

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Механика и конструирование машин»

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО РАЗДЕЛУ «СОЕДИНЕНИЯ»
В КУРСЕ «ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ
КОНСТРУИРОВАНИЯ»**

Учебно-методическое пособие

Уфа
2013

Приведены варианты заданий, информация о справочной литературе, выдержки из справочной литературы и краткие рекомендации по решению задач.

Предназначено для студентов всех форм обучения.

Составитель

Сулейманов А.С., доц., канд.техн.наук

Рецензент

Чистов Д. И., доц., канд.техн.наук

СОДЕРЖАНИЕ

1	Задачи по резьбовым соединениям	2
1.1	Болтовое соединение нагруженное поперечной силой и моментом, действующими в плоскости стыка	2
1.2	Винтовой съёмник с ходовой резьбой	4
1.3	Предварительно затягиваемое резьбовое соединение, нагружаемое внешней осевой силой	6
2	Задача по сварным соединениям	7
3	Задача по соединениям с гарантированным натягом	8
4	Справочная информация для выполнения РГР	9
5	Контрольные вопросы к задачам	14
	Список использованной литературы	16

1 ЗАДАЧИ ПО РЕЗЬБОВЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

1.1 Болтовое соединение нагруженное поперечной силой и моментом, действующими в плоскости стыка

Задача 1.

Рассчитать и подобрать стандартные болты для крепления кронштейна А к балке Б, если болты и соединяемые детали выполнены из стали 45 (термообработка, нормализация). $a=200$ мм, $b=220$ мм, $L = 250 + 500/N$ мм, где N - номер фамилии студента по журналу преподавателя. Коэффициент запаса затяжки обычного болта принять $K_3 = 1,5$.

Рассмотреть два варианта: а - болты призонные, б - болты обычные.

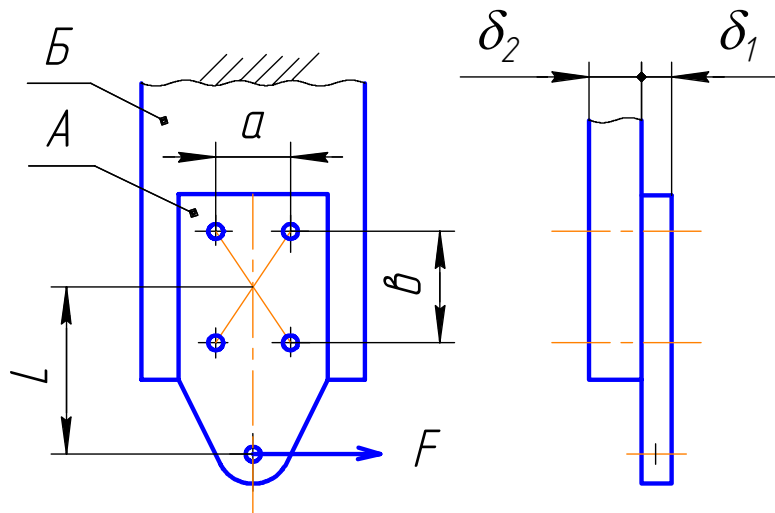


Рисунок 1.1

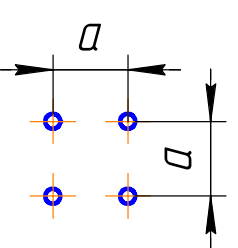
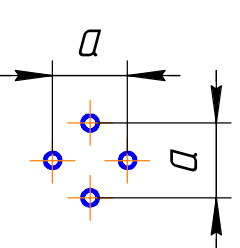
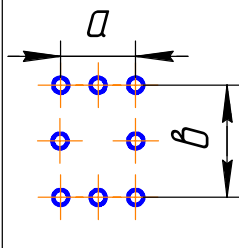
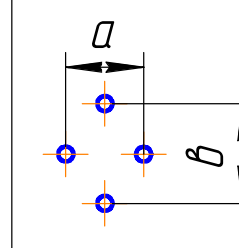
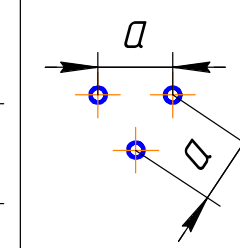
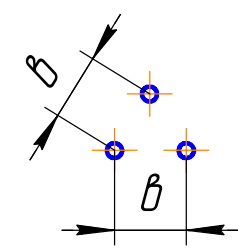
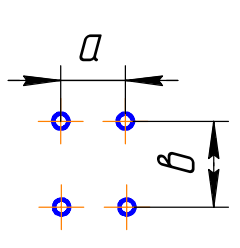
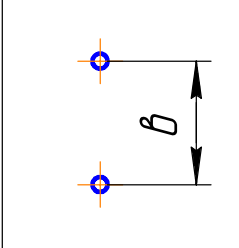
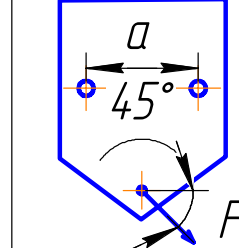
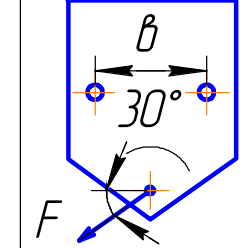
Таблица 1.1 – Значение силы F , кН

Для 1 группы	Для 2 группы	Для 3 группы
$F = N$	$F = N + 30$	$F = N + 60$
Примечание – N – номер фамилии студента по журналу преподавателя.		

