

Пензенский государственный технологический университет

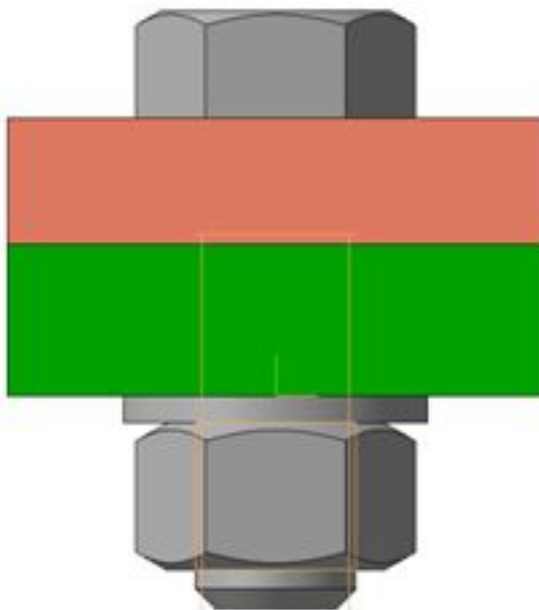
Кафедра прикладной информатики

**Тема №3. *Разъемные соединения***

**Занятие №1. *Соединение болтовое (расчет)***

Пенза -  
2016

**Болтовое соединение** включает болт, гайку и шайбу .



Для выполнения задания, по индивидуальному варианту, соответствующему порядковому номеру в журнале группы, необходимо выбрать  $t_1 + t_2$  толщину скрепляемых деталей 1; 2 и диаметр болта (табл.1).

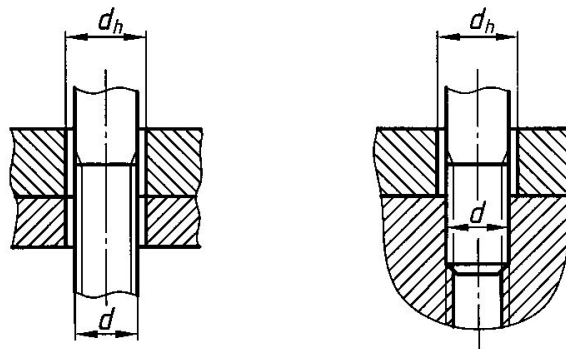
$$M18; t_1 + t_2 = 17+14$$

Таблица 1 Индивидуальные данные к выполнению задания «Крепежные изделия и соединения»

№ ва- риа- нта	Соединения						
	Болтовое		Шпилечное		Шпоночное		
	Диаметр болта ГОСТ 7798-70 <i>d</i>	Толщина скрепляе- мых деталей <i>t<sub>1</sub>+t<sub>2</sub></i>	Диаметр шпильки ГОСТ 22032-76 <i>d</i>	Толщина скрепляе - мой детали <i>t</i>	Тип шпон- ки	Диа- метр вала	Длина сту- пицы
1	M18	15+16	M8	10	Призм.	10	14
2	M20	16+18	M10	12	Призм.	12	18
3	M22	18+20	M12	14	Призм.	14	20
4	M24	20+22	M14	16	Сегм.	15	25
5	M27	22+25	M16	18	Сегм.	18	30
6	M30	25+27	M18	20	Призм.	20	32
7	M36	27+30	M20	22	Призм.	22	35
8	M6	6+8	M22	24	Призм.	24	35
9	M8	8+10	M24	27	Сегм.	26	40
10	M10	10+15	M27	30	Сегм.	30	45
11	M12	12+15	M30	35	Призм.	35	52
12	M14	14+16	M36	40	Призм.	40	60
13	M16	16+18	M10	15	Призм.	45	70
14	M18	18+20	M12	16	Сегм.	10	15
15	M20	20+22	M14	18	Сегм.	12	20
16	M22	22+25	M16	20	Призм.	60	95
17	M24	24+26	M18	28	Призм.	65	95
18	M27	24+26	M20	24	Призм.	70	105
19	M30	30+32	M22	25	Сегм.	14	20
20	M36	35+40	M24	30	Сегм.	20	30
21	M6	5+6	M30	40	Призм.	90	135
22	M10	8+10	M6	8	Призм.	110	165
23	M12	10+12	M8	12	Сегм.	22	30
24	M14	12+14	M10	14	Сегм.	24	35
25	M16	14+16	M12	15	Призм.	140	210
26	M18	16+18	M14	17	Призм.	50	75
27	M20	18+20	M16	20	Призм.	55	85
28	M22	20+22	M18	18	Сегм.	35	50
29	M24	22+24	M20	25	Сегм.	40	60
30	M27	25+27	M22	27	Призм.	75	115
31	M30	27+30	M24	25	Призм.	80	125
32	M36	30+36	M27	32	Призм.	120	190
33	M42	32+38	M30	32	Сегм.	6	10
34	M48	30+34	M36	38	Сегм.	8	12

