

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ»

Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

Основы взаимозаменяемости

Допуски и посадки шпоночных соединений

Методические указания
к расчетно-графической работе
по метрологии, стандартизации и сертификации

Санкт-Петербург
2015

УДК 621.753.1

Основы взаимозаменяемости. Допуски и посадки шпоночных соединений: методические указания к расчетно-графической работе по метрологии, стандартизации и сертификации/ сост. М.Н. Жукова; СПбГТУРП. -СПб., 2015. -24 с.

Методические указания помогут студентам самостоятельно выполнить расчетно-графическую работу. Предназначены для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Рецензент: зам. директора ИБФО канд. техн. наук. В.О. Варганов.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой материаловедения и технологии машиностроения СПбГТУРП (протокол № 5 от 2 февраля 2015 г.).

Утверждены к изданию методической комиссией института технологии СПбГТУРП (протокол № 1 от 26 февраля 2015 г.).

Редактор и корректор В.А.Басова
Техн. редактор Л.Я. Титова
Компьютерный набор и верстка Д.С. Федорова.

Темплан 2015г., поз.74

Подп. к печати 12.11.15 Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.
Печать офсетная. Объем 1,5 печ. л., 1,5 уч. – изд. л.
Тираж 50 экз. Изд. № 74. Цена "С". Заказ №

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

© Санкт-Петербургский государственный
технологический университет
растительных полимеров, 2015

Методические указания по выполнению задания № 3 расчетно-графической работы

Необходимо произвести выбор полей допусков и посадок для соединений с призматическими или сегментными шпонками.

При выполнении задания студент должен:

1. Выписать из табл.1 свой вариант задания (в форме таблицы).

Необходимо вписать в соответствующие графы диаметр вала, тип шпонки и вид шпоночного соединения (табл. 1);

2. Определить размеры шпонки для заданного диаметра вала.

Размеры призматической шпонки $b \times h$, l , t_1 и t_2 определяют по табл. 2 данных методических указаний;

размеры сегментной шпонки $b \times h \times d$, t_1 и t_2 – по табл. 3;

3. Выбрать поля допусков и посадок для соединений втулки с валом и шпонки со шпоночными пазами втулки и вала.

Допуски и посадки определяют по табл. 4 в зависимости от вида шпоночного соединения.

4. Определить поля допусков несопрягаемых размеров h , l и L для призматической шпонки по табл. 4; для сегментной шпонки поля допусков несопрягаемых размеров h и d – по табл.4;

Найти значения предельных отклонений для выбранных полей допусков шпоночного соединения по табл. 5:

5. Найти размер, определяющий сумму диаметра отверстия и глубину паза втулки $D+t_2$;

6. Определить по табл. 6 значения предельных отклонений для глубин паза вала и паза втулки t_1 и t_2 соответственно.

7. Определить допуски на ширину шпонки $IT_{ш}$ и пазов втулки $IT_{вт}$ и вала $IT_{в}$, а также допуски посадки шпоночного соединения для вала и втулки $IT_{пв}$ и $IT_{пвт}$;

8. Построить схему расположения полей допусков шпоночного соединения рис. 1,3 .

9. Определить характер посадки, произвести необходимые расчеты зазоров и (или) натягов.

10. Определить допуски симметричности пазов втулки и вала относительно оси и допуски параллельности плоскости симметрии пазов относительно оси.

Допуски расположения и формы могут быть зависимыми и независимыми. Зависимым называется переменный допуск, который разрешается превышать на величину, соответствующую отклонению

действительного размера поверхности детали от проходного предела (наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия). На чертежах указывают минимальное значение зависимого допуска, которое может возрасти за счет отклонений действительных размеров сопрягаемых деталей в пределах их допуска.

Независимым допуском называется допуск, числовое значение которого постоянно (не зависит от действительных размеров сопрягаемых деталей).

При выполнении задания допуск симметричности следует считать зависимым, а допуск параллельности – независимым.

Зависимый допуск необходимо рассчитывать по соответствующим формулам.

При выполнении данного задания можно пользоваться упрощенной зависимостью:

$$T_{\text{св}} \leq 0,4..0,5 IT_{\text{в}};$$
$$T_{\text{свт}} \leq 0,4..0,5 IT_{\text{вт}}.$$

Зависимый допуск на чертеже обозначают условным знаком “М”.

Допуски параллельности боковых поверхностей пазов к оси определяются по табл. 6 настоящих указаний в зависимости от степени точности, которая, в свою очередь, зависит от качества размера и от принятой относительной геометрической точности. Установлено три уровня относительной геометрической точности: А – нормальная, В – повышенная, С – высокая, при которых соответственно используются 60 %, 40 %, 25 % допуска размера. При выполнении задания можно принять нормальную степень точности.

11. Определить допускаемые значения параметров шероховатости R_a и R_z для всех поверхностей соединения.

Следует принять: $R_a \leq 0,05 IT$, $R_z \leq 0,2 IT$ (где IT – допуск на размер соответствующей поверхности) с последующим округлением до ближайшего меньшего предпочтительного значения по табл. 8

- определить значения зазоров (натягов) для посадок пазов втулки и вала.
- построить в произвольном масштабе схемы расположения полей допусков для посадок: паз втулки – шпонка и паз вала – шпонка.