Таблица 1.2 – Размеры кронштейна А и балки Б, мм

При $N = 1 \dots 10$	При $N = 11 \dots 20$	При $N = 21 \dots 30$
$\delta_1 = N + 10$	$\delta_1 = N + 20$	$\delta_1 = N + 30$
$\delta_2 = N + 15$	$\delta_2 = N + 25$	$\delta_2 = N + 35$

Таблица 1.3- Варианты расположения болтов в соединении

				
N = 1,11,21	N = 2,12,22	N = 3,13,23	N = 4,14,24	N = 5,15,25
				
N = 6,16,26	N = 7,17,27	N = 8,18,28	N = 9,19,29	N = 10,20,30

Примечания

1 Геометрические параметры: метрической резьбы [1, с.582] или [3, с.52]; призонных болтов [1, с.656-659]; обычных болтов [1, с.643-649].

2 Допускаемые напряжения для различных материалов [1, с.61-74] или [3, с.65].

3 Коэффициенты трения покоя и скольжения для различных пар трения [1, с.75-76].

4 Расшифровка стандартного обозначения болта [1, с.641].

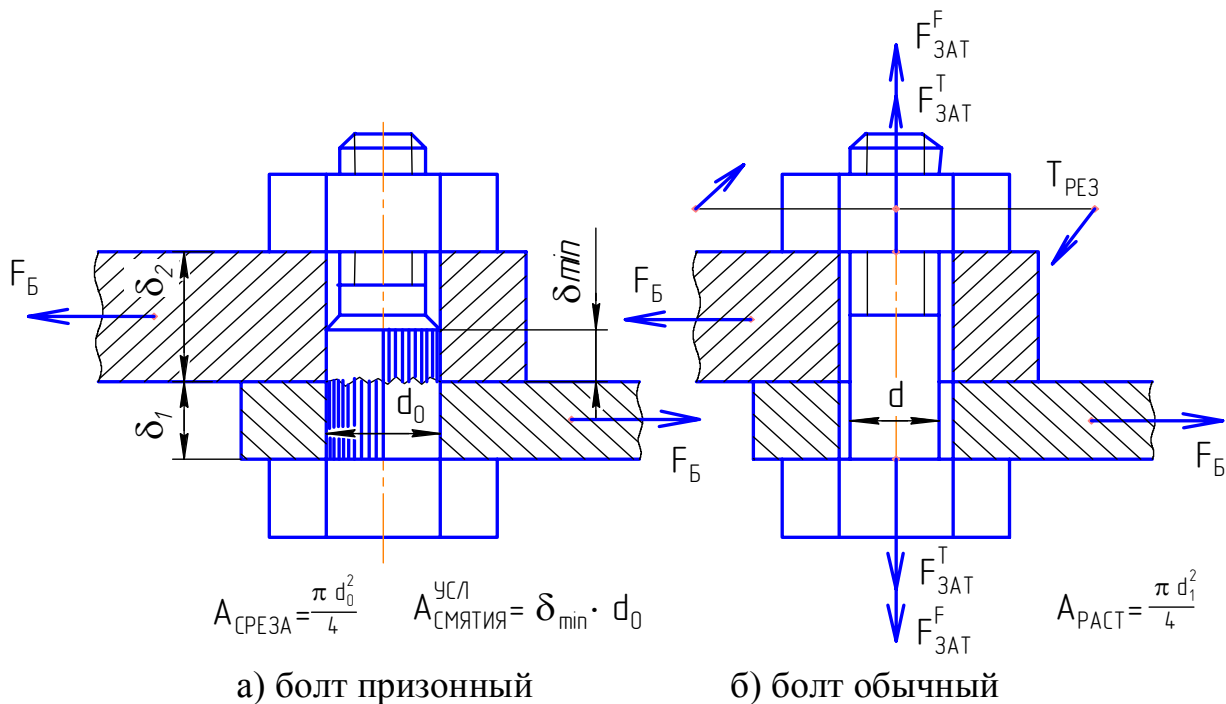


Рисунок 1.2

1.2 Винтовой съёмник с ходовой резьбой

Задача 2.

Рассчитать диаметр винта d и высоту гайки H съёмника, выдерживающего усилие распрессовки F . Определить длину рукоятки L , если усилие рабочего, приложенное на её конце, $F_{РАБ} = 200$ Н.