В деталях должны быть просверлены отверстия под болт диаметром  $d_h$ , величина которого выбирается в зависимости от наружного диаметра резьбы болта (табл. 2)

Таблица 2. Отверстия сквозные под крепежные детали.  
Размеры **ГОСТ 11284-75**

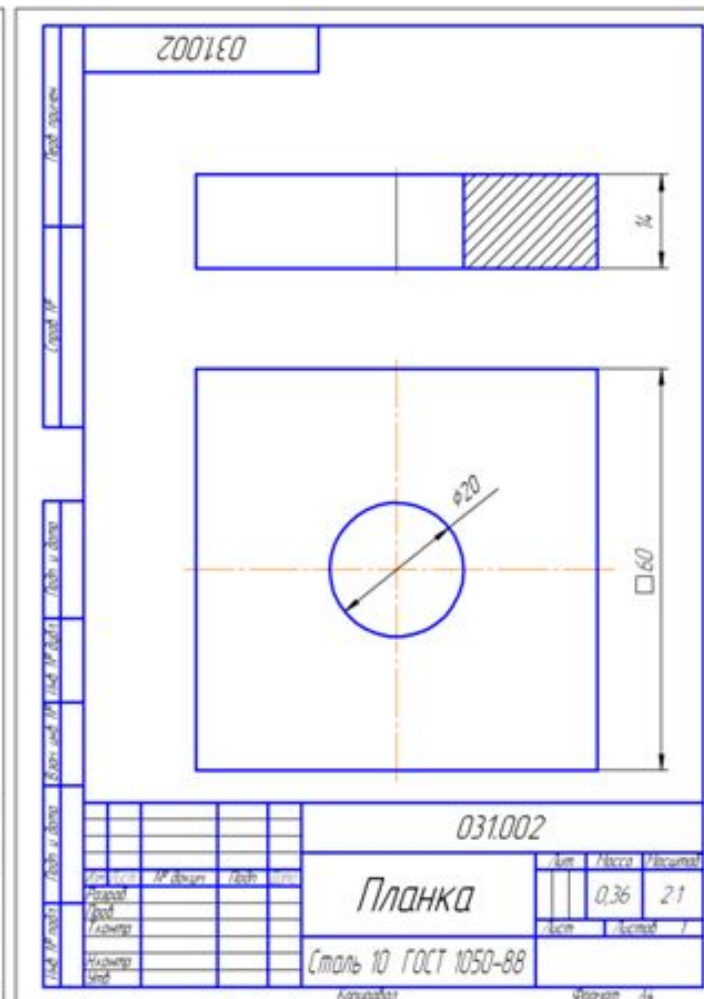
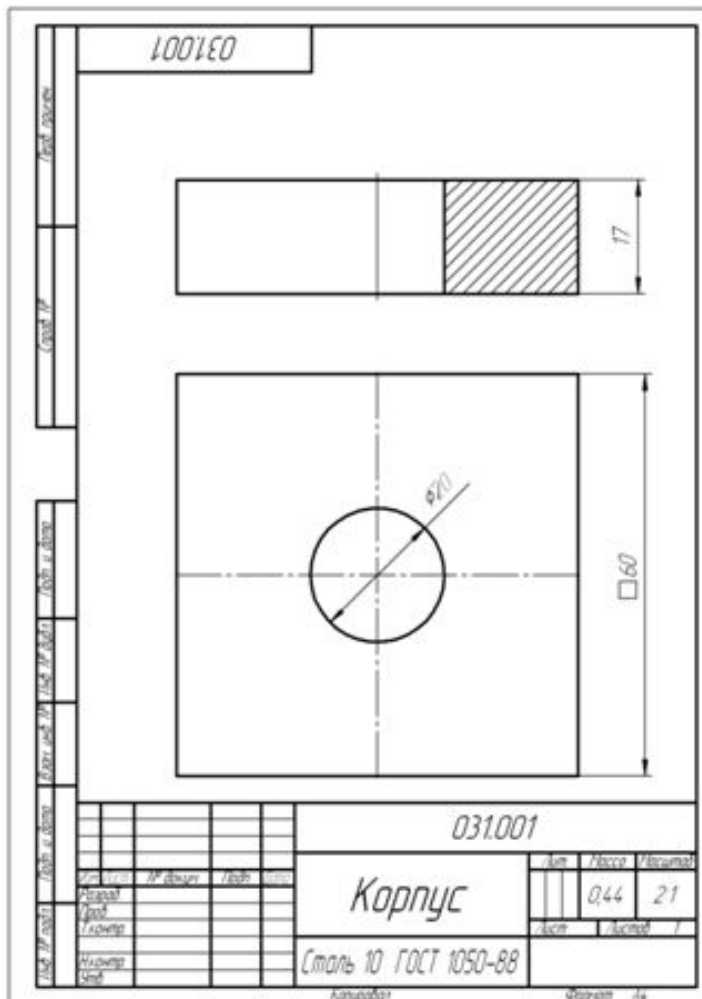


