозначения

шестигранная гайка исполнения 1 (не указывается),  
с диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом  
резьбы  $P = 2,0$  мм, с полем допуска 6H, класса  
прочности 5,

без покрытия, по ГОСТ 5915-70\*:

**Гайка М16-6H.5 ГОСТ 5915-70**

шестигранная гайка исполнения 2, мелким шагом  $P = 1,5$   
мм,

с полем допуска 6 H, класса прочности 12, из стали марки  
40X, с покрытием 01 толщиной 6 мкм , по ГОСТ 5915-70\*:

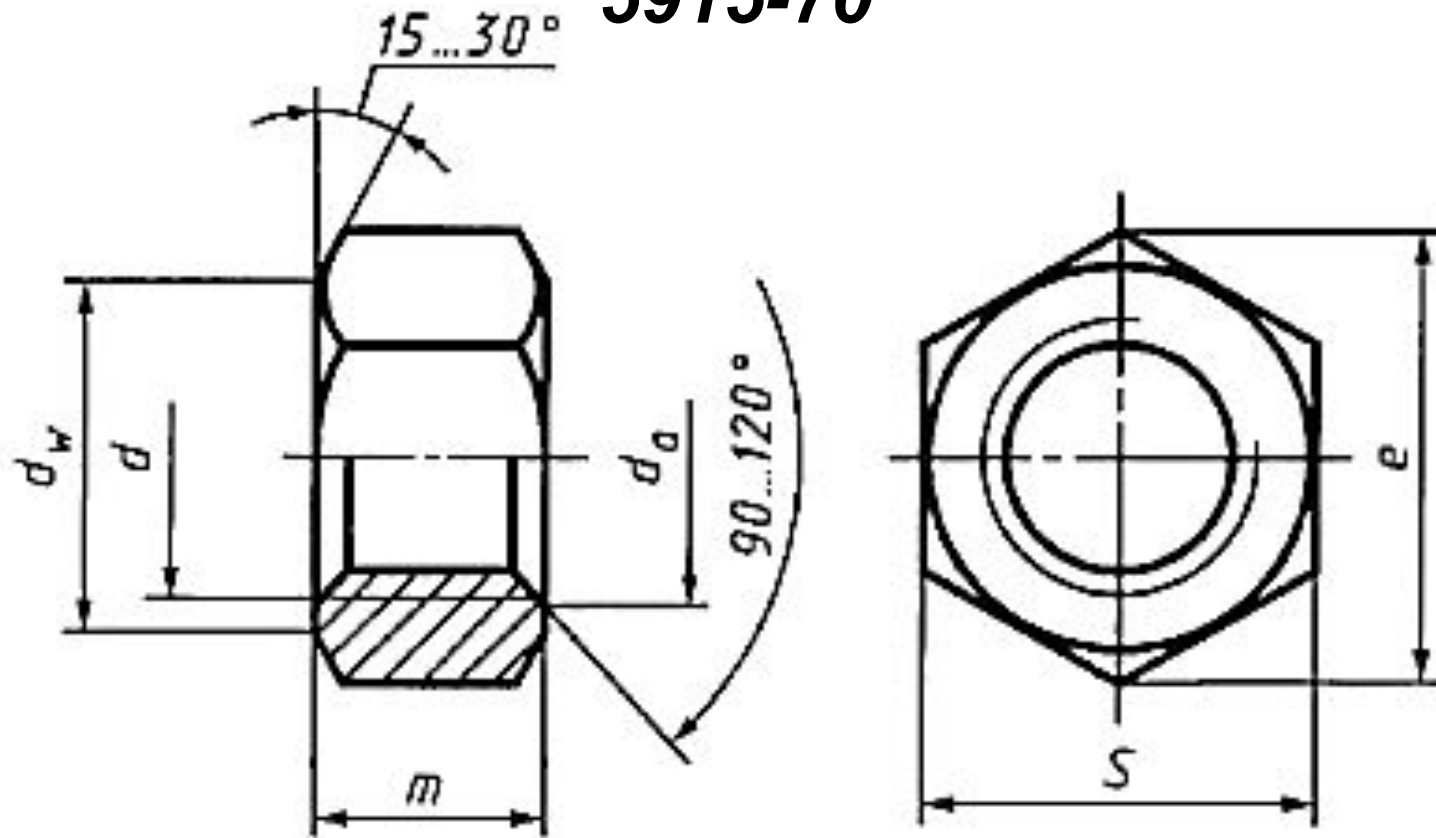
**Гайка 2М16х1,5-6H.12.40X.016 ГОСТ 5915-70**