На схемах проставить номинальный размер, предельные отклонения и зазоры (натяги).

12. Необходимо заполнить карандашом шаблон сборочного чертежа шпоночного соединения:

- 1) Вписать в соответствующие графы верхней рамки выданного ему чертежа диаметр вала, тип шпонки и вид шпоночного соединения (табл. 1);

- 2) Найти и поставить в верхней рамке и на чертеже размеры шпонки для заданного диаметра вала.
- 3) Проставить на сборочном чертеже шпоночного соединения номинальный диаметр и обозначение выбранной посадки вала со втулкой, а на рабочих чертежах вала и втулки – размеры, поля допусков и отклонения на все рабочие размеры, включая глубину пазов вала (t_1) и втулки (t_2).
- 4) Поставить допуски симметричности пазов втулки и вала относительно оси и допуски параллельности плоскости симметрии пазов относительно оси.
- 5) Проставить значения параметров шероховатости R_a и R_z для всех поверхностей соединения.

Таблица 1

Варианты условий задания

№ п/п	Диаметр вала d , мм	Тип шпонки	Вид шпоночного соединения
I	2	3	4
1	30	призматическая	нормальное
2	120	призматическая	свободное
3	25	сегментная	передача крутящих моментов
4	300	призматическая	плотное
5	20	сегментная	фиксация элементов
6	75	призматическая	нормальное
7	80	призматическая	свободное
8	30	сегментная	передача крутящих моментов
9	38	сегментная	фиксация элементов
10	480	призматическая	свободное
11	90	призматическая	плотное
12	36	сегментная	фиксация элементов
13	10	сегментная	передача крутящих моментов
14	12	сегментная	фиксация элементов
15	100	призматическая	нормальное
16	18	сегментная	передача крутящих моментов
17	400	призматическая	свободное
18	18	призматическая	плотное
19	20	сегментная	передача крутящих моментов
20	56	призматическая	нормальное
21	32	сегментная	фиксация элементов

I	2	3	4
22	45	призматическая	свободное
23	140	призматическая	нормальное
24	14	сегментная	передача крутящих моментов
25	95	призматическая	нормальное
26	60	призматическая	плотное
27	220	призматическая	свободное
28	12	сегментная	передача крутящих моментов
29	36	сегментная	фиксация элементов
30	110	призматическая	нормальное
31	63	призматическая	свободное
32	75	призматическая	плотное
33	26	сегментная	передача крутящих моментов
34	22	сегментная	фиксация элементов
35	85	призматическая	нормальное
36	32	призматическая	плотное
37	56	призматическая	свободное
38	14	сегментная	передача крутящих моментов
39	280	призматическая	свободное
40	22	сегментная	фиксация элементов
41	110	призматическая	плотное
42	360	призматическая	нормальное
43	140	призматическая	свободное
44	30	сегментная	фиксация элементов
45	42	призматическая	нормальное
46	63	призматическая	плотное
47	36	призматическая	свободное
48	16	сегментная	передача крутящих моментов
49	8	сегментная	фиксация элементов
50	160	призматическая	нормальное
51	120	призматическая	плотное
52	30	призматическая	свободное
53	9	сегментная	передача крутящих моментов
54	25	сегментная	фиксация элементов
55	100	призматическая	нормальное
56	170	призматическая	плотное
57	250	призматическая	свободное
58	10	сегментная	фиксация элементов
59	15	сегментная	передача крутящих моментов

I	2	3	4
60	85	призматическая	нормальное
61	200	призматическая	плотное
62	450	призматическая	свободное
63	14	сегментная	фиксация элементов
64	400	призматическая	нормальное
65	110	призматическая	свободное
66	38	сегментная	передача крутящих моментов
67	250	призматическая	нормальное
68	340	призматическая	плотное
69	190	призматическая	свободное
70	18	сегментная	фиксация элементов
71	40	призматическая	нормальное
72	130	призматическая	плотное
73	400	призматическая	свободное
74	8	сегментная	передача крутящих моментов
75	15	сегментная	фиксация элементов
76	380	призматическая	нормальное
77	45	призматическая	плотное
78	160	призматическая	свободное
79	12	сегментная	передача крутящих моментов
80	50	призматическая	нормальное
81	56	призматическая	плотное
82	20	призматическая	свободное
83	25	сегментная	фиксация элементов
84	38	призматическая	нормальное
85	180	призматическая	плотное
86	63	призматическая	свободное
87	34	сегментная	передача крутящих моментов
88	36	призматическая	нормальное
89	56	призматическая	свободное
90	125	призматическая	плотное
91	36	сегментная	фиксация элементов
92	140	призматическая	нормальное
93	320	призматическая	плотное
94	18	призматическая	свободное
95	15	сегментная	передача крутящих моментов
96	9	сегментная	фиксация элементов

Таблица 2

Основные размеры соединений с призматическими шпонками, мм
(по ГОСТ 23360-78)

