

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ и СЕРТИФИКАЦИЯ

ЗАДАНИЕ 6

Нормирование точности гладких цилиндрических соединений

Чтобы обеспечить некоторую посадку в гладком цилиндрическом соединении, конструктор задал на чертеже приспособления:

- 1) номинальный размер соединения;
- 2) индексы полей допусков и качества точности изготовления диаметров отверстия D и вала d .

Определите, в какой системе обеспечивается посадка в соединении – в системе отверстия (СА) или в системе вала (СВ)

Рассчитайте предельные значения зазоров (натягов) в соединении и дайте заключение о том, какую посадку – с зазором, с натягом или переходную – предусмотрел конструктор.

Заполните таблицу выполнения задания.

Варианты задания

	Размеры на чертеже, мм			Размеры на чертеже, мм	
	диаметр отверстия	диаметр вала		диаметр отверстия	диаметр вала
01	90H9	90e8	15	80F8	80h8
02	70H8	70d8	16	120H8	120m7
03	8H5	8h4	17	85K7	85h6
04	14F8	14h6	18	35H7	35f6
05	28K7	28h6	19	22H7	22h6
06	95H11	95d11	20	10H11	10h11
07	72H8	72h8	21	360K7	360h6
08	15H7	15h6	22	140H7	140r6
09	32H6	32h6	23	126E9	126h8
10	10F8	10h5	24	35N7	35h6
11	30Js7	30h6	25	42P7	42h6
12	16P7	16h6	26	56F8	56h7
13	75E8	75h8	27	10H9	10d9
14	105H7	105k6	28	22F10	22h10

Элементы теории

В соответствии с *Единой системой допусков и посадок* (ЕСДП) поле допуска на изготовление отдельной поверхности детали обозначается индексом и качеством точности (рис. 6.1).

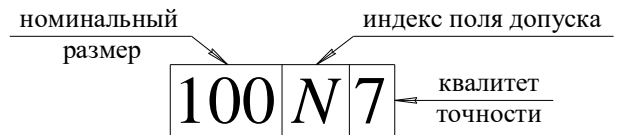


Рис. 6.1. Обозначение размера отверстия на чертеже

ЕСДП установлены 20 квалитетов точности (01, 0, 1, 2, ..., 18). Квалитеты 01, 0, 1, 2, 3 и 4 предназначены для деталей особо высокой точности; квалитеты с 5 по 11 – для сопрягаемых деталей; квалитеты с 12 по 18 – для несопрягаемых деталей, необработанных поверхностей и габаритных размеров.

С увеличением номера квалитета поле допуска *IT* на изготовление поверхностей одинакового размера расширяется (табл. 6.1), то есть точность изготовления поверхностей снижается. В рамках одного квалитета значение *IT* возрастает с увеличением номинальных размеров поверхности (см. табл. 6.1).

Таблица 6.1. Числовые значения допусков по ГОСТ 25346-89, мкм

Интервал размеров, мм		Квалитет											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
свыше	до												
	3	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	
3	6	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	
6	10	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	
10	18	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	
18	30	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	
30	50	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	
50	80	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	
80	120	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	
120	180	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	
180	250	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	
250	315	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	
315	400	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	
400	500	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	

ЕСДП установлены 28 основных отклонений отверстий и 28 основных отклонений валов. Индексы отклонений отверстий обозначаются прописными буквами латинского алфавита (*A, H, J, P, ZA* и т.д.), а индексы отклонений валов обозначаются строчными буквами латинского алфавита (*a, h, j, p, za* и т.д.).