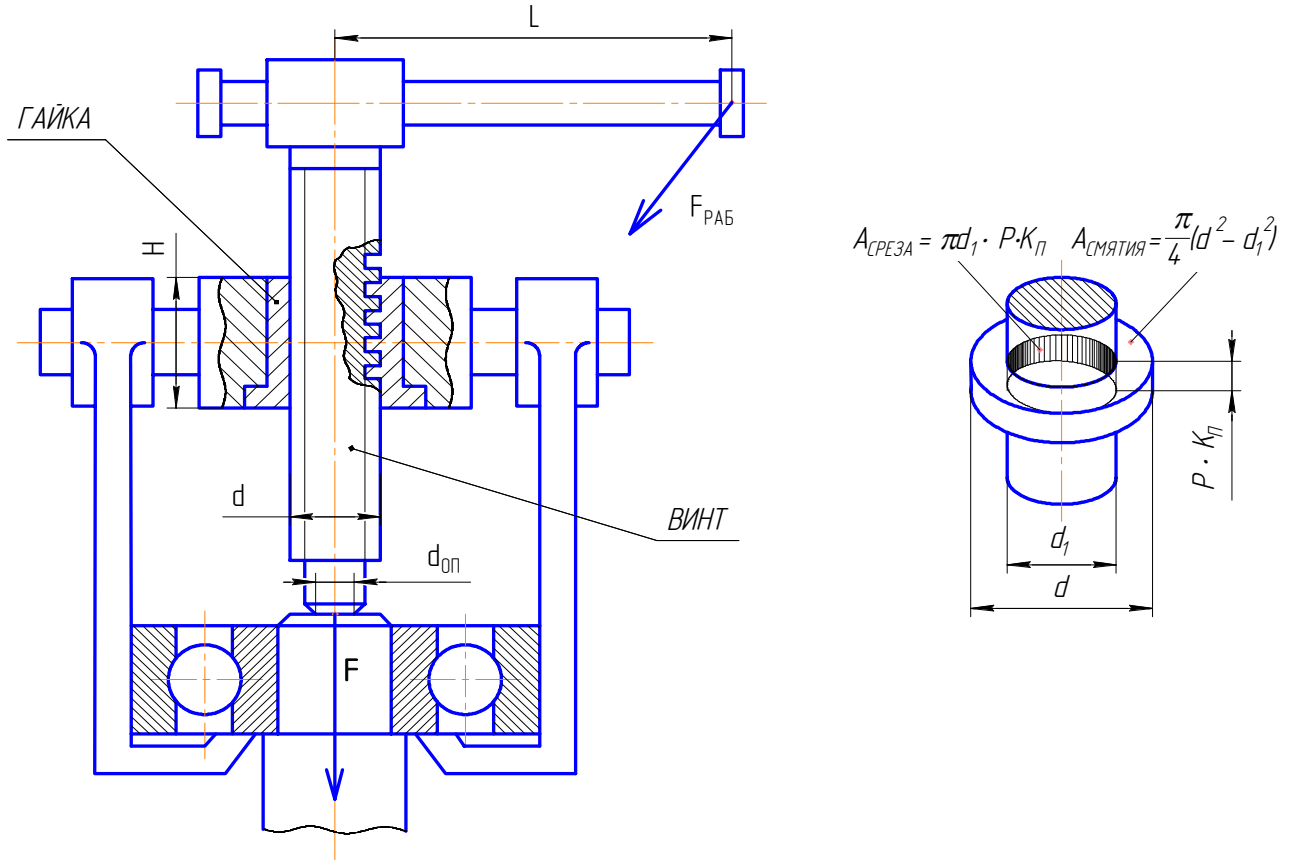


Рисунок 1.3

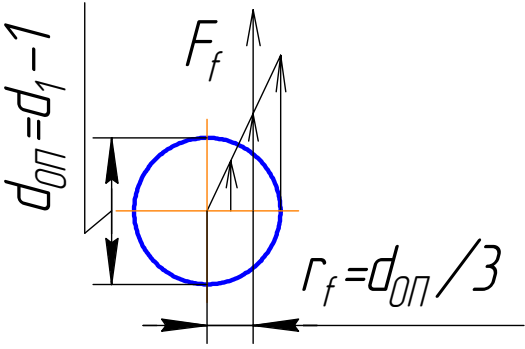
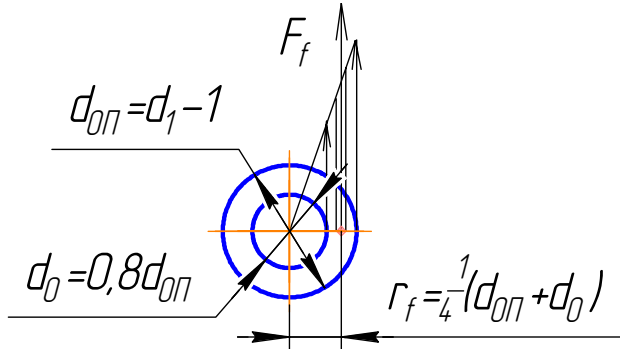
Таблица 1.4 – Профиль сечения резьбы

Для 1 группы	Для 2 группы	Для 3 группы
квадратный	трапецидальный [1,с.612]	упорная резьба [1,с.614]
$K_{\eta} = 0,5$	$K_{\eta} = 0,65$	$K_{\eta} = 0,75$
$\beta = 0^{\circ}$	$\beta = 15^{\circ}$	$\beta = 3^{\circ}$

Таблица 1.5 – Значение силы F, кН

Для 1 группы	Для 2 группы	Для 3 группы
$F = 4N$	$F = 4(N + 30)$	$F = 4(N + 60)$
Примечание – N – номер фамилии студента по журналу преподавателя.		

Таблица 1.6 – Форма опорной поверхности на конце винта

При чётном N	При нечётном N
<p>круг</p> 	<p>кольцо</p> 

Примечания

1 Материал винта – сталь Ст.3, гайки – бронза Бр. АЖ-9-4.

2 Для нестандартной прямоугольной резьбы принять: шаг резьбы $P \approx (0,2 \dots 0,25) d_2$ (округлить до целого чётного числа); число рабочих витков $Z_P \leq 10$; $d = d_2 + P/2$; $d_1 = d_2 - P/2$.

3 Допускаемое удельное давление на поверхности резьбы из условия износостойкости $[q]_{\text{Бронза-Сталь}} = 8 \dots 12 \text{ МПа}$ [3, с.65]. Допускаемое напряжение среза для бронзы $[\tau_{\text{ср}}]_{\text{Бронза}} = 25 \dots 35 \text{ МПа}$ [3, с.65].