# Чертеж гайки

## Гайка М... ГОСТ 5915-70



Расчетное задание -  
ЛИСТ



# Шайба

## шайба

деталь, закладываемая под гайку или головку болта (винта), не имеющая резьбы, с диаметром отверстия несколько большим диаметра стержня, сравнительно малой толщины



шайбы применяют для предохранения материала детали от задиров и смятия при затяжке гайки ключом и распределения усилий на соединяемые детали, а также, чтобы исключить возможность самоотвинчивания крепежной детали.

**Шайбы различают**

### **по форме**

круглые, косые, пружинные, стопорные и и т. д.

### **по точности изготовления**

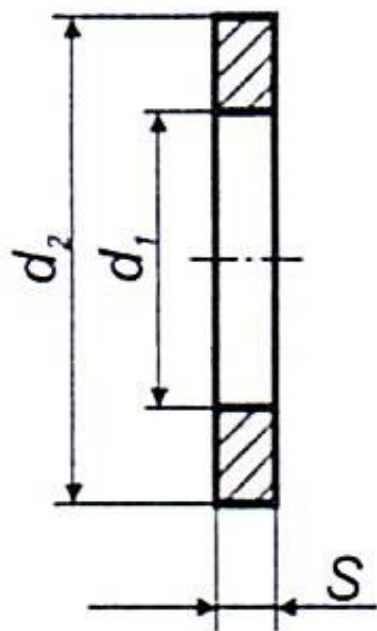
нормальной, грубой точности (классы точности А и С)

### **по исполнению**

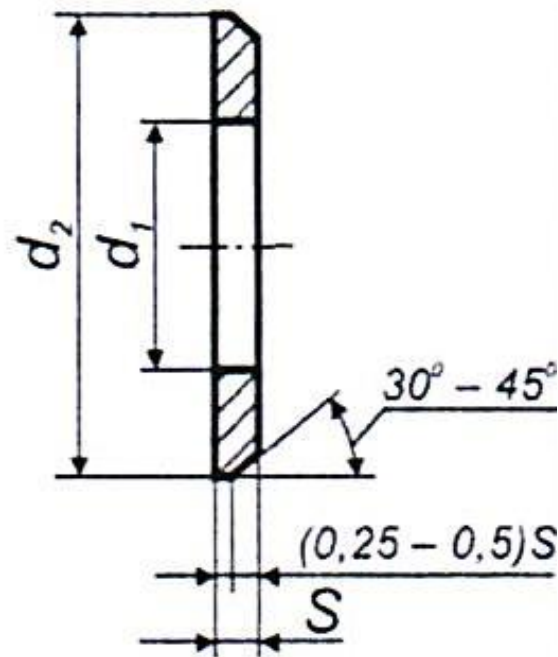
исполнение 1, исполнение 2

# Шайба

Исполнение 1



Исполнение 2



шайбы изготавливают: исполнения 1 – классов точности А и С и исполнения 2 – класса точности А