Основное отклонение – это одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), которое находится ближе к нулевой линии. Значения основных отклонений приведены в ГОСТ 25346-89, выдержки из которого даны в табл. 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2. Основные отклонения отверстий по ГОСТ 25346-89, мкм

Интервал размеров, мм		Нижнее отклонение EI						Верхнее отклонение ES										Δ , мкм					
		C	D	E	F	G	H	J_s	J		K	M		N		P	R					S	
свыше	до	для всех квалитетов						для квалитетов										для квалитетов					
		6	7	8	до 8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 7	свыше 7-го			5	6	7	8						
	3	+60	+20	+14	+6	+2	0	+2	+4	+6	0	-2	-2	-4	-4	Отклонения как для квалитетов свыше 7-го, увеличенные на Δ	-6	-10	-14	0	0	0	0
3	6	+70	+30	+20	+10	+4	0	+5	+6	+10	-1+ Δ	-4+ Δ	-4	-8+ Δ	0		-12	-15	-19	1	3	4	6
6	10	+80	+40	+25	+13	+5	0	+5	+8	+12	-1+ Δ	-6+ Δ	-6	-10+ Δ	0		-15	-19	-23	2	3	6	7
10	14	+95	+50	+32	+16	+6	0	+6	+10	+15	-1+ Δ	-7+ Δ	-7	-12+ Δ	0		-18	-23	-28	3	3	7	9
14	18							+8	+12	+20	-2+ Δ	-8+ Δ	-8	-15+ Δ	0		-22	-28	-35	3	4	8	12
18	24	+110	+65	+40	+20	+7	0	+10	+14	+24	-2+ Δ	-9+ Δ	-9	-17+ Δ	0		-26	-34	-43	4	5	9	14
24	30							+130	+80	+50	+25	+9	0	+13	+18		+28	-2+ Δ	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0	-32
30	40	+120	+80	+50	+25	+9	0	+16	+99	+34	-3+ Δ	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0		-37	-51	-71	5	7	13	19
40	50							+150	+120	+72	+36	+12	0	+18	+26		+41	-3+ Δ	-15+ Δ	-15	-27+ Δ	0	-43
50	65	+140	+100	+60	+30	+10	0	+22	+30	+47	-4+ Δ	-17+ Δ	-17	-31+ Δ	0		-50	-77	-122	6	9	17	26
65	80							+170	+170	+100	+50	+15	0	+25	+36		+55	-4+ Δ	-20+ Δ	-20	-34+ Δ	0	-56
80	100	+180	+120	+72	+36	+12	0	+29	+39	+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0		-62	-81	-140	7	9	20	29
100	120							+200	+190	+110	+56	+17	0	+25	+36		+55	-4+ Δ	-20+ Δ	-20	-34+ Δ	0	-56
120	140	+210	+145	+85	+43	+14	0	+33	+43	+66	-5+ Δ	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0		-68	-98	-170	7	11	21	32
140	160							+230	+170	+100	+50	+15	0	+29	+39		+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	-62
160	180	+240	+170	+100	+50	+15	0	+33	+43	+66	-5+ Δ	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0		-68	-114	-208	7	11	21	32
180	200							+260	+190	+110	+56	+17	0	+29	+39		+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	-62
200	225	+280	+170	+100	+50	+15	0	+33	+43	+66	-5+ Δ	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0		-68	-126	-232	7	13	23	34
225	250							+300	+190	+110	+56	+17	0	+29	+39		+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	-62
250	280	+330	+190	+110	+56	+17	0	+33	+43	+66	-5+ Δ	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0		-68	-126	-232	7	13	23	34
280	315							+360	+190	+110	+56	+17	0	+29	+39	+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	-62	-108
315	355	+400	+210	+125	+62	+18	0	+33	+43	+66	-5+ Δ	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0	-68	-126	-232	7	13	23	34	
355	400							+440	+210	+125	+62	+18	0	+29	+39	+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	-62	-108
400	450	+480	+230	+135	+68	+20	0	+33	+43	+66	-5+ Δ	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0	-68	-126	-232	7	13	23	34	
450	500							+480	+230	+135	+68	+20	0	+29	+39	+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0	-62	-108

* Если IT – нечётное число, значения EI и ES округляют до ближайших меньших целых чисел

Если основные отклонения – нижние, то неосновные отклонения

$$ES = EI + IT; \quad (6.1)$$

$$es = ei + IT. \quad (6.2)$$

Если основные отклонения – верхние, то неосновные отклонения

$$EI = ES - IT; \quad (6.3)$$

$$ei = es - IT. \quad (6.4)$$

Посадкой называется характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует степень свободы относительного перемещения сопрягаемых деталей.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия TD и вала Td различают посадки *с зазором* (рис. 6.2, а), *с натягом* (рис. 6.2, б) и *переходные*, в которых возможно получение как зазора, так и натяга (рис. 6.2, в).