4 Коэффициент высоты гайки $\psi_H = H/d_2 = 1,2 \dots 2,5$; коэффициент высоты профиля резьбы $\psi_h = h/P = 0,5$ -для квадратного и трапецеидального профилей, 0,75 -для профиля упорной резьбы.

5 Условие износостойкости ходовых резьб $q = \frac{F}{\pi d_2^2 \psi_H \psi_h} \leq [q]$. Найденный из этого неравенства d_2 округлить до целого числа мм, при использовании прямоугольной резьбы. При использовании трапецеидальной и упорной резьб – до стандартного значения [1, с.612-617].

1.3 Предварительно затягиваемое резьбовое соединение, нагружаемое внешней осевой силой

Задача 3.

Рассчитать диаметр винтов, крепящих крышку подшипника редуктора к корпусу при следующих исходных данных: коэффициент запаса затяжки $K_3 = 1,5$; число винтов Z , резьба винта – метрическая. Винт, шайба, крышка подшипника и прокладка - изготовлены из стали 10 (термообработка нормализация). При действии нагрузки F_X на крышку, стык между корпусом и фланцем не должен раскрываться.

Принять: $H = 0,7 d$, $L = 1,5 d$, $a = d$, $h = 0,25 d$, диаметр отверстий в крышке $d_{отв} = d + 1$ мм, наружный диаметр шайбы $D = 1,5 d$, где d – наружный диаметр резьбы винта.

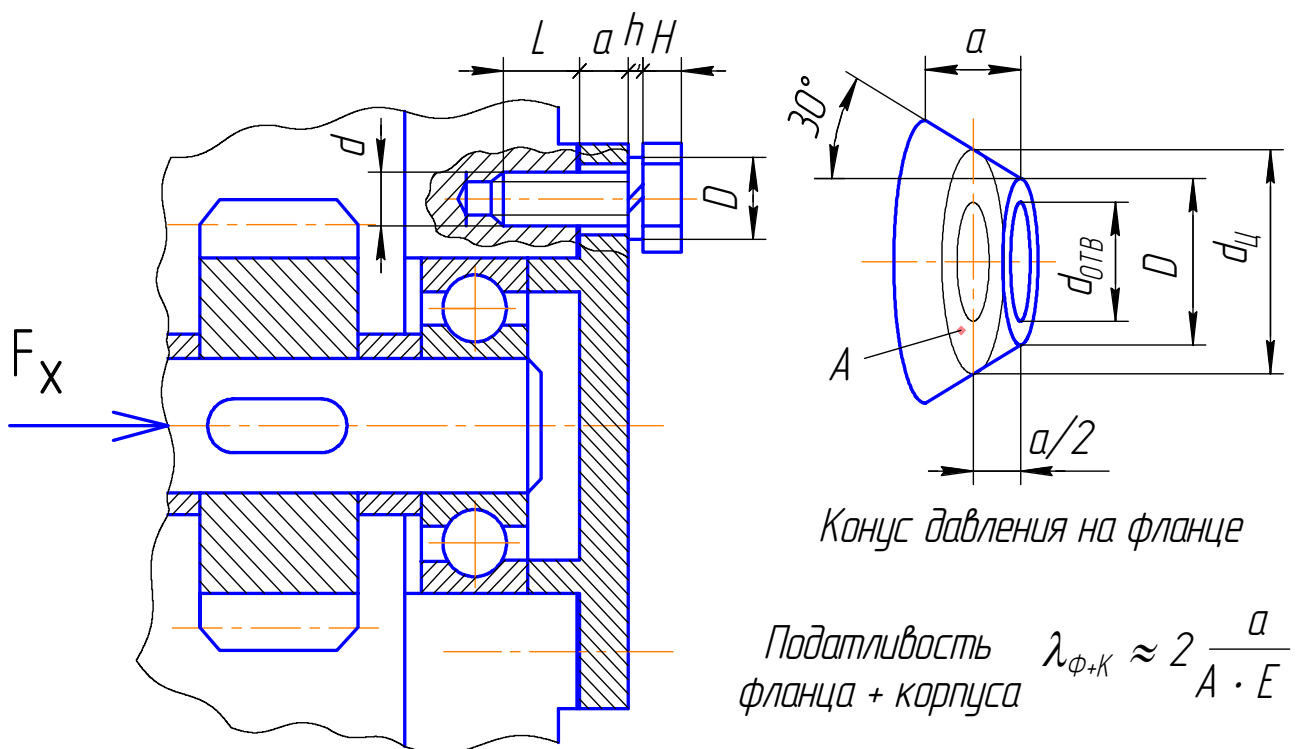


Рисунок 1.4

Таблица 1.7 – Значение осевого усилия F_X , кН

Для 1 группы	Для 2 группы	Для 3 группы
$F_X = 8$ кН, при числе винтов $Z = 4$	$F_X = 12$ кН, при числе винтов $Z = 4$	$F_X = 24$ кН, при числе винтов $Z = 6$

Примечания

1 При неконтролируемой затяжке $[\sigma_p]_I = \sigma_T / (3 \dots 4)$, при контролируемой затяжке $[\sigma_p]_I = \sigma_T / (1,2 \dots 1,5)$ [3, с. 65].

2 Модуль упругости материала крышки $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа [1, с.34].

