

Міністерство освіти і науки України
Миколаївський національний аграрний університет



Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання:
методичні рекомендації для виконання розрахунково-графічної роботи
здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної форми здобуття вищої освіти».

Миколаїв
2024

УДК 621:62-182.8

В-11

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету механізації сільського господарства Миколаївського національного аграрного університету, протокол № 2 від 01.10.2024 р.

Укладачі:

Іванов Г. О. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.

Бабенко Д. В. – канд. техн. наук, професор, перший проректор, Миколаївський національний аграрний університет.

Доценко Н.А., д-р пед. наук, професорка, професорка кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет..

Полянський П.М. – канд. екон. наук, доцент, в.о. завідувача кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.

Степанов С.М. – ст. викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.

Баранова О.В. – асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет

Рецензенти:

Горбенко О.А. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет

Марченко Д.Д. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет

© Миколаївський національний аграрний університет, 2024

1. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань. Посадка з зазором

Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення

Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка
1	2	3	4	5	6
1	Ø12H7/d6	14	Ø40H8/h7	27	Ø96H8/e7
2	Ø30D8/h7	15	Ø16H7/f6	28	Ø128H7/h6
3	Ø54H8/s7	16	Ø125H7/h6	29	Ø160H7/f6
4	Ø18H7/h6	17	Ø14H8/f7	30	Ø9H9/f8
5	Ø160H8/h8	18	Ø100H9/h8	31	Ø6H8/g6
6	Ø10H8/r7	19	Ø80H7/g6	32	Ø15F7/h6
7	Ø180H8/h7	20	Ø170H8/f7	33	Ø7H7/f6
8	Ø8H7/d7	21	Ø145H7/g6	34	Ø27H7/h6
9	Ø65D9/h8	22	Ø14G9/h8	35	Ø17H8/c8
10	Ø36H8/f7	23	Ø28H6/h7	36	Ø39H7/f6
11	Ø130H7/g6	24	Ø48D8/h7	37	Ø58H9/e8
12	Ø28H7/f6	25	Ø66H7/f6	38	Ø78H8/f7
13	Ø75E9/h8	26	Ø90H7/g6	39	Ø86H9/d8

Приклад. Задано з'єднання Ø46E10/h9. Посадка в системі вала з зазором.

1. За варіантом завдання вибрати вихідні дані для розрахунку геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань.

За номінальним розміром з'єднання $D = 46$ мм і посадкою визначаємо граничні відхилення отвору і вала (табл. 1,3 і табл. 1,4):

Ø46E10: $ES = +150$ мкм = $+0,150$ мм; $EI = +50$ мкм = $+0,050$ мм.

Ø46h9: $es = 0$ мкм, $ei = -62$ мкм = $-0,062$ мм.

2. Визначити: граничні розміри отвору і вала, граничні зазори або натяги, допуск посадки, перевірити правильність розрахунку допуску посадки.

Граничні розміри отвору і вала підраховуємо за формулами:

$$D_{\min} = D + EI = 46 + 0,050 = 46,050 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = D + ES = 46 + 0,150 = 46,150 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = D + ei = 46 + (-0,062) = 45,938 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = D + es = 46 + 0 = 46,000 \text{ мм}.$$

Допуски отвору і вала:

$$TD = ES - EI = 0,150 - 0,050 = 0,100 \text{ мм};$$

$$Td = es - ei = 0 - (-0,062) = 0,062 \text{ мм}.$$

Граничні зазори підраховуємо за формулами:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,150 - (-0,062) = 0,212 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0,050 - 0 = 0,050 \text{ мм}.$$

Допуск посадки визначаємо за формулою:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,212 - 0,050 = 0,162 \text{ мм}.$$

Перевірочна формула:

$TS = TD + Td = 0,10 + 0,062 = 0,162$ мм.

3. Накресліти: схему розташування полів допусків з'єднання; ескізи з'єднання, отвору і вала з отримання посадок і відхилів.

Схема розташування полів допусків деталей з'єднання дана на рис. 1.1.

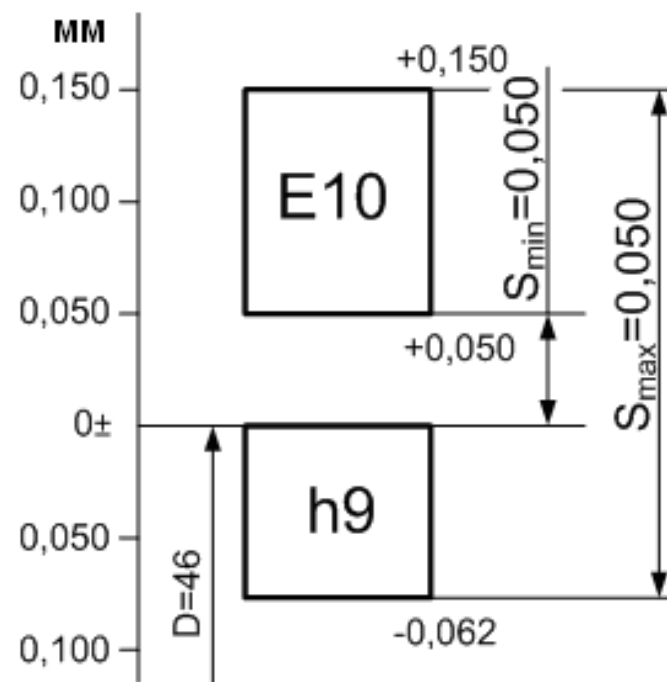


Рис. 1.1. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\varnothing 46E10/h9$

Ескізи з'єднання, отвору і вала з отримання посадок і відхилів наведено на рис. 1.2.

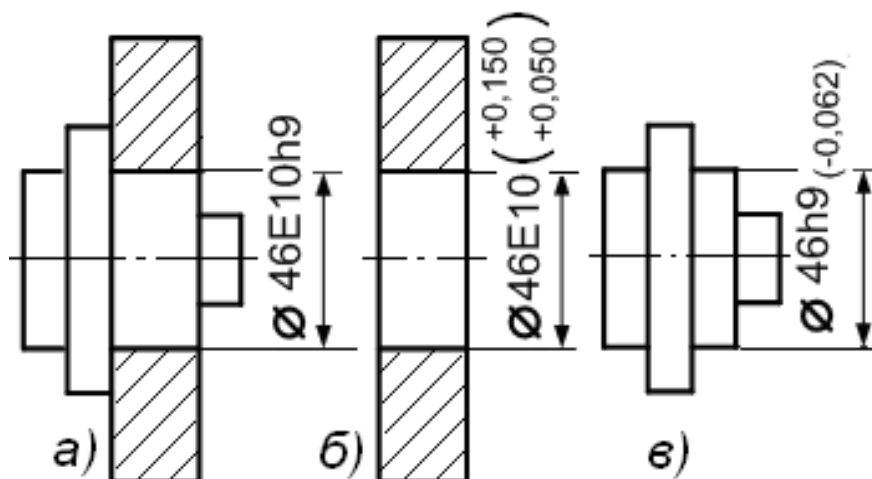


Рис. 1.2. Ескізи з'єднання (а), отвору (б) і вала (в)