Диаметры стержней крепежных деталей $d$	Диаметры сквозных отверстий $d_h$
3,0	3,4
3,5	3,9
4,0	4,5
4,5	5,0
5,0	5,5
6,0	6,6
7,0	7,7
8,0	9,0
10	11,0
12	14,0 (13,5)
14	16 (15,5)
16	18,0 (17,5)

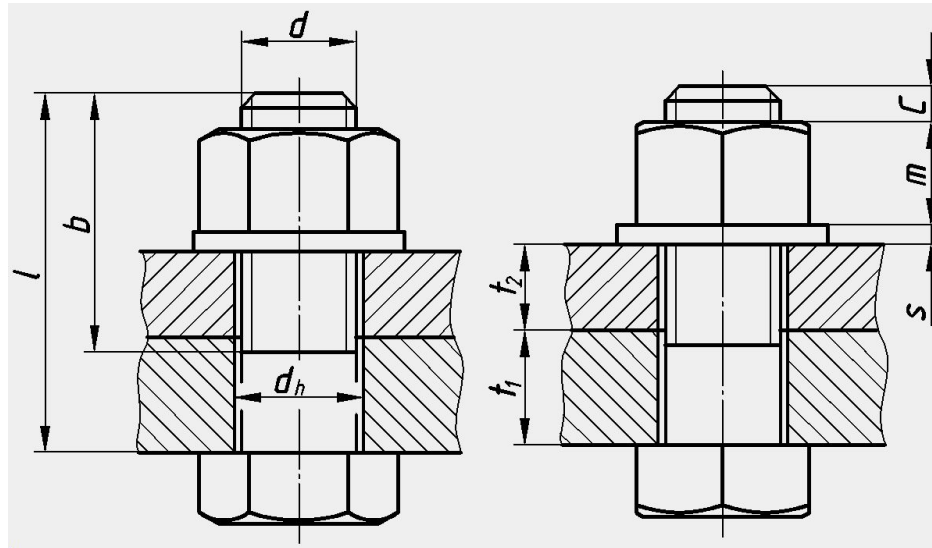
Диаметры стержней крепежных деталей $d$	Диаметры сквозных отверстий $d_h$
18	20
20	22
22	24
24	26
27	30
30	33
33	36
36	39
39	42
42	45
45	48
48	56

Примечание: Размеры в скобках применять не рекомендуется.

Ширина и длина деталей для всех вариантов одинакова: 60×60



Длина болта обычно не задается и ее определяют из расчета:



$$l_{\text{расч}} = t_1 + t_2 + S + m + C$$

где  $t_1 + t_2$  - толщина скрепляемых деталей;

$S$  – толщина шайбы, мм;

$m$  – высота гайки, мм;

$C$  - запас резьбы на выходе из гайки, мм;

Величина  $C$  выступающей над гайкой нарезанной части стержня болта принимается равной  $C=2P$ ; где  $P$  – шаг резьбы.