3 Податливость головки винта принять $\lambda_{ГВ} = 0,15 / (E \cdot H)$; податливостью прокладки пренебречь; податливость шайбы отнести к податливости системы винта.

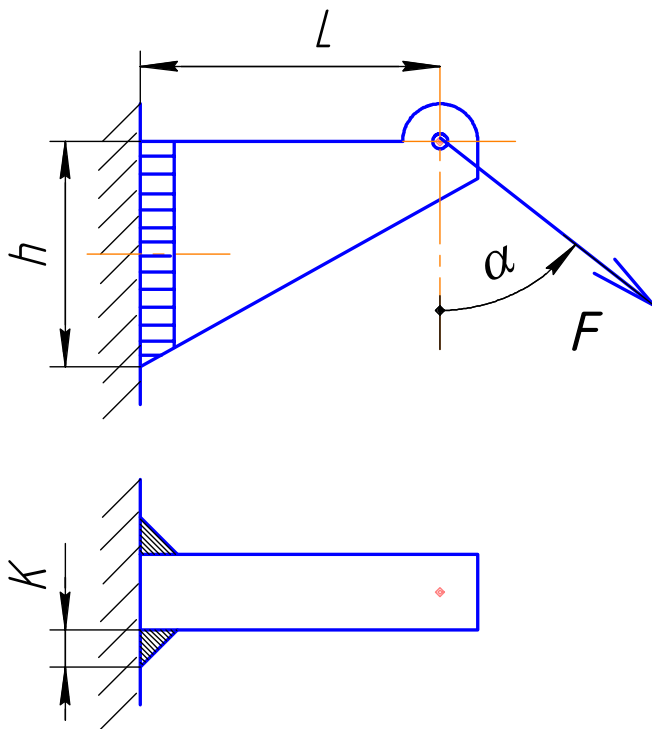
4 При $a \leq d$ допускается конус давления заменять эквивалентным цилиндром давления.

5 При $L = 1,5d$ податливость корпуса можно принять примерно равной податливости фланца крышки подшипника, поэтому предварительное значение коэффициента внешней нагрузки χ задать равным 0,25.

2 ЗАДАЧА ПО СВАРНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

Задача 4.

Проверить прочность шва сварного соединения прямоугольной балки с колонной, если: нагрузка $F, \text{кН}$ – постоянная, катет шва $K = 6$ мм, $h = 150 + 10N$ мм, $\alpha = 360^\circ / N$, $L = 200 + 300 / N$ мм, где N – номер фамилии студента по журналу преподавателя. Материал свариваемых деталей сталь Ст 3. Сварка ручная дуговая электродом Э 42. Шов не подвергается дополнительной термобработке.



$$A_{\text{СРЕЗА}} = 0,7K \cdot h \cdot 2$$

$$W_{\text{ШВА}} = 2 \cdot \frac{0,7K \cdot h^2}{6}$$

$$\vec{\tau}_{\text{СРЕЗА}}^{\Sigma} = \vec{\tau}^{\text{ГОР}} + \vec{\tau}^{\text{ВЕРТ}} + \vec{\tau}^{\text{М}}$$

$$\tau_{\text{СРЕЗА}}^{\Sigma} \leq [\tau_{\text{СРЕЗА}}]_{\text{Ст3}}'$$

Рисунок 2.1.

Таблица 2.1 – Значение усилия F , кН

Для 1 группы	Для 2 группы	Для 3 группы
$F = 2N$, кН,	$F = 2(N+30)$, кН,	$F = 2(N+60)$, кН,
Примечание – N – номер фамилии студента по журналу преподавателя.		

Примечание – Допускаемое напряжение среза для сварного шва [2, с.149].

3 ЗАДАЧА ПО СОЕДИНЕНИЮ С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ

Задача 5.

Подобрать посадку соединения венца червячного колеса с гарантированным натягом с центром A . Соединение нагружено вращающим моментом T , Нм и осевой силой F_x , Н. Коэффициент запаса сцепления принять $K_C = 1,5$.

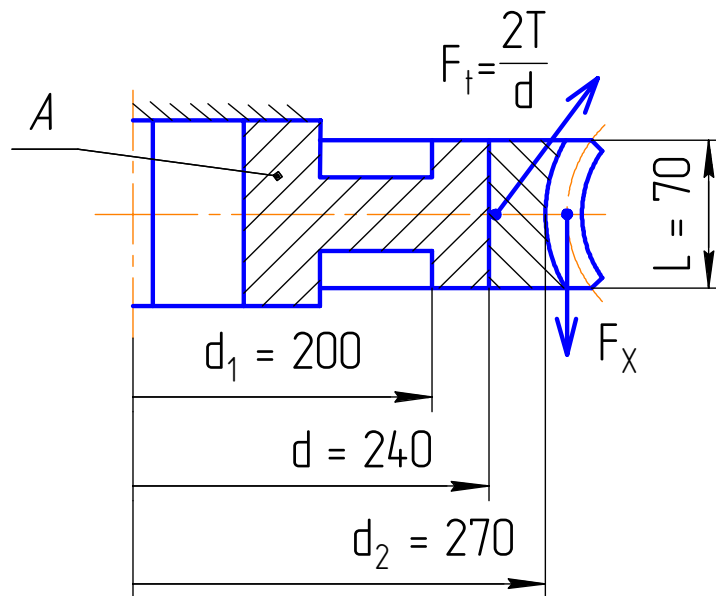


Рисунок 3.1.