Диаметр вала d , мм	Номинальные размеры шпонки, мм			Номинальные размеры глубины пазов, мм	
	$b \times h$	интервалы длины ℓ^*		на валу t_1	во втулке t_2
		от	до		
I	2	3	4	5	6
От 6 до 8	2×2	6	20	1,2	1,0
Св. 8 до 10	3×3	6	36	1,8	1,4
Св. 10 до 12	4×4	8	45	2,5	1,8
Св. 12 до 17	5×5	10	56	3,0	2,3
Св. 17 до 22	6×6	14	70	3,5	2,8
Св. 22 до 30	8×7	16	90	4,0	3,3
Св. 30 до 38	10×8	22	110	5,0	3,3
Св. 38 до 44	12×8	28	140	5,0	3,3
Св. 44 до 50	14×9	36	160	5,5	3,8
Св. 50 до 58	16×10	45	180	6,0	4,3
Св. 58 до 65	18×11	50	200	7,0	4,4
Св. 65 до 75	20×12	56	220	7,5	4,9
Св. 75 до 85	22×14	63	250	9,0	5,4
Св. 85 до 95	25×14	70	280	9,0	5,4
Св. 95 до 110	28×16	80	320	10,0	6,4
Св. 110 до 130	32×18	90	360	11,0	7,4
Св. 130 до 150	36×20	100	400	12,0	8,4
Св. 150 до 170	40×22	100	400	13,0	9,4
Св. 170 до 200	45×25	110	450	15,0	10,4
Св. 200 до 230	50×28	125	500	17,0	11,4
Св. 230 до 260	56×32	140	500	20,0	12,4
Св. 260 до 290	63×32	160	500	20,0	12,4
Св. 290 до 330	70×36	180	500	22,0	14,4
Св. 330 до 380	80×40	200	500	25,0	15,4
Св. 380 до 440	90×45	220	500	28,0	17,4
Св. 440 до 500	100×50	250	500	31,0	19,5

*Для выполнения данного задания длину шпонки для нормального и плотного соединения можно принять $0,8 \dots 1,5 d$, для свободного соединения – $1,5 \dots 3 d$.

Таблица 3

Основные размеры сегментных шпоночных соединений, мм

Диаметр вала d , мм	Размеры шпонок $b \times h \times d$, мм	Размеры глубины пазов, мм	
		t_1	t_2
I	2	3	4
От 3 до 4	$1 \times 1,4 \times 4$	1,0	0,6
Св. 4 до 5	$1,5 \times 2,6 \times 7$	2,0	0,8
Св. 5 до 6	$2 \times 1,6 \times 7$	1,8	1,0
Св. 6 до 7	$2 \times 3,7 \times 10$	2,9	1,0
Св. 7 до 8	$2,5 \times 3,7 \times 10$	2,7	1,2
Св. 8 до 10	$3 \times 5 \times 13$	3,8	1,4
Св. 10 до 12	$3 \times 6,5 \times 16$	5,3	1,5
Св. 12 до 14	$4 \times 6,5 \times 16$	5,0	1,8
Св. 14 до 16	$4 \times 7,5 \times 19$	6,0	1,8
Св. 16 до 18	$5 \times 6,5 \times 16$	4,5	2,3
Св. 18 до 20	$5 \times 7,5 \times 19$	5,5	2,3
Св. 20 до 22	$5 \times 9 \times 22$	7,0	2,3
Св. 22 до 25	$6 \times 9 \times 22$	6,5	2,8
Св. 25 до 28	$6 \times 10 \times 25$	7,5	2,8
Св. 28 до 32	$8 \times 11 \times 28$	8,0	3,3
Св. 32 до 38	$10 \times 13 \times 22$	10,0	3,3

Поля допусков шпонки и шпоночных пазов (по ГОСТ 23360-78)

Элемент соединения	Поля допусков для размера b при соединении						
	любом	свободном		нормальном или для передачи крутящих моментов		плотном или для фиксации элементов	
		на валу	во втулке	на валу	во втулке	на валу	во втулке
Шпоночные пазы	-	$H9$	$D10$	$N9$	$Js9$	$P9$	$P9$
Шпонка	$h9$						
Элемент соединения	Поля допусков для несопрягаемых размеров						
	для соединений с призматическими шпонками		для соединения с сегментными шпонками				
	высота h	длина ℓ или L	высота h	диаметр d			
Шпонка	$h11, h9^*$	$h14$	$h11$	$h12$			
Паз вала		$H15$					