Таблиця 1.2

Числові значення допусків за ДСТУ 2500-94, вибірка

Інтервали номінальних розмірів, мм, (понад – до)	Квалітет																	
	МКМ									ММ								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18				
До 3 включно	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	1,00	1,40				
3 - 6	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	1,20	1,80				
6 - 10	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	1,50	2,50				
10 - 18	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,80	2,70				
18 - 30	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	2,10	3,30				
30 - 50	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	2,50	3,90				
50 - 80	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	3,00	4,60				
80 - 120	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	3,50	5,40				
120 - 180	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	4,00	6,30				
180 - 250	14	20	29	46	72	115	1850	290	0,46	0,72	1,15	1,85	5,20	7,20				
250 - 315	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	5,70	8,10				
315 - 400	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,230	6,30	8,90				
400 - 500	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55,	2,50	7,00	9,70				
500 - 630	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	8,00	11,0				
630 - 800	25	33	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	9,00	12,5				
800 - 1000	29	40	56	90	140	230	360	560	1,05	1,40	2,30	3,60	10,5	14,0				
1000 - 1250	34	46	66	105	165	260	420	660	1,25	1,65	2,60	4,20	12,5	16,5				
1250 - 1600	40	54	73	125	195	310	500	780	1,50	1,95	3,10	5,00	15,0	19,5				
1600 - 2000	43	65	92	150	230	370	600	920	1,75	2,30	3,70	6,00	17,5	23,0				
2000 - 2500	57	77	110	175	280	440	700	1100	2,10	2,80	4,40	7,00	21,0	28,0				

Таблиця 1.3. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34 +16	+24 +6	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—
14 – 18											
18 – 24	+41 +20	+28 +7	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	— -33 -54
24 – 30											
30 – 40	+50 +25	+3 -9	+25 0	+12 -12	+1 -18	0 -25	-8 -33	-17 -44	-25 -50	-34 -59	-39 -64 -45 -70
40 – 50											
50 – 65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85 -64 -94
65 – 80											
80 – 100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113 -91 -126
100 – 120											
120 – 140	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-48 -88	-77 -117	-107 -147 -119 -159 -131 -171
140 – 160											
160 – 180											
180 – 200	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-60 -106	-105 -151	-149 -195 -163 -209 -179 - 225
200 – 225											
225 – 250											
250 – 280	+108 +56	+69 +17	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	-74 -126	-138 -190	-198 -250 -220 -272
280 – 315											
315 – 355	+119 -62	+75 +18	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-87 -144	-169 -226	-247 -304 -273 -330
355 – 400											
400 – 450	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-103 -166	-209 -272	-307 -370 -337 -400
450 – 500											

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+4 0	+7 -7	0 -11	-	-1 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Понад 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+22 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
6 – 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
10 – 14	+77 +50	+49 +32	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	+2 -25	-3 -30	-33 -60	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+43 0	+21 -21
14 – 18														
18 – 24	+98 +65	+73 +40	+53 +20	+33 0	+16 -16	+10 -23	+4 -29	-3 -36	-11 -74 -48 -81	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+52 0	+26 -26
24 – 30														
30 – 40	+119 +80	+89 +50	+61 +25	+39 0	+19 -19	+12 -27	+5 -34	-3 -42	-60 -99 -70 -109	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+62 0	+31 -31
40 – 50														
50 – 65	+146 +100	+106 +60	+76 +30	+46 0	+23 -23	+14 -32	+5 -41	-4 -50	-87 -133 -102 -148	+174 +100	+131 +60	+104 +30	+74 0	+37 -37
65 – 80														
80 – 100	+174 +120	+126 +72	+90 +36	+54 0	+27 127	+16 -38	+6 -48	-4 -58	-124 -178 -144 -198	+207 +120	+159 +72	+123 +36	+87 0	+43 -43
100 – 120														
120 – 140									-170 -233					
140 – 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+165 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
160 – 180									-210 -273					
180 – 200									-236 -308					
200 – 226	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-258 -330 -284 -356	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57
225 – 250														
250 – 280	+271 +190	+191 +110	+137 +56	+81 0	+40 -40	+25 -56	+9 -72	-5 -86	-315 -396 -350 -431	+320 +190	+240 +110	+186 +56	+130 0	+65 -65
280 – 315														
315 – 355	+299 +210	+214 +125	+151 +62	+89 0	+44 -44	+28 -61	+11 -78	-5 -94	-390 -479 -435 -521	+350 +210	+265 +125	+202 +62	+140 0	+70 -70
355 – 400														
400 – 450	+327 +230	+232 +135	+165 +68	+97 0	+48 -48	+29 -68	+11 -86	-6 -103	-490 -587 -540 -637	+385 +230	+290 +135	+223 +68	+155 0	+77 -77
450 – 500														

Таблиця 1.4. Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	—16 —27	—6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18		—17	—11	—5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	—20 —33	—7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30		—20	—13	—6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	
30 – 40	—25 —41	—9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
40 – 50		—25	—16	—8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
50 – 65	—30 —49	—10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
65 – 80		—29	—19	—9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
80 – 100	—36 —58	—12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
100 – 120		—34	—22	—11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
120 – 140	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+88	+117	+147
+63									+92	+122	
+90									+125	+159	
+65									+100	+134	
140 – 160	—68	—39	—25	—12,5	+3	+15	+27	+4	+93	+133	+171
+68									+108	+146	
160 – 180	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106	+151	+195
+77									+122	+166	
+109									+159	+209	
180 – 200	—79	—44	—29	—14,5	+4	+17	+31	+50	+80	+130	+180
+113									+169	+225	
+84									+140	+196	
200 – 225	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126	+190	+250
+94									+158	+218	
225 – 250	—88	—49	—32	—16,0	+4	+20	+34	+56	+130	+202	+272
+98									+170	+240	
250 – 280	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144	+226	+304
+106									+190	+268	
+150									+244	+330	
280 – 315	—98	—54	—36	—18,0	+4	+21	+37	+62	+114	+208	+294
+114									+208	+294	
315 – 355	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+166	+272	+370
+126									+232	+330	
355 – 400	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172	+292	+400
+132									+252	+360	
400 – 450	—108	—60	—40	—20,0	+5	+23	+40	+68	+172	+292	+400
+132									+252	+360	
450 – 500	—108	—60	—40	—20,0	+5	+23	+40	+68	+172	+292	+400
+132									+252	+360	

Продовження табл. 1.4

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	—	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	—	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
14 – 18	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
120 – 140	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
180 – 200	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
225 – 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
250 – 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
315 – 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
400 – 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
	-135	-68	0	+31	+68	+8			

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхили, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
6 – 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+40	+50	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
14 – 18								+67	+77					
								+40	+50					
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73	-117	-92	-72	-52	-26
24 – 30							+81	+97	+121					
							+48	+64	+88					
30 – 40	-120						+99	+119	+151					
	-159	-80	-50	-25	0	+19	+60	+80	+112	-80	-50	-25	0	+31
40 – 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
50 – 65	-140						+133	+168	+218					
	-186	-100	-60	-30	0	+23	+87	+122	+172	-100	-60	-30	0	+37
65 – 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
80 – 100	-170						+178	+232	+312					
	-224	-120	-72	-36	0	+27	+124	+178	+258	-120	-72	-36	0	+43
100 – 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
120 – 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
140 – 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
160 – 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
180 – 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
200 – 225	-230	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
225 – 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
250 – 280	-300						+396	+556	+791					
	-381	-190	-110	-56	0	+40	+315	+475	+710	-190	-110	-56	0	+65
280 – 315	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	+871	-320	-240	-486	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
315 – 355	-360						+479	+679	+989					
	-449	-210	-125	-62	0	+44	+390	+390	+900	-210	-125	-62	0	+70
355 – 400	-400	-299	-214	-151	-89	-44	+524	+749	+1089	-350	-265	-302	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
400 – 450	-440						+587	+837	+1197					
	-537	-230	-135	-68	0	+48	+490	+740	+1100	-230	-135	-68	0	+77
450 – 500	-480	-327	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

2. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань. Посадка з натягом

Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення

Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка
1	2	3	4	5	6
1	Ø12H7/s6	14	Ø40H8/s7	27	Ø96H7/r610
2	Ø30H8/u7	15	Ø16H7/s6	28	Ø128S7/h6
3	Ø54H8/s7	16	Ø125P7/h6	29	Ø160H7/s6
4	Ø18H7/t6	17	Ø14H8/u7	30	Ø9R7/h8
5	Ø160H9/u7	18	Ø100R7/h7	31	Ø6H9/u7
6	Ø10H8/s7	19	Ø8S7/h6	32	Ø15S7/h6
7	Ø180P7/h6	20	Ø170S7/h7	33	Ø7H7/s6
8	Ø8R7/h6	21	Ø145H7/s6	34	Ø27T7/h6
9	Ø65S7/h7	22	Ø14T7/h7	35	Ø17H9/s7
10	Ø36H8/u7	23	Ø28H7/t6	36	Ø39S7/h6
11	Ø130T7/h6	24	Ø48P7/h6	37	Ø58H7/t6
12	Ø28H7/s6	25	Ø66H7/t6	38	Ø78P7/h7
13	Ø75T7/h7	26	Ø90T7/h6	39	Ø86R7/h6

Приклад. Задано з'єднання Ø90T7/h6. Посадка в системі вала з натягом.

За номінальним розміром з'єднання $D = 90$ мм і полями допусків отвору і вала визначаємо граничні відхилення отвору і вала (табл. 2.3 і табл. 2.4):

Ø90T7: EI = -113 мкм = -0,113 мм, ES = -78 мкм = -0,078 мм;

Ø90h6: es = 0 мкм, ei = -22 мкм = -0,022 мм.

Граничні розміри отвору і вала підраховуємо за формулами: $D_{\min} = D + EI = 90 + (-0,113) = 9,887$ мм;

$D_{\max} = D + ES = 90 + (-0,078) = 9,922$ мм;

$d_{\min} = D + ei = 90 + (-0,022) = 9,978$ мм;

$d_{\max} = D + es = 90 + 0 = 9,000$ мм.

Допуски отвору і вала:

$TD = ES - EI = -0,078 - (-0,113) = 0,035$ мм;

$Td = es - ei = 0 - (-0,022) = 0,022$ мм.

Граничні натяги підраховуємо за формулами:

$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,113) = 0,113$ мм;

$N_{\min} = ei - ES = -0,022 - (-0,078) = 0,056$ мм.

Допуск посадки визначаємо за формулою:

$TN = N_{\max} - N_{\min} = 0,113 - 0,056 = 0,057$ мм.

Перевірочна формула:

$TN = TD + Td = 0,035 + 0,022 = 0,057$ мм.

Схема розташування полів допусків деталей з'єднання дана на рис. 2.1.

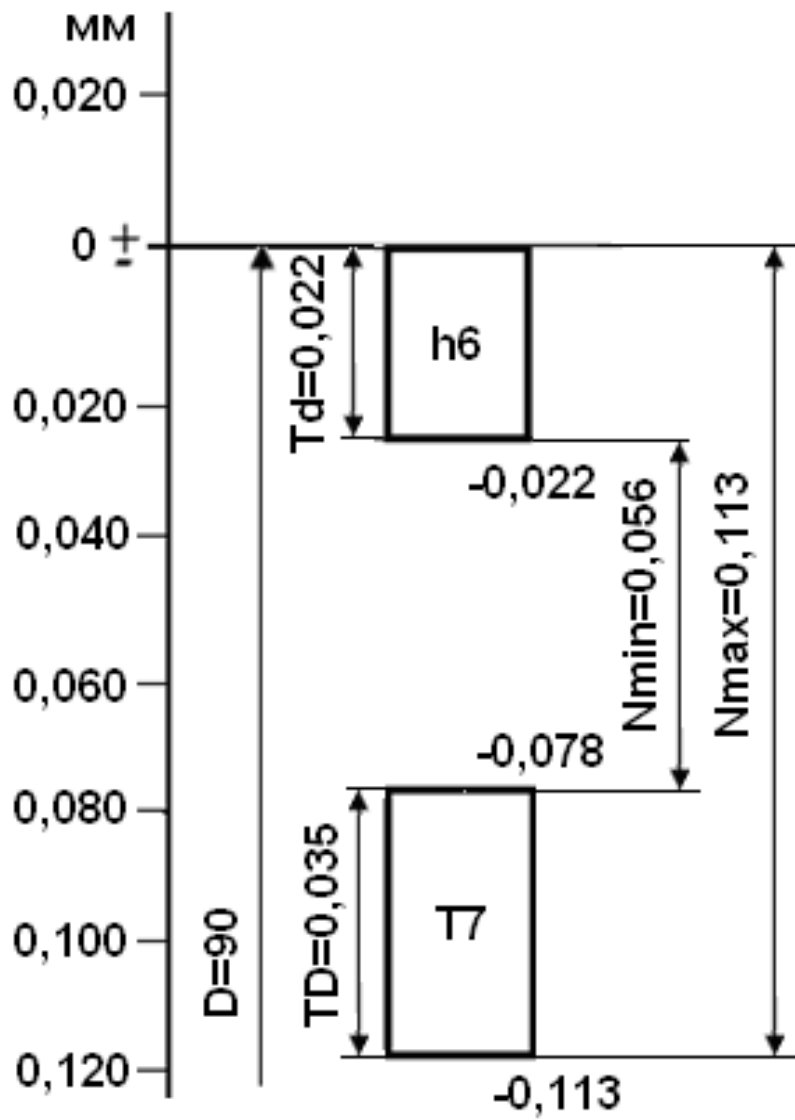


Рис. 2.1. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\varnothing 90T7/h6$

Таблиця 2.2

Числові значення допусків за ДСТУ 2500-94, вибірка

Інтервали номінальних розмірів, мм, (понад – до)	Квалітет																	
	МКМ									ММ								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18				
До 3 включно	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	1,00	1,40				
3 - 6	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	1,20	1,80				
6 - 10	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	1,50	2,50				
10 - 18	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,80	2,70				
18 - 30	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	2,10	3,30				
30 - 50	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	2,50	3,90				
50 - 80	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	3,00	4,60				
80 - 120	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	3,50	5,40				
120 - 180	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	4,00	6,30				
180 - 250	14	20	29	46	72	115	1850	290	0,46	0,72	1,15	1,85	5,20	7,20				
250 - 315	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	5,70	8,10				
315 - 400	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,230	6,30	8,90				
400 - 500	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55,	2,50	7,00	9,70				
500 - 630	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	8,00	11,0				
630 - 800	25	33	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	9,00	12,5				
800 - 1000	29	40	56	90	140	230	360	560	1,05	1,40	2,30	3,60	10,5	14,0				
1000 - 1250	34	46	66	105	165	260	420	660	1,25	1,65	2,60	4,20	12,5	16,5				
1250 - 1600	40	54	73	125	195	310	500	780	1,50	1,95	3,10	5,00	15,0	19,5				
1600 - 2000	43	65	92	150	230	370	600	920	1,75	2,30	3,70	6,00	17,5	23,0				
2000 - 2500	57	77	110	175	280	440	700	1100	2,10	2,80	4,40	7,00	21,0	28,0				