Таблица 3.1 – Значения осевого усилия F_x , Н и вращающего момента T , Н·м

Для 1 группы	Для 2 группы	Для 3 группы
$F_x = 1000 + 500/N$, Н	$F_x = 1000 + 500/(N+30)$, Н	$F_x = 1000 + 500/(N+60)$, Н
$T = 400 + 120/N$, Н·м	$T = 400 + 120/(N+30)$, Н·м	$T = 400 + 120/(N+60)$, Н·м
Примечание – N – номер фамилии студента по журналу преподавателя.		

Примечания

1 Пример расчета прессового соединения см. в [3, с. 46].

2 Материалы: центр колеса – чугунное литье марки СЧ18 ($\sigma_B = 180$ МПа);
венец – оловянная бронза Бр010Ф1 (предел текучести $\sigma_{T2} = 170$ МПа).

3 Коэффициент трения пары бронза – чугун со смазкой $f = 0,05$.

4 Модуль упругости: для чугуна $E_1 = 130000$ МПа, для бронзы $E_2 = 110000$ МПа. Коэффициент Пуассона: для чугуна $\gamma_1 = 0,25$, для бронзы $\gamma_2 = 0,33$ [1, с. 34].

5 Шероховатость поверхности центра $R_{Z1} = 10$ мкм, венца $R_{Z2} = 6,3$ мкм.

$$6 \quad \varnothing 240 \frac{H7}{r6} \left(\begin{array}{c} +0,046 \\ \frac{\quad}{+0,113} \\ +0,084 \end{array} \right); \quad \varnothing 240 \frac{H7}{S6} \left(\begin{array}{c} +0,046 \\ \frac{\quad}{+0,169} \\ +0,140 \end{array} \right); \quad \varnothing 240 \frac{H7}{t6} \left(\begin{array}{c} +0,046 \\ \frac{\quad}{+0,225} \\ +0,196 \end{array} \right).$$

4 СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РГР

Таблица 4.1 – Допускаемые напряжения [1, с. 61-74]

Напряжения в МПа

Вид деформации	Растяжение			Срез			Смятие		Изгиб			$\sigma_{ВР}$,	σ_T ,
	Цикл напряжения	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	І	ІІ		
Сталь Ст 3	125	90	70	75	50	40	190	135	150	110	85	380	230
Сталь 10 нормализация	110	80	60	65	45	35	165	120	145	100	75	340	210
Сталь 45 нормализация улучшение закалка в масле	200	140	110	125	85	65	300	210	240	175	135	610	360
	240	170	135	145	105	80	360	260	290	215	170	750	450
	300	210	160	185	125	95	450	310	360	260	200	900	650
Чугун СЧ 15	33	20	14				$0,45\sigma_B$		60	35	25	150	
	40	25	18				$0,45\sigma_B$		66	41	30	180	

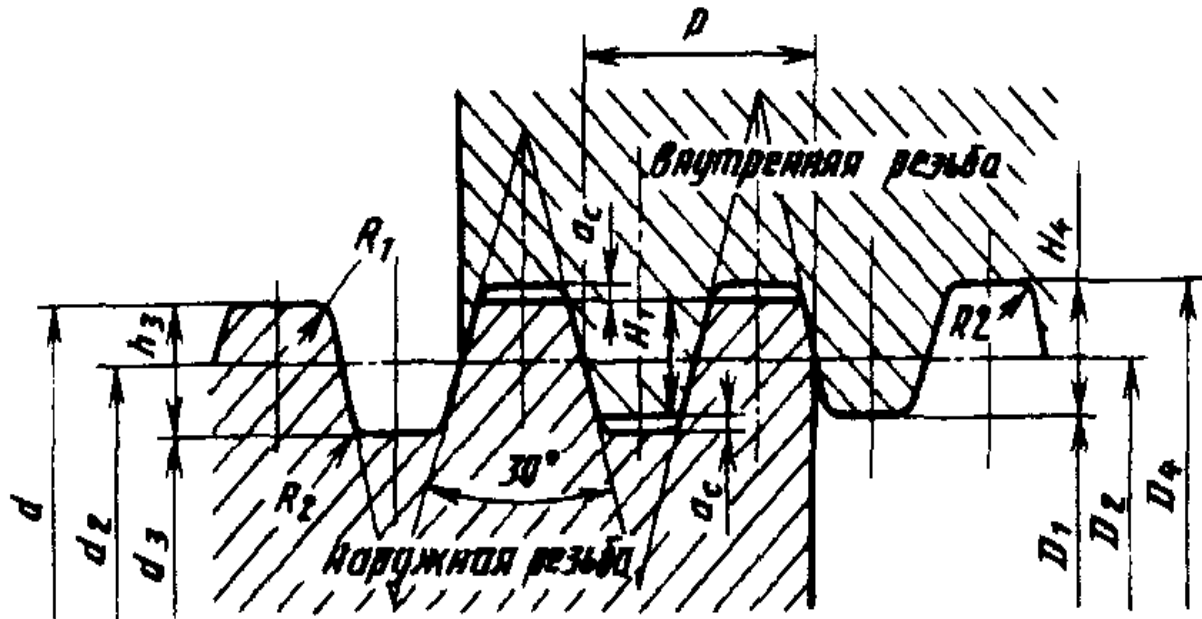
Таблица 4.2 – Коэффициент Пуассона и модуль упругости [1, с. 34]