* $h9$ назначается для шпонок высотой до 6 мм

Таблица 5

**Предельные отклонения для соединений с призматическими
и сегментными шпонками**

Ширина, высота или длина шпонки и пазов втулки и вала, мм	Поля допусков									
	шпонки				пазов втулки вала					
	<i>h9</i>	<i>h11</i>	<i>h12</i>	<i>h14</i>	<i>H9</i>	<i>D10</i>	<i>N9</i>	<i>Js9</i>	<i>P9</i>	<i>H15</i>
	Предельные отклонения, мкм									
От 2 до 3	0 -25	0 -60	0 -100	0 -250	+25 0	+60 +20	-4 -29	+12 -12	-6 -31	+400 0
Св. 3 до 6	0 -30	0 -75	0 -120	0 +300	+30 0	+78 +30	0 -30	+15 -15	-12 -42	+480 0
Св. 6 до 10	0 -36	0 -90	0 -150	0 -360	+36 0	+98 +40	0 -36	+18 -18	-15 -51	+580 0
Св. 10 до 18	0 -43	0 -110	0 -180	0 -430	+43 0	+120 +50	0 -43	+21 -21	-18 -61	+700 0
Св. 18 до 30	0 -52	0 -130	0 -210	0 -520	+52 0	+149 +65	0 -52	+25 -25	-22 -74	+840 0
Св. 30 до 50	0 -62	0 -160	0 -250	0 -620	+62 0	+180 +80	0 -62	+31 -31	-26 -88	+1000 0
Св. 50 до 80	0 -74	0 -190	0 -300	0 -740	+74 0	+220 +100	0 -74	+37 -37	-32 -106	+1200 0
Св. 80 до 120	0 -87	0 -220	0 -350	0 -870	+87 0	+260 +120	0 -87	+43 -43	-37 -124	+1400 0
Св. 120 до 180	0 -100	0 -250	0 -400	0 -1000	+100 0	+306 +145	0 -100	+50 -50	-43 -143	+1610 0
Св. 180 до 250	0 -115	0 -290	0 -460	0 -1150	+115 0	+355 +170	0 -115	+57 -57	-50 -265	+1850 0
Св. 250 до 315	0 -130	0 -320	0 -520	0 -1300	+130 0	+400 +190	0 -130	+65 -65	-56 -186	+2100 0
Св. 315 до 400	0 -140	0 -360	0 -570	0 -1400	+140 0	+440 +210	0 -140	+70 -70	-62 -202	+3200 0
Св. 400 до 500	0 -155	0 -400	0 -630	0 -1550	+255 0	+480 +230	0 -155	+77 -77	-68 -223	+2500 0

Таблица 6

Предельные отклонения глубины пазов для вала и втулки

Для соединения с призматическими шпонками			Для соединения с сегментными шпонками				
на валу t_1 (или $d-t_1$)* во втулке t_2 (или $d+t_2$)			на валу t_1 (или $D-t_1$)*			во втулке t_2 (или $D+t_2$)	
при h , мм			при h , мм				
от 2 до 6	св. 6 до 18	св. 18 до 50	от 1,4 до 3,7	св. 3,7 до 7,5	св. 7,5	от 1,4 до 10	св.10
+0,1	+0,2	+0,3	+0,1	+0,2	+0,3	+0,1	+0,2

*Для указанного размера те же предельные отклонения назначаются со знаком «минус».

Таблица 7

Допуски параллельности пазов относительно геометрической оси вала или отверстия

Квалитеты размеров	Номинальный размер b , мм					
	до 10	св. 10 до 16	св. 16 до 25	св. 25 до 40	св. 40 до 63	св. 63 до 100
9	16	20	25	30	40	50
10	25	30	40	50	60	80

Примеры выполнения задания

Пример 1. Соединение с призматической шпонкой

Дано:

№ п/п	Диаметр вала d, мм	Тип шпонки	Вид шпоночного соединения
1	80	призматическая	свободное

Рассмотрим соединение с призматической шпонкой: диаметр вала – 80 мм, вид шпоночного соединения – свободное.

1. Для заданного диаметра вала $d=80$ мм определим размеры шпонки:

$$b \times h = 22 \times 14 \text{ мм},$$

Примем длину шпонки $l=180$ мм.

Номинальные размеры глубины пазов: $t_1=9$, $t_2=5,4$.

2. Для данного случая свободного соединения втулки с валом

выберем посадку с зазором: $\varnothing 80 \frac{H7}{f6} \left(\begin{smallmatrix} +0,035 \\ -0,036 \\ -0,058 \end{smallmatrix} \right)$,

3. Выбираем посадки:

- для соединения шпонки с пазом втулки: $b = 22 \frac{D10}{h9} \left(\begin{smallmatrix} +0,149 \\ +0,065 \\ -0,052 \end{smallmatrix} \right)$,

где: предельные отклонения втулки: $ES_{\text{вт}}=+0,149$ мм; $EI_{\text{вт}}=+0,065$ мм;

предельные отклонения шпонки: $es_{\text{ш}}=0$ мм; $ei_{\text{ш}}=-0,052$ мм;

- для соединения шпонки с пазом вала: $b = 22 \frac{H9}{h9} \left(\begin{smallmatrix} +0,052 \\ -0,052 \end{smallmatrix} \right)$,

где: предельные отклонения вала: $ES_{\text{в}}=+0,052$ мм; $EI_{\text{в}}=0$ мм;

предельные отклонения шпонки: $es_{\text{ш}}=0$ мм; $ei_{\text{ш}}=-0,052$ мм;

4. Поля допусков и предельные отклонения несопрягаемых размеров шпоночного соединения:

$$h=14h11(-0,11); l=180 h14(-1);$$

для длины паза вала

$$L=180 H15(+1,6).$$

5. Предельные отклонения для глубины паза вала и втулки соответственно:

$$t_1=9^{+0,2}, t_2=5,4^{+0,2}.$$

6. Проставляем размер, определяющий сумму диаметра отверстия и глубину паза втулки:

$$D+t_2=85,4^{+0,2}.$$

7. Затем определяем допуски на:

ширину шпонки: $IT_{ш} = es_{ш} - ei_{ш} = 0 - (-52) = 52$ мкм;

ширину паза втулки: $IT_{вт} = ES_{вт} - EI_{вт} = 149 - 65 = 84$ мкм;

ширину паза вала: $IT_{в} = ES_{в} - EI_{в} = 52 - 0 = 52$ мкм.