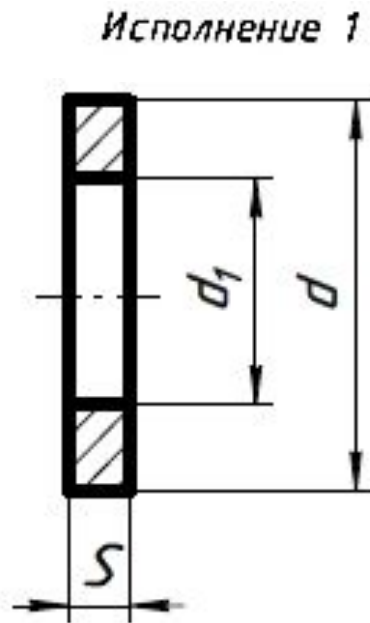
в таблице [4](#)

приведены данные на конструкцию и размеры круглых шайб по ГОСТ 11371-78\*



# Шайба

таблица 4 - Шайбы класса точности А по ГОСТ 11371-78  
(Размеры в миллиметрах)



Диаметр резьбы крепежной детали, $d$	$d_1$	$d_2$	$S$
16	17	30	3
18	19	34	3
20	21	37	3
22	23	39	3
24	25	44	4
27	28	50	4

## пример условного

## обозначения

шайба исполнения 1 класса точности А для  
крепежной детали с диаметром резьбы  $D = 16$  мм,  
без покрытия:

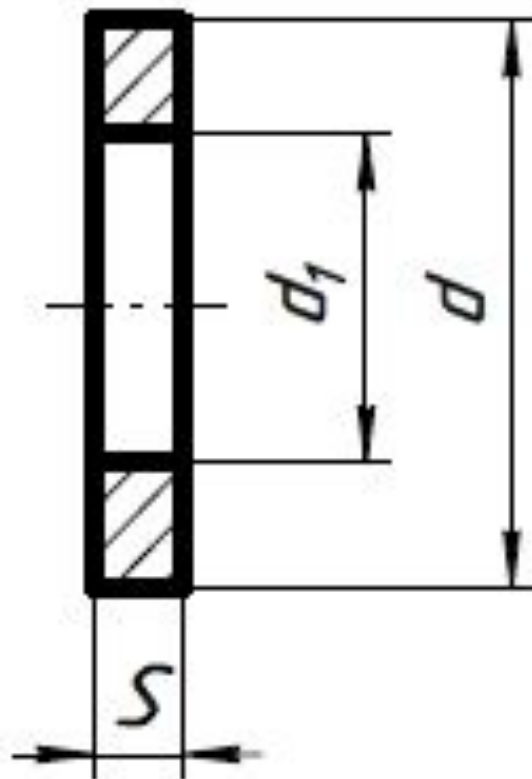
Шайба А 16 ГОСТ 11371-78

Расчет  
длины  
болта



# Чертеж шайбы

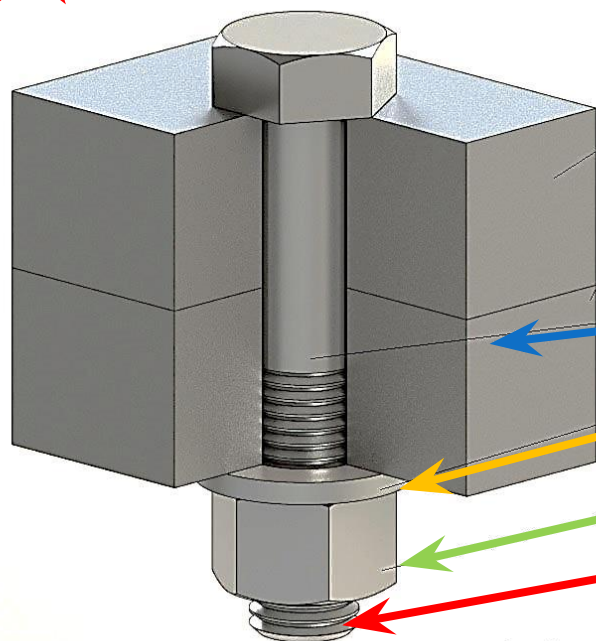
## Шайба А... ГОСТ 11371-78



Расчетное задание -  
ЛИСТ



# Болтовое соединение



СОСТОИТ ИЗ

скрепляемых деталей,

шайбы,

гайки,

болта

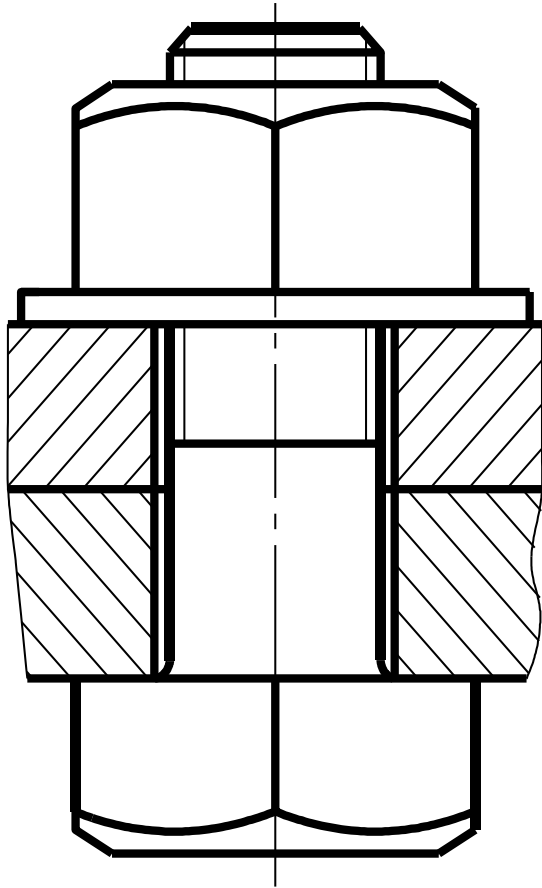
в соединяемых деталях сверлят сквозное отверстие, диаметром  $d_h$  несколько большим диаметра  $d$  стержня болта

сквозь отверстие пропускают болт и стягивают детали гайкой, накрученной на резьбовой конец стержня болта

чтобы не повредить соединяемые детали под гайку подкладывают шайбу



# Болтовое соединение



конструкцию соединения  
показывают в разрезе,  
при этом секущая плоскость  
проходит через ось болта

по ГОСТ 2.305-2008 болты, винты  
и шпильки в продольном разрезе  
изображаются **нерассеченными**

на сборочных чертежах  
нерассеченными показывают так  
же гайки и шайбы

наклон штриховки для одной и той же детали  
должен быть выполнен  
в одну сторону на всех изображениях с одинаковой частотой



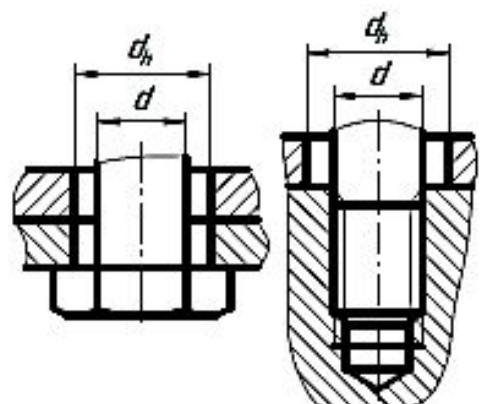
# Болтовое соединение

ГОСТ 11284-75 определяет диаметры сквозных отверстий в соединяемых деталях  $d_h$  (таблица)

диаметры сквозных отверстий в соединяемых деталях также можно определять из соотношения