Материалы	Коэффициент Пуассона ν	Модуль упругости E , МПа
Сталь	0,30	$2,1 \cdot 10^5$
Бронза	0,33	$1,1 \cdot 10^5$
Чугун	0,25	$1,3 \cdot 10^5$

Таблица 4.3 – Болты призонные по ГОСТ 7817-80 [1, с.656-659]

$d_{ГОСТ}$	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
$d_0^{ГОСТ}$	7	9	11	13	17	21	25	32	38	44	50
$l_B^{ГОСТ}$	$l_0^{ГОСТ}$										
20	8										
25	13										
30	18	15									
35	23	20	17	13							
40	25	22	20	18							
45	30	27	25	23	17						
50	35	32	30	28	22						
55	40	37	35	33	27	23					
60	45	42	40	38	32	28	22				
65	50	47	45	43	37	33	27				
70	55	52	50	48	42	38	32				
75	60	57	55	53	47	43	37	25			
80		62	60	58	52	48	42	30			
90			70	68	62	58	52	40	35		
100			80	78	72	68	62	50	45		
110			85	82	78	72	65	60	55	45	
120			95	92	88	82	75	70	65	55	50
130				102	98	92	85	80	75	65	60
140				112	108	102	95	90	85	75	70
150				122	118	112	105	100	95	85	80
160				132	128	122	115	110	105	95	90
170				142	138	132	125	120	115	105	100
180				152	148	142	135	130	125	115	110
190					158	152	145	140	135	125	120
200					168	162	155	150	145	135	130

Геометрические параметры трапецеидальной резьбы приведены на рисунке 4.1 и таблице 4.7 [1, с. 612].



$$d_2 = d - P / 2 ; H_1 = P / 2 ; D_1 = d - P$$

Обозначение резьбового соединения: Tr 50 x 8 – 7H/6e , где 50 – номинальный наружный диаметр в мм, 8 – шаг в мм, 7H/6e – поля допусков.

Рисунок 4.1

Таблица 4.7 – Диаметры и шаги трапецеидальной резьбы по ГОСТ 24737-81

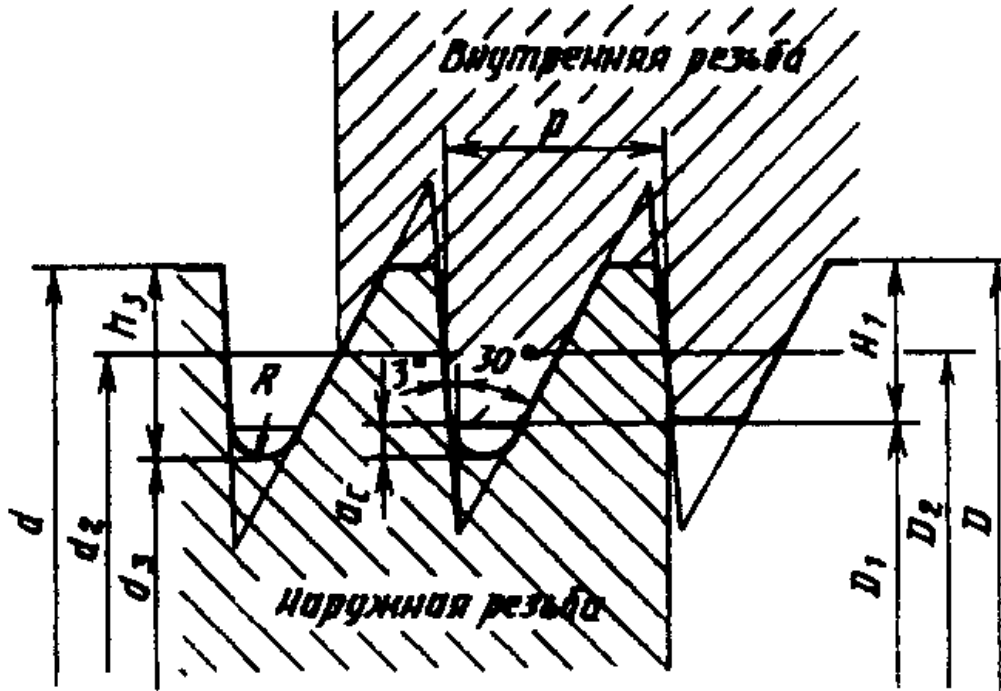
Размеры в миллиметрах

Номинальный диаметр d	14	16;18; 20	22;24; 26;28	30;32; 34;36	38;40; 42	44	46;48; 50;52
Шаг P	2;3	2;4	2;3; 5;8	3;6; 10	3;6; 7;10	3;7; 8;12	3;8; 12

Продолжение таблицы 4.7

Номинальный диаметр d	55;60	65;70; 75;80	85;90; 95	100; 110	120; 130	140	150
Шаг P	3;8;9; 12;14	4;10; 16	4;5;12; 18;20	4;5; 12;20	6;14;16; 22;24	6;14; 16;24	6;16; 24

Геометрические параметры упорной резьбы приведены на рисунке 4.2 и таблице 4.8 [1, с. 614].



$$d_2 = d - 0,75 P ; H_1 = 0,75 P ; D_1 = d - 1,5 P ; d_3 = d - 1,736 P$$

Обозначение резьбового соединения: S 50 x 8 – 7AZ/6h , где 50 – номинальный наружный диаметр в мм, 8 – шаг в мм, 7AZ/6h – поля допусков.