Таблиця 2.3. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34 +16	+24 +6	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—
14 – 18											
18 – 24	+41 +20	+28 +7	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	—
24 – 30											-33 -54
30 – 40	+50 +25	+3 -9	+25 0	+12 -12	+1 -18	0 -25	-8 -33	-17 -44	-25 -50	-34 -59	-39 -64
40 – 50											-45 -70
50 – 65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85
65 – 80									-32 -62	-48 -78	-64 -94
80 – 100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113
100 – 120									-41 -76	-66 -101	-91 -126
120 – 140	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-48 -88	-77 -117	-107 -147
140 – 160									-50 -90	-85 -125	-119 -159
160 – 180									-53 -93	-93 -133	-131 -171
180 – 200	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-60 -106	-105 -151	-149 -195
200 – 225									-63 -109	-113 -159	-163 -209
225 – 250									-67 -113	-123 -169	-179 -225
250 – 280	+108 +56	+69 +17	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	-74 -126	-138 -190	-198 -250
280 – 315									-78 -130	-150 -202	-220 -272
315 – 355	+119 -62	+75 +18	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-87 -144	-169 -226	-247 -304
355 – 400									-93 -150	-187 -244	-273 -330
400 – 450	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-103 -166	-209 -272	-307 -370
450 – 500									-109 -172	-229 -292	-337 -400

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+4 0	+7 -7	0 -11	-	-1 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Понад 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+22 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
6 – 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
10 – 14	+77	459	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
14 – 18	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
18 – 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-11 -74	+117	+92	+72	+52	+26
24 – 30	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-48 -81	+65	+40	+20	0	-26
30 – 40	+119	+89	+61	+39	+19	+12	+5	-3	-60 -99	+142	+112	+87	+62	+31
40 – 50	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70 -109	+80	+50	+25	0	-31
50 – 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87 -133	+174	+131	+104	+74	+37
65 – 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102 -148	+100	+60	+30	0	-37
80 – 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124 -178	+207	+159	+123	+87	+43
100 – 120	+120	+72	+36	0	127	-38	-48	-58	-144 -198	+120	+72	+36	0	-43
120 – 140									-170 -233					
140 – 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+165 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
160 – 180									-210 -273					
180 – 200									-236 -308					
200 – 226	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-258 -330	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57
225 – 250									-284 -356					
250 – 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-315 -396	+320	+240	+186	+130	+65
280 – 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-350 -431	+190	+110	+56	0	-65
315 – 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-390 -479	+350	+265	+202	+140	+70
355 – 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-435 -521	+210	+125	+62	0	-70
400 – 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-490 -587	+385	+290	+223	+155	+77
450 – 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-540 -637	+230	+135	+68	0	-77

Таблиця 2.4. Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	—16 —27	—6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18		—17	—11	—5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	—20 —33	—7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30		—20	—13	—6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	
30 – 40	—25 —41	—9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64
40 – 50		—25	—16	—8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+48
50 – 65	—30 —49	—10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+85
65 – 80		—29	—19	—9,5	+2	+11	+20	+32	+41	+53	+66
80 – 100	—36 —58	—12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73	+93	+113
100 – 120		—34	—22	—11,0	+3	+13	+23	+37	+51	+71	+91
120 – 140	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+88	+117	+147
140 – 160									+63	+92	+122
									+90	+125	+159
160 – 180									+65	+100	+134
180 – 200	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+93	+133	+171
200 – 225									+68	+108	+146
									+106	+151	+195
225 – 250									+77	+122	+166
250 – 280	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126	+190	+250
280 – 315									+94	+158	+218
315 – 355	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+130	+202	+272
355 – 400									+98	+170	+240
400 – 450	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+144	+226	+304
450 – 500									+106	+190	+268
	+150	+244	+330								
	+114	+208	+294								
	+166	+272	+370								
	+126	+232	+330								
	+172	+292	+400								
	+132	+252	+360								

Продовження табл. 2.4

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	—	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	—	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
14 – 18	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
120 – 140	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
180 – 200	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
225 – 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
250 – 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
315 – 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
400 – 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450									

Продовження табл. 2.4

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхили, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
6 – 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+40	+50	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
14 – 18								+67	+77					
								+40	+50					
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73	-117	-92	-72	-52	-26
24 – 30							+81	+97	+121					
							+48	+64	+88					
30 – 40	-120						+99	+119	+151					
	-159	-80	-50	-25	0	+19	+60	+80	+112	-80	-50	-25	0	+31
40 – 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
50 – 65	-140						+133	+168	+218					
	-186	-100	-60	-30	0	+23	+87	+122	+172	-100	-60	-30	0	+37
65 – 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
80 – 100	-170						+178	+232	+312					
	-224	-120	-72	-36	0	+27	+124	+178	+258	-120	-72	-36	0	+43
100 – 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
120 – 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
140 – 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
160 – 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
180 – 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
200 – 225	-230	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
225 – 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
250 – 280	-300						+396	+556	+791					
	-381	-190	-110	-56	0	+40	+315	+475	+710	-190	-110	-56	0	+65
280 – 315	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	+871	-320	-240	-486	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
315 – 355	-360						+479	+679	+989					
	-449	-210	-125	-62	0	+44	+390	+390	+900	-210	-125	-62	0	+70
355 – 400	-400	-299	-214	-151	-89	-44	+524	+749	+1089	-350	-265	-302	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
400 – 450	-440						+587	+837	+1197					
	-537	-230	-135	-68	0	+48	+490	+740	+1100	-230	-135	-68	0	+77
450 – 500	-480	-327	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

3. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань. Посадка перехідна

Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення

Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка
1	2	3	4	5	6
1	Ø12H7/js6	14	Ø40K8/h7	27	Ø96H8/k7
2	Ø30K8/h7	15	Ø16H7/k6	28	Ø128JS7/h6
3	Ø54H8/k7	16	Ø125N7/h6	29	Ø160H7/m6
4	Ø18N7/h6	17	Ø14H8/n7	30	Ø9M8/h8
5	Ø160M9/h8	18	Ø100N8/h7	31	Ø6H8/js7
6	Ø10H8/n7	19	Ø8H8/js7	32	Ø15K7/h6
7	Ø180M8/h7	20	Ø170N8/h7	33	Ø7H7/js6
8	Ø8H8/n7	21	Ø145H7/m6	34	Ø27K7/h6
9	Ø65K8/h7	22	Ø14JS8/h8	35	Ø17H8m7
10	Ø36H8/js7	23	Ø28H7/k7	36	Ø39K7/h6
11	Ø130N7/h6	24	Ø48N8/h8	37	Ø58H8/n7
12	Ø28H7/m6	25	Ø66H7/js6	38	Ø78M8/h7
13	Ø75JS8/h8	26	Ø90M7/h6	39	Ø86N8/h7

Приклад. Задано з'єднання Ø170N8/h7. Посадка в системи вала посадка перехідна.

За номінальним розміром з'єднання $D = 170$ мм і посадкою Ø170N8/h7 визначаємо граничні відхилення отвору і вала (табл. 3.3 і табл. 3.4):

$$\text{Ø170N8: } ES = -4 \text{ мкм} = -0,004 \text{ мм, } EI = -67 \text{ мкм} = -0,067 \text{ мм;}$$

$$\text{Ø170h7: } es = 0 \text{ мкм, } ei = -40 \text{ мкм} = -0,040 \text{ мм.}$$

Граничні розміри отвору і вала підраховуємо за формулами:

$$D_{\min} = D + EI = 170 + (-0,067) = 169,933 \text{ мм;}$$

$$D_{\max} = D + ES = 170 + (-0,004) = 169,996 \text{ мм;}$$

$$d_{\min} = D + ei = 170 + (-0,040) = 169,960 \text{ мм;}$$

$$d_{\max} = D + es = 170 + 0 = 170,000 \text{ мм.}$$

Допуски отвору і вала:

$$TD = ES - EI = -0,004 - (-0,067) = 0,063 \text{ мм;}$$

$$Td = es - ei = 0 - (-0,040) = 0,040 \text{ мм.}$$

Граничні зазор і натяг підраховуємо за формулами:

$$S_{\max} = ES - ei = -0,004 - (-0,040) = 0,036 \text{ мм;}$$

$$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,067) = 0,067 \text{ мм.}$$

Допуск посадки визначаємо за формулою:

$$T(SN) = S_{\max} + N_{\max} = 0,036 + 0,067 = 0,103 \text{ мм.}$$

Перевірочна формула:

$$T(SN) = TD + Td = 0,063 + 0,040 = 0,103 \text{ мм.}$$

Схема розташування полів допусків деталей з'єднання дана на рис. 3.1.