$d_h = 1,1 d$ , где  $d$  диаметр стержня болта или шпильки

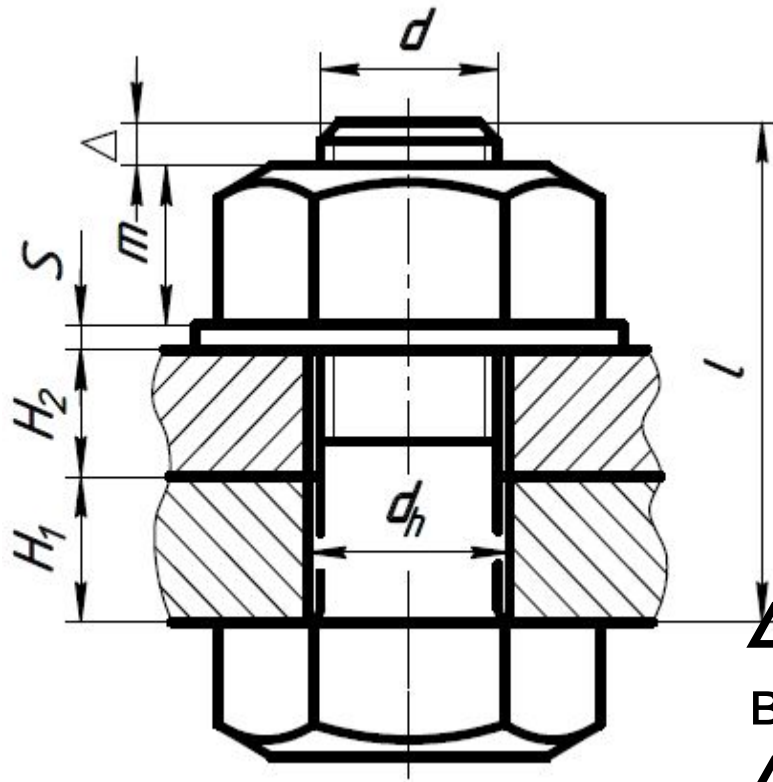
таблица 5 – Отверстия сквозные под крепежные детали по ГОСТ 11284-75 (Размеры в миллиметрах)

Диаметр стержня крепежной детали, $d$	16	18	20	22	24	27	
Диаметр сквозного отверстия, $d_h$	18	20	22	24	26	30	





# Расчет длины болта



Длина болта  $l$

(длина стержня до головки болта)

$$l \geq H_1 + H_2 + S + m + \Delta$$

$H_1$  и  $H_2$  – толщины соединяемых деталей, мм

$S$  – толщина шайбы, мм ([ГОСТ 11371-78](#))

$m$  – высота гайки, мм ([ГОСТ 5915-70](#))  
 $\Delta$  – свободный конец болта, выступающий из гайки, мм

$$\Delta = (2 \dots 3)P,$$

$P$  – шаг резьбы болта ([ГОСТ](#)

[7798-70](#))

полученное число сравнивают

с рядом длин болтов ([ГОСТ 7798-70](#))

и принимают ближайшую большую стандартную длину

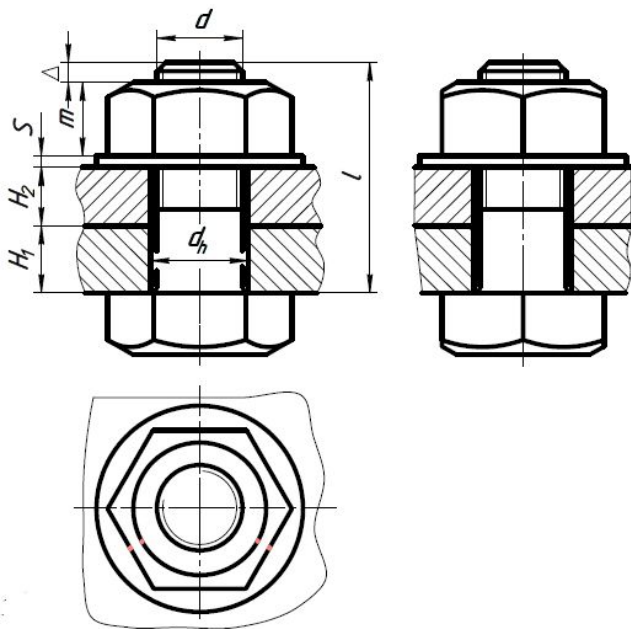
длину резьбы  $b$  выбирают по [ГОСТ 7798-70](#)



