

12 РАСЧЕТ ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ЗАДАНИЕ 11)

12.1 Рассчитать шпоночное или шлицевое соединение в соответствии с условием задачи (1-10) и данными варианта.

Задача 1 Определить размеры призматической шпонки для вала диаметром d , передающей крутящий момент $M_{кр}$. Материал шпонки: сталь чистотянутая $[\sigma_{см}] = 100$ МПа. Значения округлить до стандартных.

Величин а	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, мм	18	22	25	30	35	40	45	50	55	60
$M_{кр}$, Нм	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325

Задача 2 Определить несущую способность шпоночного соединения $M_{кр}$, если диаметр вала d , длина шпонки $l_{ш}$, $[\sigma_{см}] = 80$ МПа.

Величин а	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, мм	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20
$l_{ш}$, мм	80	70	63	56	50	45	40	36	32	28

Задача 3 Определить размеры сегментной шпонки для вала диаметром d , передающей крутящий момент $M_{кр}$, $[\sigma_{см}] = 100$ МПа.

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, мм	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
$M_{кр}$, Нм	80	90	100	120	140	160	180	200	220	240

Задача 4 Определить величину крутящего момента $M_{кр}$, передаваемого сегментной шпонкой, если диаметр вала d , $[\sigma_{см}] = 80$ МПа.

Величин а	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, мм	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22

Задача 5 Определить величину крутящего момента $M_{кр}$, передаваемого цилиндрической шпонкой, если диаметр шпонки D , длина шпонки l , диаметр вала d , $[\sigma_{см}] = 60$ МПа.

Величин а	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, мм	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
D, мм	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8
l, мм	8	9	10	12	14	16	18	20	22	25

Задача 6 Определить величину крутящего момента $M_{кр}$, передаваемого прямобочным шлицевым соединением средней серии, если наружный диаметр шлицев D , длина шлицевого соединения l , $[\sigma_{см}] = 50$ МПа.

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D, мм	20	22	25	28	32	34	38	42	48	54
l, мм	12	14	16	18	20	22	25	32	40	50

Задача 7 Определить проектную длину шлицевого прямобочного соединения средней серии с наружным диаметром шлицев D , передающего крутящий момент $M_{кр}$, если $[\sigma_{см}] = 15$ МПа.

Величин а	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D, мм	20	22	25	28	32	34	38	42	48	54
$M_{кр}$, Нм	180	200	210	220	230	240	250	260	280	300

Задача 8 Определить напряжение в прямобочном шлицевом соединении с наружным диаметром шлицев D , передающим крутящий момент $M_{кр}$, если длина втулки l . Распределение нагрузки по шлицам и длине принять равномерным.

Величин а	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D, мм	20	22	25	28	32	34	38	42	48	54
$M_{кр}$, Нм	250	280	310	340	370	400	430	460	490	510
l, мм	20	25	28	30	32	35	40	45	50	55

Задача 9 Определить величину крутящего момента $M_{кр}$, передаваемого эвольвентным шлицевым соединением с наружный диаметром шлицев D и модулем m , если длина шлицевого соединения l , $[\sigma_{см}] = 20$ МПа.

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D, мм	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
l, мм	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
m, мм	1,25	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0

Задача 10 Определить проектную величину длины втулки I эвольвентного шлицевого соединения с наружный диаметром шлицев D и модулем m, передающего крутящий момент $M_{кр}$, если $[\sigma_{см}] = 20$ МПа. Распределение нагрузки по шлицам и длине принять равномерным.

Величин а	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D, мм	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$M_{кр}$, Нм	50	100	200	400	800	900	1000	1100	1200	1300
m, мм	1,25	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0

12.2 Пример выполнения задания 11.

Определить размеры сегментной шпонки для вала диаметром $d = 35$ мм, передающей крутящий момент $M_{кр} = 190$ Нм, при $[\sigma_{см}] = 70$ МПа.

Решение. Для данного диаметра вала возможны четыре варианта шпонок с размерами $b \times h = 10 \times 13$; 10×15 ; 10×16 ; 10×17 и диаметрами сегмента D соответственно 32; 38; 45; 55 мм (таблица 11). Расчет ведем из условия получения минимальных размеров. Расчетная длина $l_p = 0,95D$, глубина паза втулки $t_1 = 3,3$ мм. Принимаем $D = 32$ мм.

Проверяем выбранную шпонку на смятие по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{2M_{кр}}{d \cdot 0,95 \cdot D \cdot t_1} = \frac{2 \cdot 190 \cdot 10^3}{35 \cdot 0,95 \cdot 32 \cdot 3,3} = 113 \text{ МПа} > [\sigma_{см}] = 70 \text{ МПа}.$$

Принятая шпонка 10×13 при $D = 32$ мм не проходит по 10×13 .

Принимаем $D = 55$ мм, тогда

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 190 \cdot 10^3}{35 \cdot 0,95 \cdot 55 \cdot 3,3} = 63 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 70 \text{ МПа}.$$

Выбираем шпонку сегментную $10 \times 13 \times 55$ ГОСТ24071-80.

12.3 Нормативно-справочные данные к расчету задания 11

Таблица 11– Шпонки сегментные.

Диаметр вала d , мм	Размеры шпонок, мм				Глубина паза, мм	
	ширина b	высота h	диаметр сегмента, D	длина l	вала t_1	втулки t_2
Св.22 до 30	8	11	28	27,3	8	3,3
		13	32	31,4	10	
		15	38	37,1	12	
Св.30 до 38	10	13	32	31,4	10	3,3
		15	38	37,1	12	
		16	45	43,1	13	
		17	55	50,8	14	
Св.38 до 44	12	19	65	59,1	16	3,3

Таблица 12 – Шпонки призматические.

Диаметр вала d , мм	Размеры шпонок, мм		Глубина паза, мм	
	ширина b	высота h	вала t_1	втулки t_2
Св. 22 до 30	6	6	3,5	2,8
Св. 22 до 30	8	7	4,0	3,3
Св. 22 до 30	10	8	5,0	3,3
Св. 22 до 30	12	8	5,0	3,3
Св. 22 до 30	14	9	5,5	3,8
Св. 22 до 30	16	10	6,0	4,3
Св. 22 до 30	18	11	7,0	4,4
Св. 22 до 30	20	12	7,5	4,9

Таблица 13 – Соединения шлицевые эвольвентные.

Диаметр наружный D , мм	Модуль m , мм			
	1,25	1,5	2,0	3,0
	Число зубьев Z			
1	2	3	4	5
20	14	12	-	-
25	18	16	-	-
30	20	18	14	-
35	26	22	16	-
40	30	26	18	-
45	34	28	22	-

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
50	38	32	24	-
55	-	36	26	17
60	-	38	28	18
65	-	-	32	20

Таблица 14 – Соединения шлицевые прямобоочные.

Число зубьев, Z	Внутренний диаметр d, мм	Наружный диаметр D, мм	Ширина шлица b, мм	Высота фаски f, мм
6	16	20	4	0,3
	18	22	5	
	21	25	5	
	23	28	6	
6	26	34	6	0,4
	28	34	7	
8	32	38	6	0,4
	36	42	7	
	42	48	8	
8	46	54	9	0,5
	52	60	10	