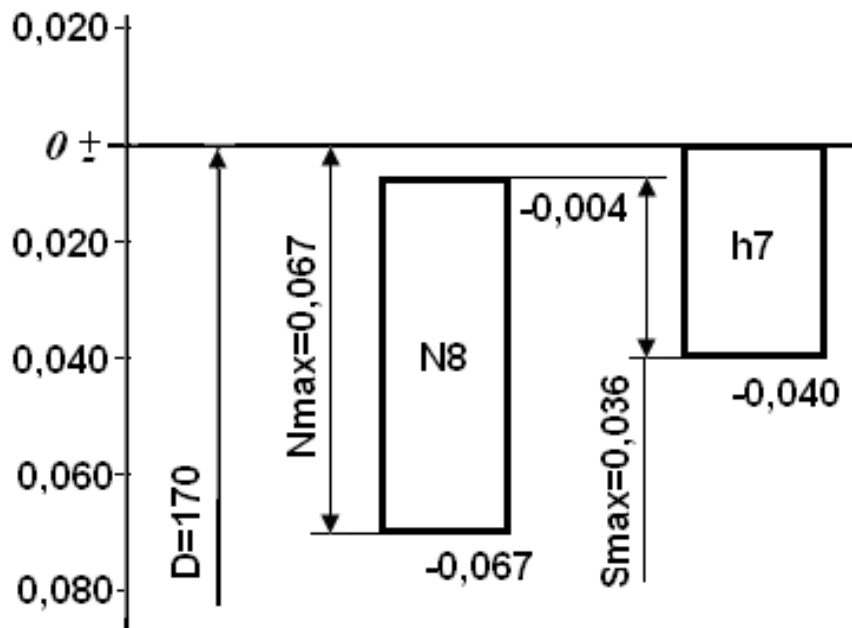


Рис. 3.1. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\varnothing 170N8/h7$

Ескізи з'єднання, отвору і вала з отриманням посадок і відхилів наведено на рис. 3.2.

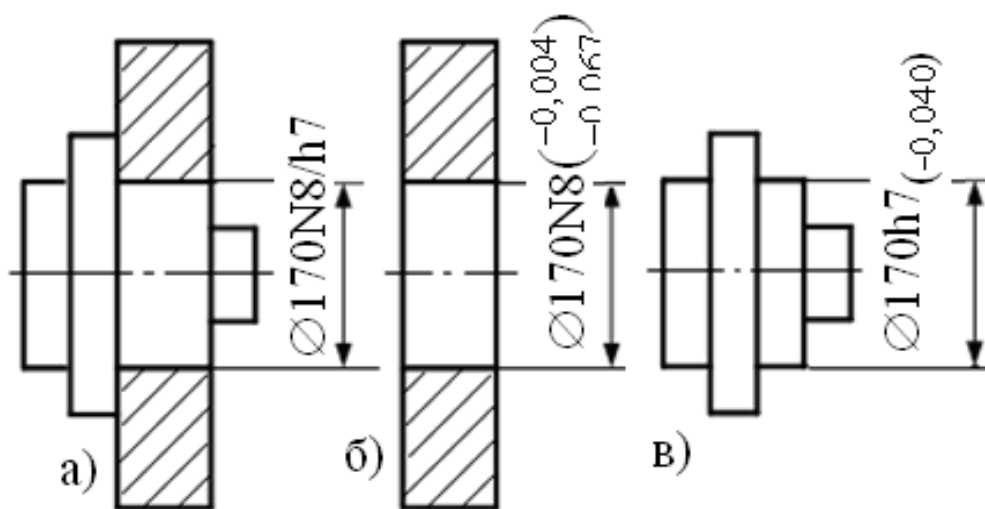


Рис. 3.2. Ескізи з'єднання (а), отвору (б) і вала (в)

Таблиця 3.2

Числові значення допусків за ДСТУ 2500-94, вибірка

Інтервали номінальних розмірів, мм, (понад – до)	Квалітет																	
	МКМ									ММ								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18				
До 3 включно	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	1,00	1,40				
3 - 6	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	1,20	1,80				
6 - 10	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	1,50	2,50				
10 - 18	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,80	2,70				
18 - 30	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	2,10	3,30				
30 - 50	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	2,50	3,90				
50 - 80	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	3,00	4,60				
80 - 120	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	3,50	5,40				
120 - 180	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	4,00	6,30				
180 - 250	14	20	29	46	72	115	1850	290	0,46	0,72	1,15	1,85	5,20	7,20				
250 - 315	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	5,70	8,10				
315 - 400	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,230	6,30	8,90				
400 - 500	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55,	2,50	7,00	9,70				
500 - 630	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	8,00	11,0				
630 - 800	25	33	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	9,00	12,5				
800 - 1000	29	40	56	90	140	230	360	560	1,05	1,40	2,30	3,60	10,5	14,0				
1000 - 1250	34	46	66	105	165	260	420	660	1,25	1,65	2,60	4,20	12,5	16,5				
1250 - 1600	40	54	73	125	195	310	500	780	1,50	1,95	3,10	5,00	15,0	19,5				
1600 - 2000	43	65	92	150	230	370	600	920	1,75	2,30	3,70	6,00	17,5	23,0				
2000 - 2500	57	77	110	175	280	440	700	1100	2,10	2,80	4,40	7,00	21,0	28,0				

Таблиця 3.3. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34 +16	+24 +6	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—
14 – 18											
18 – 24	+41 +20	+28 +7	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	—
24 – 30											-33 -54
30 – 40	+50 +25	+3 -9	+25 0	+12 -12	+1 -18	0 -25	-8 -33	-17 -44	-25 -50	-34 -59	-39 -64
40 – 50											-45 -70
50 – 65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85
65 – 80									-32 -62	-48 -78	-64 -94
80 – 100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113
100 – 120									-41 -76	-66 -101	-91 -126
120 – 140	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-48 -88	-77 -117	-107 -147
140 – 160									-50 -90	-85 -125	-119 -159
160 – 180									-53 -93	-93 -133	-131 -171
180 – 200	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-60 -106	-105 -151	-149 -195
200 – 225									-63 -109	-113 -159	-163 -209
225 – 250									-67 -113	-123 -169	-179 -225
250 – 280	+108 +56	+69 +17	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	-74 -126	-138 -190	-198 -250
280 – 315									-78 -130	-150 -202	-220 -272
315 – 355	+119 -62	+75 +18	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-87 -144	-169 -226	-247 -304
355 – 400									-93 -150	-187 -244	-273 -330
400 – 450	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-103 -166	-209 -272	-307 -370
450 – 500									-109 -172	-229 -292	-337 -400