Рисунок 4.2

Таблица 4.8 – Номинальные диаметры упорной резьбы в зависимости от шага по ГОСТ 10177-82

Размеры в миллиметрах

Шаг P	Номинальный диаметр резьбы d, D
2	10,12,14*,16,18*,20,22*,24,26*,28
3	30*,32,36,40,44,50,55*,60
4	65*,70,80,100
5	22*,24,26*,28,90,100,110*
6	30*,32,36,40,120,140,160
8	22*,24,26*,28,44,50*,55*,60,160,180
10	30*,32,36,40,70,80,200,220

Продолжение таблицы 4.8

Шаг P	Номинальный диаметр резьбы d, D
12	44,50*,55*,60,90,100,110*,250*,280,320*,360*,400
16	65*,70,80,120,140,160,500
20	85*,90,100,110*,180,200,220,560*,580
24	120,140,160,250*,280,600*,620,640*
32	180,200,220
40	250*,270,280,300
48	320*,360*,380,400*
Примечания 1 * Второй ряд диаметров. 2 Первый ряд следует предпочесть второму.	

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАДАЧАМ

Контрольные вопросы к задаче 1:

- 1 Изобразите соединение двух деталей призонным болтом и обычным.
- 2 Какие напряжения учитывают при расчете на прочность стержня призонного болта и обычного?
- 3 Покажите в пояснительной записке, как вы учли наличие в стержне обычного болта напряжения кручения?
- 4 В каком месте обычного болта приложен крутящий момент, вызывающий в стержне напряжения кручения? Что это за момент? Как он возникает?
- 5 Покажите место, в котором срезается стержень призонного болта и где сминается.
- 6 Как найти площадь среза и условную площадь смятия стержня призонного болта? Как найти для соединения призонным болтом минимальную высоту площадей смятия δ_{\min} (покажите на чертеже).
- 7 Как нашли наиболее нагруженный призонный болт? Какая по величине сила действует на левый верхний призонный болт? Как найти вектор этой силы?
- 8 Покажите наиболее нагруженное сечение стержня обычного болта.
- 9 Укажите рациональное соотношение между a и b при заданном направлении F , т.е., что должно быть больше: a или b ?

10 С какой стороны должен вставляться призонный болт: со стороны тонкого или толстого листа?

11 Как формируются цифры в обозначении класса прочности болта ?

Контрольные вопросы к задаче 2:

1 В этой задаче резьба ходовая или крепежная? Как их отличить?

2 На что рассчитываются витки ходовой резьбы и витки крепежной?

3 Почему витки ходовой резьбы не рассчитываются по напряжениям смятия?

4 Покажите, в каком месте расчета вы обеспечили износостойкость ходовой резьбы, а где прочность витков на срез?

5 Из каких моментов складывается момент заворачивания винта $T_{зав}$?

6 Как связаны между собой угол трения ρ и коэффициент трения f ?

7 В каких случаях в формулу для определения момента сопротивления резьбы подставляется угол трения ρ , а когда приведенный угол трения ρ^I ? Чем они отличаются?

8 Какие напряжения возникают в сечениях стержня винта ниже гайки и выше гайки?

9 Почему в формулу для определения напряжения среза в витках гайки введены: коэффициент полноты резьбы $K_{п}$ и коэффициент, учитывающий неравномерность распределения осевой нагрузки по виткам гайки $K_{г}$? От чего зависят эти коэффициенты ?

Контрольные вопросы к задаче 3:

1 Как определить полную нагрузку на болт $F_{б}$ в предварительно затягиваемых резьбовых соединениях?

2 Как определить усилие предварительной затяжки болта $F_{зат}$?

3 По какой формуле определяется податливость цилиндрического стержня λ ?

4 От чего зависит коэффициент внешней нагрузки χ ?

5 Как найти податливость винта $\lambda_{в}$ и фланца крышки подшипника $\lambda_{ф}$?

Контрольные вопросы к задаче 4:

1 Надо научиться определять вектор суммарного напряжения среза в любой точке сварного шва $\tau_{ср}^{\Sigma}$.

2 Как найти наиболее нагруженную точку сварного шва?

3 Как найти допускаемое напряжение для сварного шва $[\tau_{ср}]^I$ и для материала свариваемых деталей $[\tau_{ср}]_I^{ст3}$?

4 Покажите на расчётной схеме размер $0,7 K$?

5 От каких факторов зависит значение коэффициента прочности шва ϕ ?

Контрольные вопросы к задаче 5:

1 Достоинства и недостатки соединения с гарантированным натягом.

2 Какая сила не дает сдвинуться деталям в прессовом соединении?

3 При каком способе сборки деталей прессового соединения можно не учитывать шероховатости контактирующих поверхностей?

4 При выборе стандартной посадки, при каком способе сборки прессового соединения должно выполняться условие: $\delta_{\text{MIN}}^{\text{ТАБЛ}} - 1,2(Rz_1 + Rz_2) \geq \delta_{\text{РАСЧ}}^{\text{ТРЕБ}}$?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. Т.1. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

2 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. Т.3. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.

3 Детали машин в примерах и задачах / Под общ. ред. С.Н.Ничирпорчика. – Минск.: Высш.школа, 1981. – 432 с.

4 Иванов М.Н. Детали машин. – 4-е изд. перераб. – М.: Высш.шк., 1984. – 336 с.

5 Оформление пояснительных записок при курсовом проектировании и выполнении расчётно-графических работ: учеб.- метод. пособие / сост. А.С.Сулейманов.- Уфа: Изд-во Уфим. нефт. техн. ун-та, 2011.-18с.