Рис. 6.2. Схемы посадок с зазором (а), с натягом (б) и переходных (в)

Наибольший и наименьший зазоры – два предельных значения, между которыми должен находиться зазор:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}; \quad (6.5)$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}. \quad (6.6)$$

Наибольший и наименьший натяги – два предельных значения, между которыми должен находиться натяг:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}; \quad (6.7)$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}. \quad (6.8)$$

У посадок с зазором наименьший зазор может быть равен нулю, а у посадок с натягом нулевым может быть наименьший натяг.

Если в результате расчета получается отрицательная величина зазора S , это означает, что в посадке на самом деле присутствует натяг:

$$N_{\max} = -S_{\min}; \quad (6.9)$$

$$N_{\min} = -S_{\max}. \quad (6.10)$$

Формулы (6.9) и (6.10) используют также для перевода отрицательных натягов в зазоры.

ЕСДП предусмотрены две системы образования посадок: 1) система отверстия и 2) система вала.

В *системе отверстия* (СА) индекс поля допуска отверстия всегда H , а посадки с зазором, с натягом или переходные обеспечиваются назначением соответствующего индекса поля допуска вала. Экономически это наиболее целесообразное решение, так как обеспечить заданное положение поля допуска отверстия технологически всегда сложнее, чем заданное положение поля допуска вала.

Однако в случае, если на один и тот же вал необходимо посадить различные сборочные единицы (зубчатые колеса, шкивы, муфты, подшипники) с различными посадками, следует использовать *систему вала* (СВ). В этой системе индекс поля допуска вала всегда h , а посадки с зазором, с натягом или переходные обеспечиваются назначением соответствующего индекса поля допуска отверстия.

При прочих равных условиях система отверстия должна рассматриваться как предпочтительная.

Пример выполнения задания

Исходные данные: диаметр отверстия $35N7$, диаметр вала $35h6$.

Решение

Судя по индексам полей допусков отверстия (N) и вала (h), посадка соединения обеспечивается в системе вала (СВ).

Остальные результаты решения приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.4. Определение типа посадки

№ п/п	Определяемая величина	Обозначение, размерность	Формула или номер формулы	Результат
Отверстие				
1	Номинальный диаметр	D , мм	исходные данные	35
2	Поле допуска (7-й квалитет)	TD , мкм	табл. 6.1	25

3	Основное предельное отклонение (верхнее)	ES , мкм	табл. 6.2	-8
4	Неосновное предельное отклонение (нижнее)	EI , мкм	(6.3)	-33
5	Наибольший предельный размер	D_{\max} , мм	(2.1)	34,992
6	Наименьший предельный размер	D_{\min} , мм	(2.3)	34,967
Вал				
7	Номинальный диаметр	d , мм	исходные данные	35
8	Поле допуска (6-й квалитет)	Td , мкм	табл. 6.1	16
9	Основное предельное отклонение (верхнее)	es , мкм	табл. 6.3	0
10	Неосновное предельное отклонение (нижнее)	ei , мкм	(6.4)	-16
11	Наибольший предельный размер	d_{\max} , мм	(2.2)	35,000
12	Наименьший предельный размер	d_{\min} , мм	(2.4)	34,984
Соединение				
13	Наибольший зазор	S_{\max} , мм	(6.5)	0,008
14	Наименьший зазор	S_{\min} , мм	(6.6)	-0,033
15	Наибольший натяг	N_{\max} , мм	(6.9)	0,033
Вывод: в соединении предусмотрена переходная посадка				

Контрольные вопросы

1. Какое основное отклонение имеет поверхность $\varnothing 100N7$?
2. В каких системах обеспечиваются следующие посадки:
 - а) $\varnothing 20 \frac{H7}{e7}$;
 - б) $\varnothing 20 \frac{H7}{h7}$;
 - в) $\varnothing 20 \frac{Js7}{h7}$?
3. Какая из приведенных выше посадок является переходной?