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+4 0	+7 -7	0 -11	-	-1 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Понад 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+22 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
6 – 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
10 – 14	+77 +50	+49 +32	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	+2 -25	-3 -30	-33 -60	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+43 0	+21 -21
14 – 18														
18 – 24	+98 +65	+73 +40	+53 +20	+33 0	+16 -16	+10 -23	+4 -29	-3 -36	-11 -74 -48 -81	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+52 0	+26 -26
24 – 30														
30 – 40	+119 +80	+89 +50	+61 +25	+39 0	+19 -19	+12 -27	+5 -34	-3 -42	-60 -99 -70 -109	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+62 0	+31 -31
40 – 50														
50 – 65	+146 +100	+106 +60	+76 +30	+46 0	+23 -23	+14 -32	+5 -41	-4 -50	-87 -133 -102 -148	+174 +100	+131 +60	+104 +30	+74 0	+37 -37
65 – 80														
80 – 100	+174 +120	+126 +72	+90 +36	+54 0	+27 127	+16 -38	+6 -48	-4 -58	-124 -178 -144 -198	+207 +120	+159 +72	+123 +36	+87 0	+43 -43
100 – 120														
120 – 140									-170 -233					
140 – 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+165 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
160 – 180									-210 -273					
180 – 200									-236 -308					
200 – 226	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-258 -330 -284 -356	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57
225 – 250														
250 – 280	+271 +190	+191 +110	+137 +56	+81 0	+40 -40	+25 -56	+9 -72	-5 -86	-315 -396 -350 -431	+320 +190	+240 +110	+186 +56	+130 0	+65 -65
280 – 315														
315 – 355	+299 +210	+214 +125	+151 +62	+89 0	+44 -44	+28 -61	+11 -78	-5 -94	-390 -479 -435 -521	+350 +210	+265 +125	+202 +62	+140 0	+70 -70
355 – 400														
400 – 450	+327 +230	+232 +135	+165 +68	+97 0	+48 -48	+29 -68	+11 -86	-6 -103	-490 -587 -540 -637	+385 +230	+290 +135	+223 +68	+155 0	+77 -77
450 – 500														

Таблиця 3.4. Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	—16 —27	—6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18		—17	—11	—5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	—20 —33	—7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30		—20	—13	—6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	
30 – 40	—25 —41	—9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
40 – 50		—25	—16	—8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
50 – 65	—30 —49	—10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
65 – 80		—29	—19	—9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
80 – 100	—36 —58	—12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
100 – 120		—34	—22	—11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
120 – 140	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+88	+117	+147
+63									+92	+122	
+90									+125	+159	
+65									+100	+134	
140 – 160	—68	—39	—25	—12,5	+3	+15	+27	+4	+93	+133	+171
+68									+108	+146	
160 – 180	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106	+151	+195
+77									+122	+166	
180 – 200	—79	—44	—29	—14,5	+4	+17	+31	+50	+109	+159	+209
+80									+130	+180	
200 – 225	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+113	+169	+225
225 – 250									+84	+140	+196
250 – 280	—88	—49	—32	—16,0	+4	+20	+34	+56	+126	+190	+250
280 – 315									+94	+158	+218
315 – 355	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+130	+202	+272
355 – 400									+98	+170	+240
400 – 450	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+144	+226	+304
450 – 500									+106	+190	+268
									+150	+244	+330
									+114	+208	+294
									+166	+272	+370
									+126	+232	+330
									+172	+292	+400
									+132	+252	+360

Продовження табл. 3.4

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	—	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	—	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
14 – 18	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
120 – 140	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
180 – 200	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
225 – 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
250 – 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
315 – 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
400 – 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500									

Продовження табл. 3.4

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхили, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
6 – 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+40	+50	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
14 – 18								+67	+77					
								+40	+50					
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73	-117	-92	-72	-52	-26
24 – 30							+81	+97	+121					
							+48	+64	+88					
30 – 40	-120						+99	+119	+151					
	-159	-80	-50	-25	0	+19	+60	+80	+112	-80	-50	-25	0	+31
40 – 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
50 – 65	-140						+133	+168	+218					
	-186	-100	-60	-30	0	+23	+87	+122	+172	-100	-60	-30	0	+37
65 – 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
80 – 100	-170						+178	+232	+312					
	-224	-120	-72	-36	0	+27	+124	+178	+258	-120	-72	-36	0	+43
100 – 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
120 – 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
140 – 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
160 – 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
180 – 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
200 – 225	-230	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
225 – 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
250 – 280	-300						+396	+556	+791					
	-381	-190	-110	-56	0	+40	+315	+475	+710	-190	-110	-56	0	+65
280 – 315	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	+871	-320	-240	-486	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
315 – 355	-360						+479	+679	+989					
	-449	-210	-125	-62	0	+44	+390	+390	+900	-210	-125	-62	0	+70
355 – 400	-400	-299	-214	-151	-89	-44	+524	+749	+1089	-350	-265	-302	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
400 – 450	-440						+587	+837	+1197					
	-537	-230	-135	-68	0	+48	+490	+740	+1100	-230	-135	-68	0	+77
450 – 500	-480	-327	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

4. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань. Посадка з зазором

Вихідні дані для визначення основних елементів наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення

Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка		
1	2	3	4	5	6
1	Ø12H7/d6	14	Ø40H8/h7	27	Ø96H8/e7
2	Ø30D8/h7	15	Ø16H7/f6	28	Ø128H7/h6
3	Ø54H8/f7	16	Ø125H7/h6	29	Ø160H7/f6
4	Ø18H7/h6	17	Ø14H8/f7	30	Ø9H9/f8
5	Ø160H8/h8	18	Ø100H9/h8	31	Ø6H8/g6
6	Ø10H8/r7	19	Ø80H7/g6	32	Ø15F7/h6
7	Ø180H8/h7	20	Ø170H8/f7	33	Ø7H7/f6
8	Ø8H7/d7	21	Ø145H7/g6	34	Ø27H7/h6
9	Ø65D9/h8	22	Ø14G9/h8	35	Ø17H8/c8
10	Ø36H8/f7	23	Ø28H6/h7	36	Ø39H7/f6
11	Ø130H7/g6	24	Ø48D8/h7	37	Ø58H9/e8
12	Ø28H7/f6	25	Ø66H7/f6	38	Ø78H8/f7
13	Ø75E9/h8	26	Ø90H7/g6	39	Ø86H9/d8

Приклад. Задано з'єднання Ø46E10/h9.

Посадка в системі вала з зазором.

1. За варіантом завдання вибрати вихідні дані для розрахунку геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань.

За номінальним розміром з'єднання $D = 46$ мм і посадкою визначаємо граничні відхилення отвору і вала (табл. 3 і табл. 4):

Ø46h9: $es = 0$ мкм, $ei = -62$ мкм = $-0,062$ мм.

Ø46E10: $ES = +150$ мкм = $+0,150$ мм; $EI = +50$ мкм = $+0,050$ мм.

2. Визначити: граничні розміри отвору і вала, граничні зазори або натяги, допуск посадки, перевірити правильність розрахунку допуску посадки.

Граничні розміри отвору і вала підраховуємо за формулами:

$$D_{\min} = D + EI = 46 + 0,050 = 46,050 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = D + ES = 46 + 0,150 = 46,150 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = D + ei = 46 + (-0,062) = 45,938 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = D + es = 46 + 0 = 46,000 \text{ мм}.$$

Допуски отвору і вала:

$$TD = ES - EI = 0,150 - 0,050 = 0,100 \text{ мм};$$

$$Td = es - ei = 0 - (-0,062) = 0,062 \text{ мм}.$$

Граничні зазори підраховуємо за формулами:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,150 - (-0,062) = 0,212 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0,050 - 0 = 0,050 \text{ мм}.$$

Допуск посадки визначаємо за формулою:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,212 - 0,050 = 0,162 \text{ мм}.$$

Перевірочна формула:

$TS = TD + Td = 0,10 + 0,062 = 0,162$ мм.

3. Накресліти: схему розташування полів допусків з'єднання; ескізи з'єднання, отвору і вала з отримання посадок і відхилів.

Схема розташування полів допусків деталей з'єднання дана на рис. 4.1.