Нам дано:

1) метрическая резьба обозначается М18 ( 18 мм – наружный диаметр резьбы  $d$  шаг (P) - крупный (крупный шаг не указывается в обозначении резьбы и выбирается из табл.3)

P=2,5

2) толщина скрепляемых деталей из табл. 1

Таблица 3 Основные размеры метрической резьбы с крупным шагом.

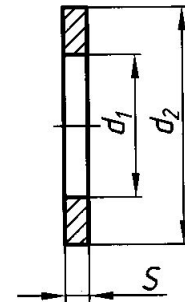
Номинальный диаметр резьбы	Шаг P	Диаметр резьбы			
		$d=D$	$d_2=D_2$	$D_1=d_1$	$D_3$
2,0	0,40	2,000	1,740	1,567	1,509
2,2	0,45	2,200	1,908	1,713	1,648
2,5	0,45	2,500	2,208	2,013	1,948
3,0	0,50	3,000	2,675	2,459	2,387
3,5	0,60	3,500	3,110	2,850	2,764
4	0,70	4,000	3,545	3,242	3,141
4,5	0,75	4,500	4,013	3,688	3,580
5	0,80	5,000	4,480	4,134	4,019
6	1	6,000	5,350	4,917	4,773
7	1	7,000	6,350	5,917	5,773
8	1,25	8,000	7,188	6,647	6,466
9	1,25	9,000	8,188	7,647	7,466
10	1,5	10,000	9,026	8,376	8,160
11	1,5	11,000	10,026	9,376	9,160
12	1,75	12,000	10,863	10,106	9,853
14	2	14,000	12,701	11,835	11,546
16	2	16,000	14,701	13,835	13,546
18	2,5	18,000	16,376	15,294	14,933
20	2,5	20,000	18,376	17,294	16,933
22	2,5	22,000	20,376	19,294	18,933
24	3	24,000	22,057	20,752	20,319
27	3	27,000	25,051	23,752	23,319
30	3,5	30,000	27,727	26,211	25,706
33	3,5	33,000	30,727	29,211	28,706
36	4	36,000	33,402	31,670	31,093
39	4	39,000	36,402	34,670	34,093
42	4,5	42,000	39,077	37,129	36,473
45	4,5	45,000	42,077	40,129	39,479
48	5	48,000	44,752	42,587	41,866

Выписываем из таблиц величины:  
**S = 3 мм** толщина шайбы (табл.4)

Таблица 4 Шайбы нормальные (ГОСТ 11371-78)

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали $d$	Шайбы нормальные		
	$d_1$	$d_2$	$S$
3	3,2	7	0,5
4	4,3	9	0,8
5	5,3	10	1,0
6	6,4	12,5	1,6
8	8,4	17	1,6
10	10,5	21	2,0
12	13	24	2,5
14	15	28	2,5
16	17	30	3
18	19	34	3
20	21	37	3
22	23	39	3
24	25	44	4
27	28	50	4
30	31	56	4
36	37	66	5
42	43	78	7
48	50	92	8

Исполнение 1





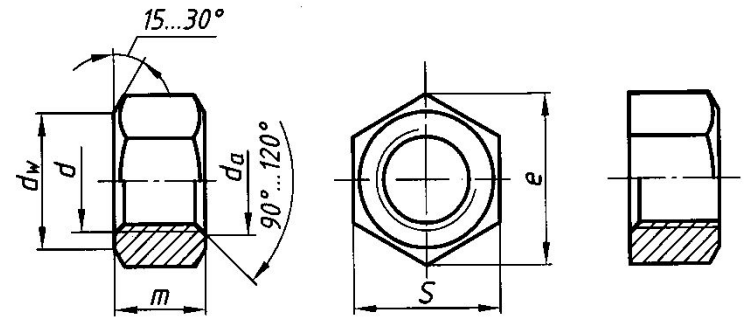
$m = 15$  высота гайки (табл. 5)