# Чертеж болтового соединения

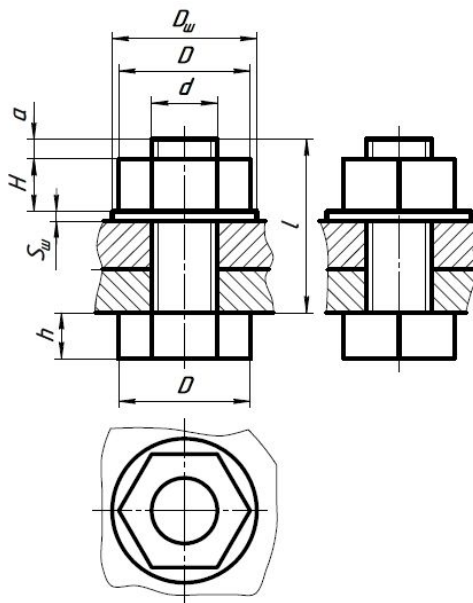
изображения крепежных деталей по ГОСТ 2.315-68

конструктивное



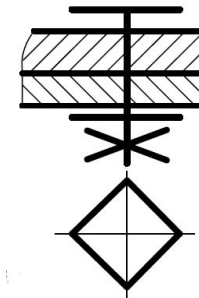
по размерам  
соответствующих  
стандартов

упрощенное



применяется  
на сборочных  
чертежах и чертежах  
общего вида

условное

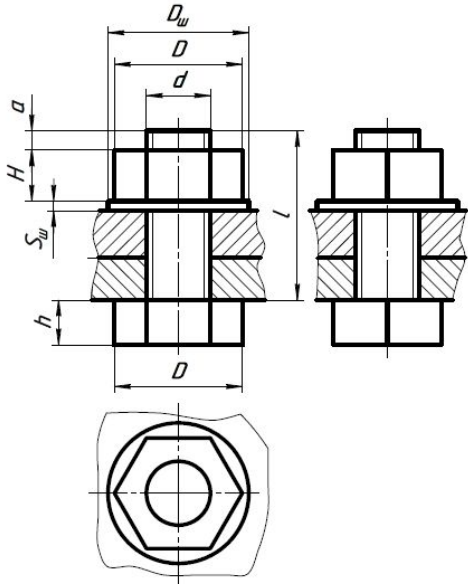


используют в том  
случае, если диаметр  
стержня крепежной  
детали на чертеже  
менее или равен 2 мм



# Чертеж болтового соединения

## упрощенное изображение болтового соединения



вычерчивается  
по условным  
соотношениям  
в зависимости  
от номинального диаметра  
резьбы болта  $d$