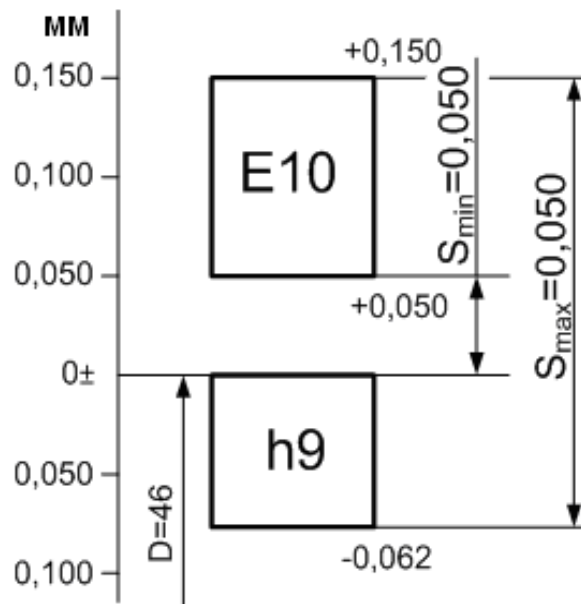


Рис. 4.1. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\varnothing 46E10/h9$

Ескізи з'єднання, отвору і вала з отримання посадок і відхилів наведено на рис. 4.2.

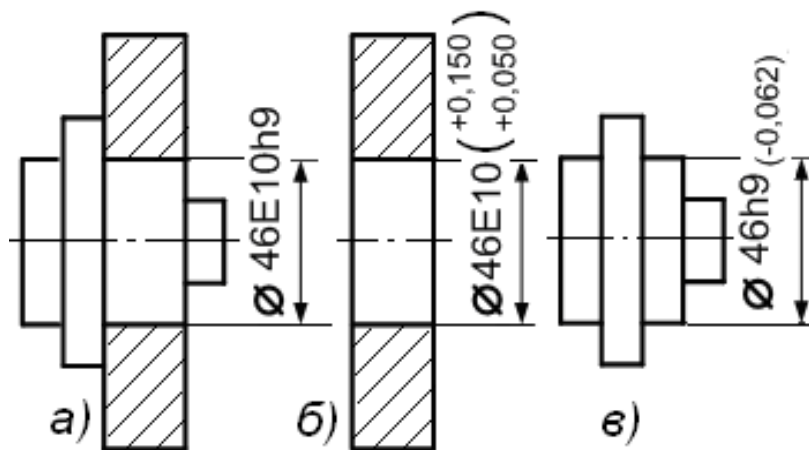


Рис. 4.2. Ескізи з'єднання (а), отвору (б) і вала (в)

Таблиця 4.2

Числові значення допусків за ДСТУ 2500-94, вибірка

Інтервали номінальних розмірів, мм, (понад – до)	Квалітет																	
	МКМ									ММ								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18				
До 3 включно	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	1,00	1,40				
3 - 6	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	1,20	1,80				
6 - 10	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	1,50	2,50				
10 - 18	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,80	2,70				
18 - 30	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	2,10	3,30				
30 - 50	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	2,50	3,90				
50 - 80	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	3,00	4,60				
80 - 120	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	3,50	5,40				
120 - 180	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	4,00	6,30				
180 - 250	14	20	29	46	72	115	1850	290	0,46	0,72	1,15	1,85	5,20	7,20				
250 - 315	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	5,70	8,10				
315 - 400	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,230	6,30	8,90				
400 - 500	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55,	2,50	7,00	9,70				
500 - 630	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	8,00	11,0				
630 - 800	25	33	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	9,00	12,5				
800 - 1000	29	40	56	90	140	230	360	560	1,05	1,40	2,30	3,60	10,5	14,0				
1000 - 1250	34	46	66	105	165	260	420	660	1,25	1,65	2,60	4,20	12,5	16,5				
1250 - 1600	40	54	73	125	195	310	500	780	1,50	1,95	3,10	5,00	15,0	19,5				
1600 - 2000	43	65	92	150	230	370	600	920	1,75	2,30	3,70	6,00	17,5	23,0				
2000 - 2500	57	77	110	175	280	440	700	1100	2,10	2,80	4,40	7,00	21,0	28,0				

Таблиця 4.3. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34 +16	+24 +6	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—
14 – 18											
18 – 24	+41 +20	+28 +7	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	— -33 -54
24 – 30											
30 – 40	+50 +25	+3 -9	+25 0	+12 -12	+1 -18	0 -25	-8 -33	-17 -44	-25 -50	-34 -59	-39 -64 -45 -70
40 – 50											
50 – 65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85 -64 -94
65 – 80											
80 – 100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113 -91 -126
100 – 120											
120 – 140	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-48 -88	-77 -117	-107 -147 -119 -159 -131 -171
140 – 160											
160 – 180											
180 – 200	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-60 -106	-105 -151	-149 -195 -163 -209 -179 - 225
200 – 225											
225 – 250											
250 – 280	+108 +56	+69 +17	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	-74 -126	-138 -190	-198 -250 -220 -272
280 – 315											
315 – 355	+119 -62	+75 +18	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-87 -144	-169 -226	-247 -304 -273 -330
355 – 400											
400 – 450	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-103 -166	-209 -272	-307 -370 -337 -400
450 – 500											

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+4 0	+7 -7	0 -11	-	-1 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Понад 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+22 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
6 – 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
10 – 14	+77	459	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
14 – 18	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
18 – 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-11 -74	+117	+92	+72	+52	+26
24 – 30	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-48 -81	+65	+40	+20	0	-26
30 – 40	+119	+89	+61	+39	+19	+12	+5	-3	-60 -99	+142	+112	+87	+62	+31
40 – 50	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70 -109	+80	+50	+25	0	-31
50 – 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87 -133	+174	+131	+104	+74	+37
65 – 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102 -148	+100	+60	+30	0	-37
80 – 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124 -178	+207	+159	+123	+87	+43
100 – 120	+120	+72	+36	0	127	-38	-48	-58	-144 -198	+120	+72	+36	0	-43
120 – 140									-170 -233					
140 – 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+165 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
160 – 180									-210 -273					
180 – 200									-236 -308					
200 – 226	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-258 -330	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57
225 – 250									-284 -356					
250 – 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-315 -396	+320	+240	+186	+130	+65
280 – 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-350 -431	+190	+110	+56	0	-65
315 – 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-390 -479	+350	+265	+202	+140	+70
355 – 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-435 -521	+210	+125	+62	0	-70
400 – 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-490 -587	+385	+290	+223	+155	+77
450 – 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-540 -637	+230	+135	+68	0	-77

Таблиця 4.4. Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	—16 —27	—6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18		—17	—11	—5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	—20 —33	—7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30		—20	—13	—6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	
30 – 40	—25 —41	—9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64
40 – 50		—25	—16	—8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+48
50 – 65	—30 —49	—10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+85
65 – 80		—29	—19	—9,5	+2	+11	+20	+32	+41	+53	+66
80 – 100	—36 —58	—12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73	+93	+113
100 – 120		—34	—22	—11,0	+3	+13	+23	+37	+51	+71	+91
120 – 140	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+88	+117	+147
140 – 160									+63	+92	+122
									+90	+125	+159
160 – 180									+65	+100	+134
180 – 200	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+93	+133	+171
200 – 225									+68	+108	+146
									+106	+151	+195
225 – 250									+77	+122	+166
250 – 280	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126	+190	+250
280 – 315									+94	+158	+218
315 – 355	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+130	+202	+272
355 – 400									+98	+170	+240
400 – 450	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+144	+226	+304
450 – 500									+106	+190	+268
	+150	+244	+330								
	+114	+208	+294								
	+166	+272	+370								
	+126	+232	+330								
	+172	+292	+400								
	+132	+252	+360								