Допуски на посадки шпоночного соединения:

для вала $IT_{пв} = IT_{в} + IT_{ш} = 52 + 52 = 104$ мкм;

для втулки $IT_{пвт} = IT_{вт} + IT_{ш} = 84 + 52 = 136$ мкм.

8. Построим схему расположения допусков шпоночного соединения (рис. 1). Делаем вывод о характере посадки.

9. Производим расчет зазоров:

Для посадки паза втулки и шпонки:

$$S_{вт\ max} = ES_{вт} - ei_{ш} = 149 - (-52) = 201 \text{ мкм};$$

$$S_{вт\ min} = EI_{вт} - es_{ш} = 65 - 0 = 65 \text{ мкм};$$

$$S_{вт\ c} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = 133 \text{ мкм};$$

Для посадки паза вала и шпонки:

$$S_{в\ max} = ES_{в} - ei_{ш} = 52 - (-52) = 104 \text{ мкм};$$

$$S_{в\ min} = EI_{в} - es_{ш} = 0 \text{ мкм};$$

$$S_{в\ c} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = 52 \text{ мкм}.$$

10. Определяем допуски симметричности:

паза втулки относительно ее оси

$$T_{с\ вт} \leq 0,4 IT_{вт}.$$

$$T_{с\ вт} = 0,4 \cdot 84 = 33,6 \text{ мкм},$$

принимаем $T_{с\ вт} = 0,03$ мм

паза вала относительно оси

$$T_{с\ в} \leq 0,4 IT_{в};$$

$$T_{с\ в} = 0,4 \cdot 52 = 20,8 \text{ мкм};$$

принимаем $T_{с\ в} = 0,02$ мм.

По табл. 7 находим допуски параллельности пазов:

втулки $T_{пвт} = 0,04$ мм;

вала $T_{пв} = 0,025$ мм.

11. Определяем шероховатость:

внутренней поверхности втулки:

$$R_a \leq 0,05 IT = 0,05 \cdot 30 = 1,5 \text{ мкм}$$

Принимаем ближайшее меньшее значение по табл.8:

$$R_a = 1,25 \text{ мкм};$$

боковых поверхностей паза втулки:

$$R_a = 0,05 + 84 = 4,2 \text{ мкм};$$

принимаем $R_a = 3,2$ мкм;

торцевой поверхности паза втулки:

$$R_z = 0,2 \cdot 200 = 40 \text{ мкм};$$

Схема расположения полей допусков соединения с призматической шпонкой

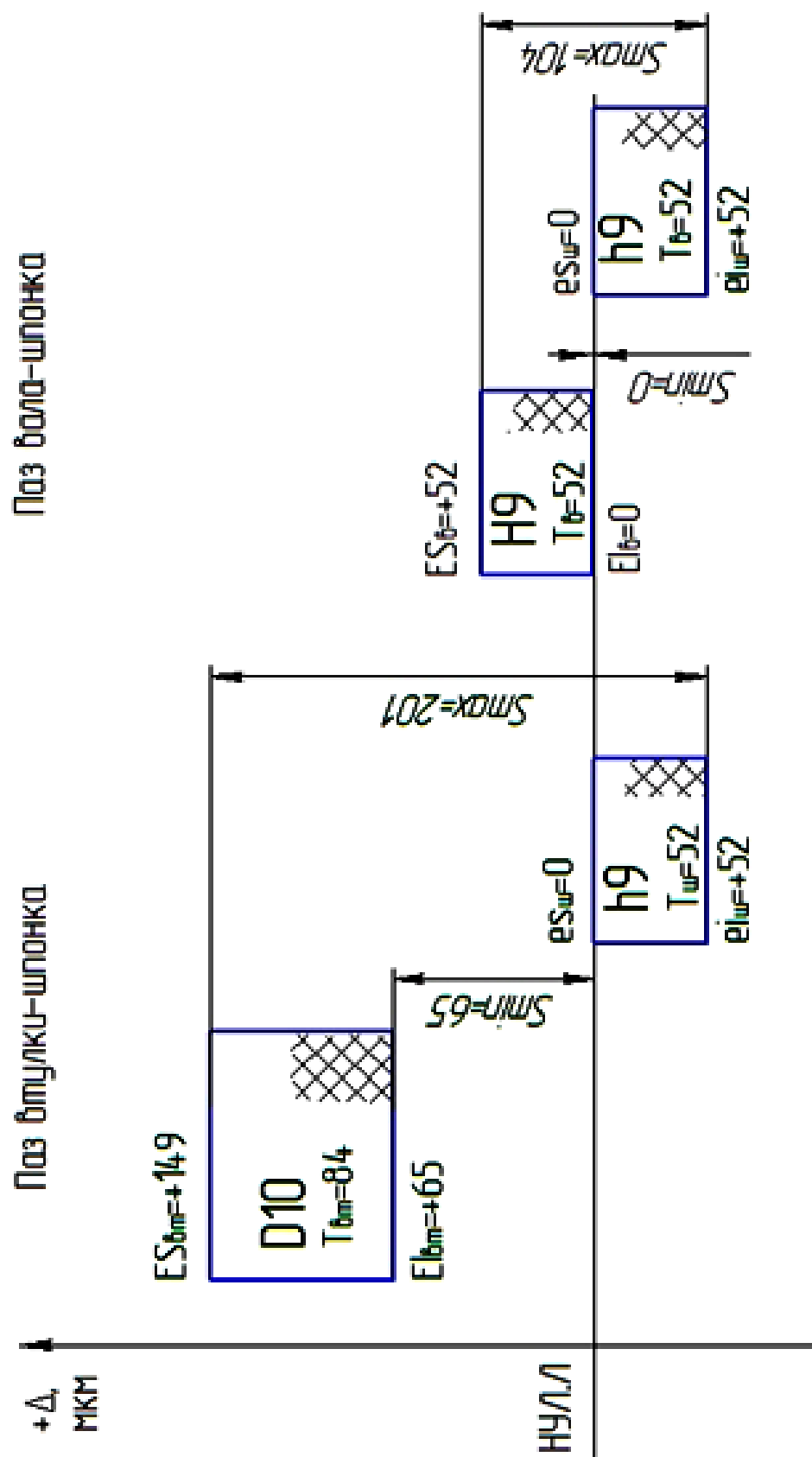


Рис.1. Схема расположения полей допусков соединения с призматической шпонкой

наружной поверхности вала:

$$R_a = 0,05 \cdot 19 = 0,95 \text{ мкм};$$

принимаем $R_a = 0,8 \text{ мкм};$

боковых поверхностей паза вала:

$$R_a = 0,05 \cdot 52 = 2,5 \text{ мкм};$$

принимаем $R_a = 2,5 \text{ мкм};$

торцевой поверхности паза вала:

$$R_z = 0,2 \cdot 200 = 40 \text{ мкм}.$$

Пример оформления сборочного чертежа для соединения с призматической шпонкой показан на рис. 2

Пример 2. Соединение с сегментной шпонкой

Дано:

№ п/п	Диаметр вала d, мм	Тип шпонки	Вид шпоночного соединения
2	30	сегментная	передача крутящих моментов

Рассмотрим соединение втулки с сегментной шпонкой: диаметр вала D равен 30 мм, вид шпоночного соединения – для передачи крутящего момента.

1. Для данного диаметра вала D определим размеры сегментной шпонки:

$$b \times h \times d = 8 \times 11 \times 28 \text{ мм.}$$

Номинальные размеры глубины пазов: $t_1 = 8 \text{ мм}$, $t_2 = 3,3 \text{ мм}$.

2. Для данного соединения втулки с валом выберем неподвижную посадку

$$\text{из числа переходных: } \varnothing 30 \frac{H7}{k6} \left(\frac{+0,021}{+0,015} \right).$$

3. Выбираем посадки для соединения:

$$\text{Шпонки с пазом втулки: } b = 8 \frac{Js9}{h9} \left(\frac{+0,018}{-0,036} \right),$$

где: предельные отклонения втулки: $ES_{\text{вт}} = +0,021 \text{ мм}$; $EI_{\text{вт}} = 0 \text{ мм}$;

предельные отклонения шпонки: $es_{\text{ш}} = 0,015 \text{ мм}$; $ei_{\text{ш}} = +0,002 \text{ мм}$;

$$\text{шпонки с пазом вала } b = 8 \frac{N9}{h9} \left(\frac{-0,036}{-0,036} \right);$$

Где: предельные отклонения вала: $ES_{\text{в}} = 0 \text{ мм}$; $EI_{\text{в}} = -0,036 \text{ мм}$;

предельные отклонения шпонки: $es_{\text{ш}} = 0 \text{ мм}$; $ei_{\text{ш}} = -0,036 \text{ мм}$.

4. Поля допусков и предельные отклонения несопрягаемых размеров шпоночного соединения :

$$h = 11h11(-0,11); d = 28h12(-0,21);$$

5. Предельные отклонения для глубины паза вала и втулки соответственно:

$$t_1 = 8^{+0,3}, t_2 = 3,3^{+0,2}.$$

6. Проставляемый в данном случае для втулки размер:

$$D + t_2 = 30 + 3,3^{+0,2} = 33,3^{+0,2};$$

7. Затем определяем допуски на:

ширину шпонки

$$IT_{\text{ш}} = es_{\text{ш}} - ei_{\text{ш}} = 0 - (-36) = 36 \text{ мкм};$$

ширину паза втулки

$$IT_{\text{вт}} = ES_{\text{вт}} - EI_{\text{вт}} = 18 - (-18) = 36 \text{ мкм};$$

-ширину паза вала

$$IT_{\text{в}} = ES_{\text{в}} - EI_{\text{в}} = 0 - (-36) = 36 \text{ мкм}.$$

Допуски посадок шпоночного соединения:

для вала $IT_{пв} = IT_{ш} + IT_{в} = 36 + 36 = 72$ мкм;

для втулки $IT_{пвт} = IT_{ш} + IT_{вт} = 36 + 36 = 72$ мкм.