Таблица 5 Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915-70

Номинальный диаметр резьбы $d$	Шаг резьбы		Размер «под ключ» $S$	Диаметр описанной окружности $e$ , не менее	Высота $m$
	Крупный $P$	Мелкий $P$			
6	1	-	10	10,9	5
8	1,25	1	13	14,2	6,5
10	1,5	1,25	17	18,7	8
12	1,75	1,25	19	20,9	10
(14)	2	1,5	22	24,3	11
16	2	1,5	24	26,5	13
(18)	2,5	1,5	27	29,9	15
20	2,5	1,5	30	33,3	16
(22)	2,5	1,5	32	35,0	18
24	3	2	36	39,6	19
(27)	3	2	41	45,2	22
30	3,5	2	46	50,9	24
36	4	3	55	60,8	29
42	4,5	3	65	72,1	34
48	5	3	75	83,4	38

Исполнение 1

Исполнение 2



Примечание:

1 Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2 Размеры  $S$  и  $m$  – номинальные.

3  $d_w = (0,9-0,95)S$

4  $d_a \approx 1,05d$

Подставив полученные значения в формулу, найдем:

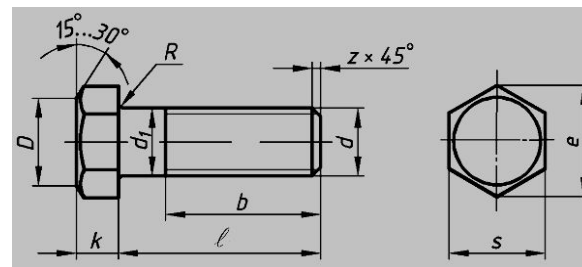
$$l_{расч} = 31 + 3 + 15 + 5 = 54 \text{ мм.}$$

Таблица 6 Длина болтов с шестигранной головкой(номинальной точности) по ГОСТ 7798-70

Номинальная длина болта $l$	Длина резьбы $b$ при номинальном диаметре резьбы (знаком "X" отмечены болты с резьбой на всей длине стержня).														
	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
8	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	18	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
25	18	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
(28)	18	22	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
30	18	22	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
(32)	18	22	26	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-
35	18	22	26	30	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
(38)	18	22	26	30	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
40	18	22	26	30	34	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-
45	18	22	26	30	34	38	X	X	X	X	X	X	-	-	-
50	18	22	26	30	34	38	42	X	X	X	X	X	X	-	-
55	18	22	26	30	34	38	42	46	X	X	X	X	X	X	-
60	18	22	26	30	34	38	42	46	50	X	X	X	X	X	-
65	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	X	X	X	X	X
70	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	X	X	X	X
75	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	X	X	X
80	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	X	X	X
(85)	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	X	X	X
90	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
(95)	-	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
100	-	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
(105)	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	X
110	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	X
(115)	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	120
120	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	120

Длина болта, как и все параметры крепёжных изделий, устанавливается стандартом, поэтому необходимо округлить расчетное значение длины болта (54 мм) в большую сторону. В данном случае

$l_{станд} = 55$ ,  
а длина резьбы  $b = 42$  мм (табл. 6)



**Примечание:**

1 Болты с размерами длин, заключёнными в скобки, применять не рекомендуется.

2 Болты, для которых  $l$  расположено над ломаной линией, допускается изготавливать с длиной резьбы до головки.

Расчётная длина болта:  $l_{расч} = t_1 + t_2 + S + m + C.$

$S$  – высота шайбы,

$m$  – высота гайки.

№	d	$t_1 + t_2$	квадрат	P шаг резьбы	$d_h$ отвер.	$l_{расч}$	$l$
1	M18	15+16	54	2.5	20	56.5	55
2	M20	16+18	60	2.5	22	60.5	60
3	M22	18+20	66	2.5	24	66.5	65
4	M24	20+22	72	3	26	74	75
5	M27	22+27	81	3	30	84	85
6	M30	25+27	90	3.5	33	90.5	90
7	M36	27+30	108	4	39	103	105
8	M6	6+8	18	1	6,6	23.6	25
9	M8	8+10	24	1.25	7,7	29.85	30
10	M10	10+15	30	1.5	11	38.5	38
11	M12	12+15	36	1.75	14	44.75	45
12	M14	14+16	42	2	16	49.5	50
13	M16	16+18	48	2	18	56	55
14	M18	18+20	54	2.5	20	63.5	65
15	M20	20+22	60	2.5	22	68.5	70
16	M22	22+25	66	2.5	24	75.5	75
17	M24	24+26	72	3	26	82	80
18	M27	24+26	81	3	30	85	85