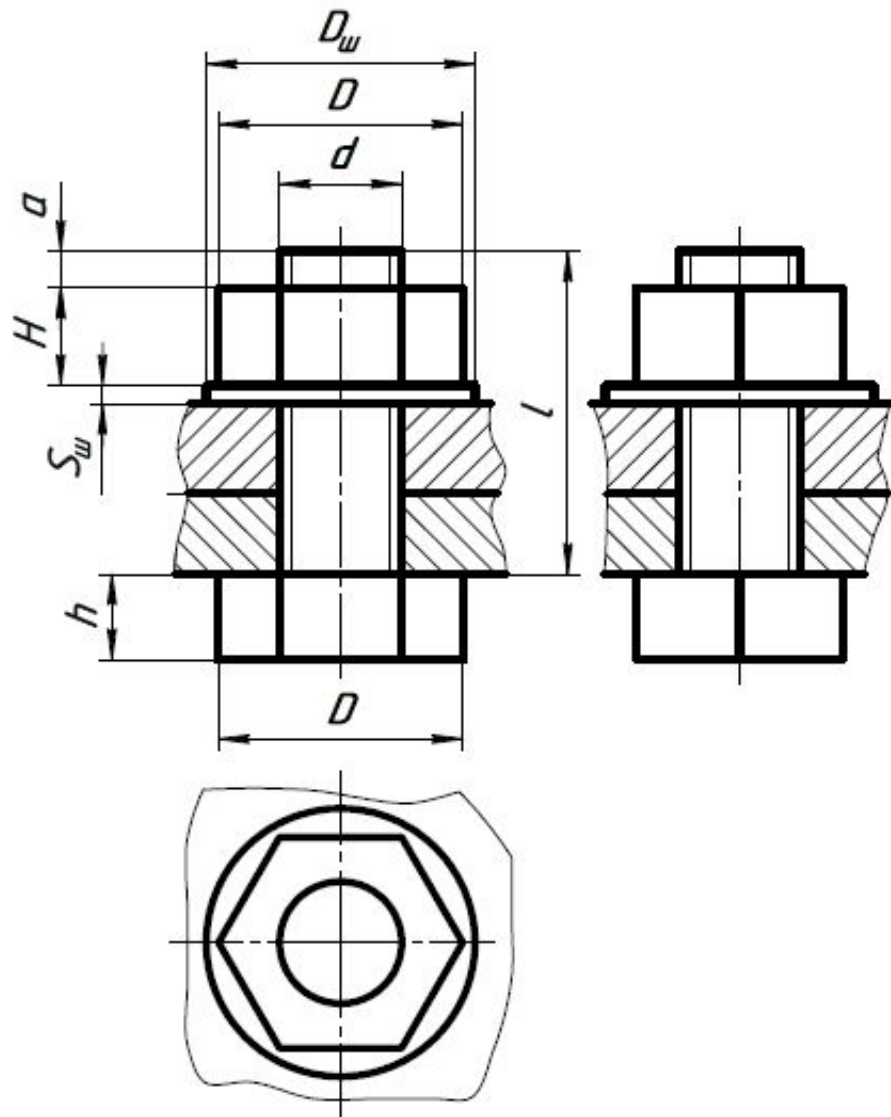
на упрощенном изображении болтового соединения  
**не изображают:**

- 1) фаски на стержне и головке болта, а также на гайке
- 2) зазор между стержнем болта и отверстием
- 3) резьбу изображают нарезанной на всей длине стержня болта
- 4) на виде, перпендикулярном оси стержня болта не изображают внутренний диаметр резьбы болта



# Чертеж болтового соединения

## упрощенное изображение болтового соединения



$d$  - диаметр стержня болта  
(основной параметр)

$D=2d$  - диаметр гайки и головки  
болта

$H=0,8d$  - высота гайки

$D_{ш} = 2,2d$  - наружный диаметр  
шайбы

$S=0,15d$  - высота шайбы

$h=0,7d$  - высота головки болта

$a = (0,25 \dots 0,5)d$  - величина выхода  
стержня болта из гайки

(реком

Расчетное задание -

ЛИСТ



# Литература

1) Кашкаров, Г.М. Соединения деталей: методическое пособие и справочный материал для студентов всех направлений очной, очно-заочной и заочной форм обучения. /

Г.М. Кашкаров, Е.Э. Баянова, Т.Е. Павлова, Е.Г. Шипулина; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2012. – 74 с.: ил.

Режим доступа:

<http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ngig/Kashkarov-sdetal.pdf>

2) Резьба. Болтовое и трубное соединения. Для студентов направления «Строительство». Задание к работе № 4.

методические указания / Е. Э. Баянова, Е. Г. Шипулина. — Барнаул: АлтГТУ, 2012.