8. Построим схему расположения допусков шпоночного соединения (рис. 3).

9. Производим расчет зазоров (натягов):

для посадки паза втулки и шпонки

$$S_{вт\ max} = ES_{вт} - ei_{ш} = 18 - (-36) = 54 \text{ мкм};$$

$$N_{вт\ max} = es_{ш} - EI_{вт} = 0 - (-18) = 18 \text{ мкм};$$

$$S_{вт\ c} = \frac{S_{вт\ max} + N_{вт\ max}}{2} = \frac{54 - 18}{2} = 18 \text{ мкм};$$

для посадки паза вала и шпонки

$$S_{в\ max} = ES_{в} - ei_{ш} = 0 - (-36) = 36 \text{ мкм};$$

$$N_{в\ max} = es_{ш} - EI_{в} = 0 - (-36) = 36 \text{ мкм};$$

$$S_{в\ c} = 0.$$

10. Определяем допуски симметричности:

Паза втулки относительно ее оси $T_{с\ вт} \leq 0,4 IT_{вт}$

$$T_{с\ вт} = 0,5 \cdot 36 = 18 \text{ мкм}$$

принимаем $T_{с\ вт} = 0,018$ мм;

паза вала относительно оси

$$T_{с\ в} \leq 0,4 IT_{в};$$

$$T_{с\ в} = 0,5 \cdot 36 = 18 \text{ мкм};$$

принимаем $T_{с\ в} = 0,018$ мм.

по табл. 7 находим допуски параллельности пазов:

втулки $T_{п\ вт} = 0,016$ мм,

вала $T_{п\ в} = 0,016$ мм.

11. Шероховатость поверхностей вала втулки и шпонки определяем так же, как в примере 1.

Пример выполнения сборочного чертежа для соединения с сегментной шпонкой показан на рис. 4.

Схема расположения полей допусков соединения с сегментной шпонкой

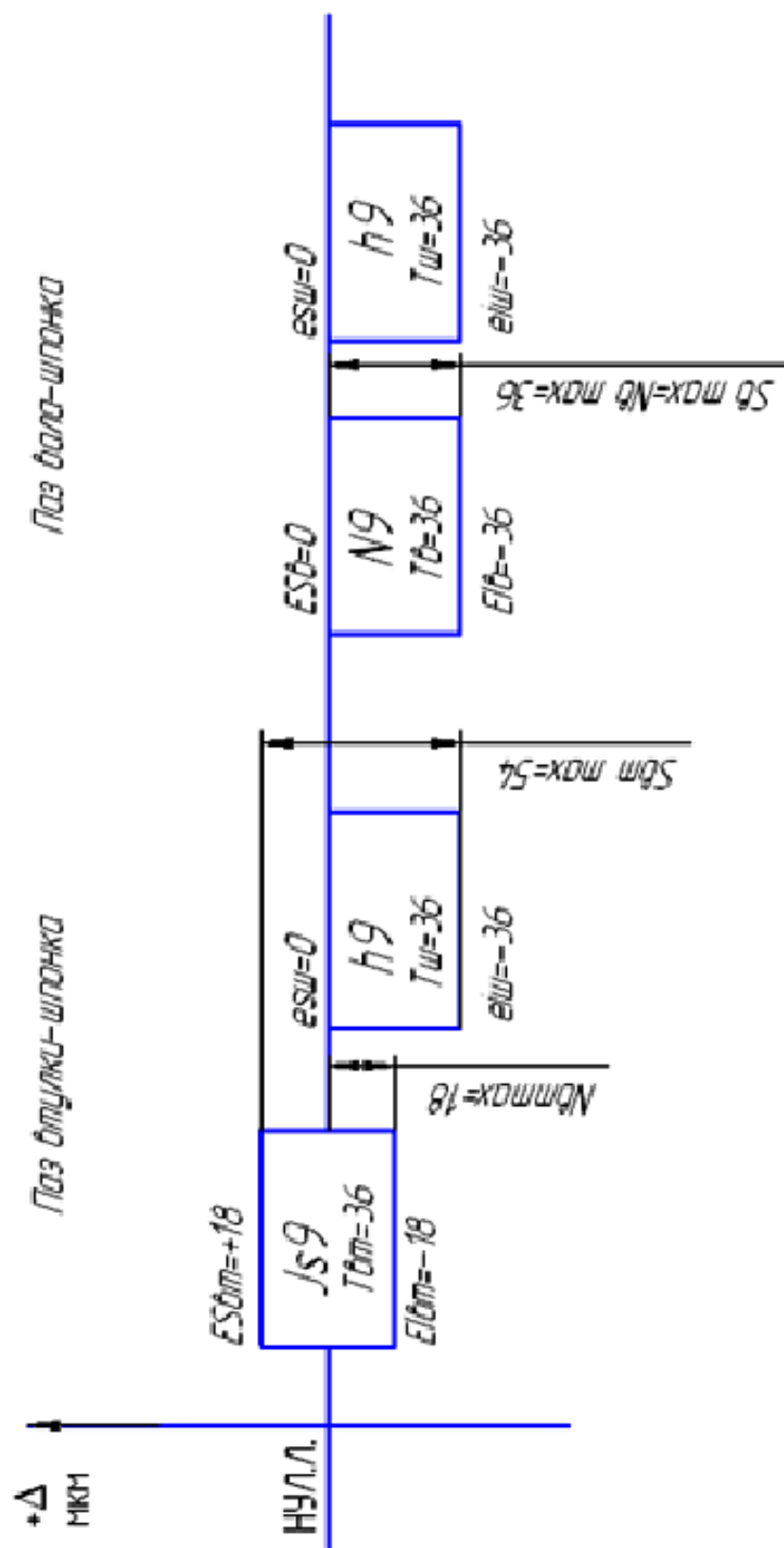


Рис.3. Схема расположения полей допусков соединения с сегментной шпонкой

Шероховатость поверхности и качества
при различных видах обработки деталей

Таблица 8

Квалитет	Параметры шероховатости, мкм		Способы обработки
	R _a	R _z	
17	125.0 – 80.0	500 – 400	Точное литье. Ковка, горячая штамповка, вырубка, пробивка. Литье в земляные формы.
	100.0 – 80.0	400 – 320	
14	80.0 – 63.0	320 – 250	Черновое точение, долбление, строгание черновое, отрезка.
	63.0 – 50.0	250 – 200	
	50.0 – 40.0	200 – 160	
13	40.0 – 32.0	160 – 125	Точение, фрезерование чистовое, развертывание получистовое, черновое строгание, шлифование получистовое, шабровка.
	32.0 – 25.0	125 – 100	
	25.0 – 20.0	100 – 80.0	
12	20.0 – 16.0	80.0 – 63.0	Сверление, обработка обдирочным резцом, предварительное фрезерование, черновое зенкерование.
	16.0 – 12.5	63.0 – 50.0	
	12.5 – 10.0	50.0 – 40.0	
11	10.0 – 8.0	40.0 – 32.0	Обработка чистовой фрезой, разверткой, резцом, зенкером, протяжкой, предварительное шлифование, чистовое строгание, зубонарезание модульными фрезами.
	8.0 – 6.3	32.0 – 25.0	
	6.3 – 5.0	25.0 – 20.0	
10	5.0 – 4.0	20.0 – 16.0	Обточка, фрезерование чистовое, развертывание однократное, шлифование черновое, строгание чистовое, зубонарезание червячными фрезами, протягивание чистовое.
	4.0 – 3.2	16.0 – 12.5	
	3.2 – 2.5	12.5 – 10.0	
9	2.5 – 2.0	10.0 – 8.0	Точение, развертывание получистовое, строгание тонкое, шлифование получистовое, шабровка, тонкое фрезерование цилиндрической фрезой.
	2.0 – 1.6	8.0 – 6.3	
	1.6 – 1.25	6.3 – 5.0	
8	1.25 – 1.0	5.0 – 4.0	Точение чистовое, развертывание, шлифование, строгание тонкое, торцовое фрезерование тонкое, опиловка бархатным напильником, обкатывание, притирка.
	1.0 – 0.8	4.0 – 3.2	
	0.8 – 0.63	3.2 – 2.5	
7	0.63 – 0.5	2.5 – 2.0	Шлифование чистовое, обтачивание алмазным резцом, развертывание чистовое, протягивание отделочное, шабровка.
	0.5 – 0.4	2.0 – 1.6	
	0.4 – 0.32	1.6 – 1.25	
6	0.32 – 0.25	1.25 – 1.0	Полирование тонкое, хонингование тонкое, ручная доводка, раскатывание и обкатывание роликами и шариками.
	0.25 – 0.2	1.0 – 0.8	
	0.2 – 0.16	0.8 – 0.6	
5	0.16 – 0.125	0.63 – 0.5	Полирование тонкое, хонингование тонкое, ручная доводка, раскатывание обкатывание роликами и шариками.
	0.125 – 0.1	0.5 – 0.4	
	0.1 – 0.08	0.4 – 0.32	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Анухин В.И. Допуски и посадки. СПб.: Питер, 2012.

Любомудров С.А., Смирнов А.А., Тарасов С.Б. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности.—НИЦ ИН ФРА-М, 2013.

Зайцев Г.Н., Любомудров С.А., Федюкин В.К. Нормирование точности геометрических параметров.— М.: Издат. центр «Академия», 2008.

Мария Николаевна Жукова

Основы взаимозаменяемости
Допуски и посадки шпоночных соединений

Методические указания к расчетно-графической работе
по метрологии, стандартизации и сертификации

Редактор и корректор В.А.Басова
Техн. редактор Л.Я. Титова
Компьютерный набор и верстка Д.С. Федорова.

Темплан 2015г., поз.74

Подп. к печати 12.11.15 Формат 60х84/16. Бумага тип. № 1.
Печать офсетная. Объем 1,25 печ. л., 1,25 уч. - изд. л.
Тираж 50 экз. Изд. № 14. Цена "С". Заказ №

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического
университета растительных полимеров. 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана
Черных, 4.