Продовження табл. 4.4

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	—	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	—	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
14 – 18	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
120 – 140	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
180 – 200	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
225 – 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
250 – 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
315 – 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
400 – 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхили, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
6 – 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+40	+50	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
14 – 18								+67	+77					
								+40	+50					
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73	-117	-92	-72	-52	-26
24 – 30							+81	+97	+121					
							+48	+64	+88					
30 – 40	-120						+99	+119	+151					
	-159	-80	-50	-25	0	+19	+60	+80	+112	-80	-50	-25	0	+31
40 – 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
50 – 65	-140						+133	+168	+218					
	-186	-100	-60	-30	0	+23	+87	+122	+172	-100	-60	-30	0	+37
65 – 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
80 – 100	-170						+178	+232	+312					
	-224	-120	-72	-36	0	+27	+124	+178	+258	-120	-72	-36	0	+43
100 – 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
120 – 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
140 – 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
160 – 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
180 – 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
200 – 225	-230	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
225 – 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
250 – 280	-300						+396	+556	+791					
	-381	-190	-110	-56	0	+40	+315	+475	+710	-190	-110	-56	0	+65
280 – 315	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	+871	-320	-240	-486	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
315 – 355	-360						+479	+679	+989					
	-449	-210	-125	-62	0	+44	+390	+390	+900	-210	-125	-62	0	+70
355 – 400	-400	-299	-214	-151	-89	-44	+524	+749	+1089	-350	-265	-302	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
400 – 450	-440						+587	+837	+1197					
	-537	-230	-135	-68	0	+48	+490	+740	+1100	-230	-135	-68	0	+77
450 – 500	-480	-327	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

5. Розрахунок і вибір посадок з зазором

Обладнання: методичні рекомендації, довідники.

Мета завдання – засвоїти методику розрахунку і вибору посадок із зазором з урахуванням конкретних умов роботи з'єднання (розмірів, швидкості обертання, властивості мастил, шорсткості поверхонь тощо).

Вихідні дані для розрахунку посадок з зазором наведено в табл. 5.1.

1. За варіантом вибрати вихідні дані для розрахунку завдання в табл. 5.1.

Розрахувати посадку з зазором за такими даними (розміри в мм): $D/D_1 = 55/35$, $D_2 = 85$, $l=75$; $T = 225$ Н·м; $R_{zD}=3,2$ мкм, $R_{zd}=1,6$ мкм; $\mu=0,07$ Па·с; $p= 0,4 \cdot 10^6$ Па; $\omega = 95$ рад/с.

Розрахункова схема посадки з зазором приведена на рис. 5.1.

Розрахувати величину hS і визначаємо найвигідніший (оптимальний) зазор $S_{\text{опт}}$.

Рахуємо величину

$$hS = \frac{0,52 \cdot D^2 \cdot \omega \cdot \mu \cdot l}{p(D+1)};$$

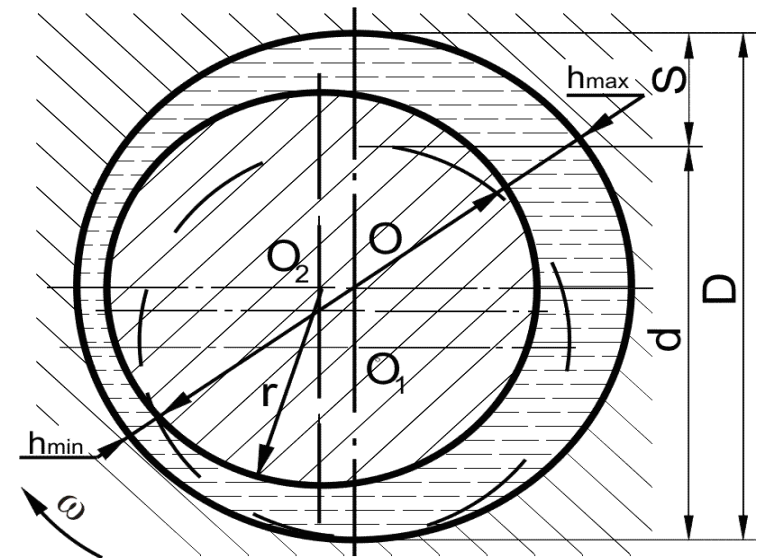


Рис. 5.1. Розрахункова схема посадки з зазором

$$hS = \frac{0,52 \cdot 0,055^2 \cdot 95 \cdot 0,07 \cdot 0,075}{0,4 \cdot 10^6 (0,055 + 0,075)} = 1,51 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2.$$

Визначаємо найвигідніший (оптимальний) зазор за формулою:

$$S_{\text{опт}} = 2\sqrt{hS} = 2\sqrt{1,51 \cdot 10^{-8}} = 2,44 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 244 \text{ мкм}.$$

Підраховуємо розрахунковий зазор з урахуванням спрацювання мікронерівностей на поверхні контакту за формулою, в якій коефіцієнт запасу надійності прийнятий рівним 2:

$$S_{\text{розр}} = S_{\text{опт}} - k(R_{zD} + R_{zd}) = 244 - 2 \cdot (3,2 + 1,6) = 234,4 \text{ мкм}.$$

Вибираємо необхідну стандартну посадку, що задовольняє умові

$$S_{\text{сер.ст}} \leq S_{\text{розр}}.$$

Приймаємо стандартну посадку $\varnothing 55\text{H7/g6}$.

За табл. 5.2 і 5.3 визначаємо граничні відхили отвору та вала:

$\varnothing 55\text{H7}$: $ES=+30$ мкм = +0,030 мм, $EI=0$; $\varnothing 55\text{g6}$: $es=-10$ мкм = -0,010 мм, $ei=-29$ мкм = -0,029 мм.

Визначаємо граничні зазори за формулами:

$$S_{\text{max}} = ES - ei = 0,030 - (-0,029) = 0,059 \text{ мм};$$

$$S_{\text{min}} = EI - es = 0 - (-0,010) = 0,010 \text{ мм}.$$

Середній зазор:

$$S_{\text{сер}} = \frac{S_{\text{max}} + S_{\text{min}}}{2} = \frac{0,059 + 0,010}{2} = 0,0345 \text{ мм.}$$

Перевіряємо правильність вибору посадки (достатність шару мастила): визначаємо найменшу товщину шару мастила за формулою:

$$h_{\text{min}} = \frac{hS}{S_{\text{max.ст.}} + k(R_{\text{zD}} + R_{\text{zd}})} = \frac{1,51 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{12}}{[59 + 2(3,2 + 1,6)]} = 201 \text{ мкм};$$

перевіряємо достатність шару мастила, що ще забезпечує умови рідинного тертя, дотримуючись умови: $h_{\text{min}}^{\bullet} \geq k(R_{\text{zD}} + R_{\text{zd}})$;

$$h_{\text{min}}^{\bullet} \geq 2(3,2 + 1,6) = 9,6 \text{ мкм}; \quad h_{\text{min}} = 201 \text{ мкм} > h_{\text{min}}^{\bullet}.$$

Визначаємо основні параметри деталей сполучення $\text{Ø}55\text{H}7/\text{g}6$.

Граничні розміри отвору та вала визначаємо за формулами:

$$D_{\text{min}} = D + EI = 55 + 0 = 55,000 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max}} = D + ES = 55 + 0,036 = 55,036 \text{ мм};$$

$$d_{\text{min}} = D + ei = 55 + (-0,029) = 54,971 \text{ мм};$$

$$d_{\text{max}} = D + es = 55 + (-0,010) = 54,990 \text{ мм}.$$

Допуски отвору та валу за формулами:

$$TD = ES - EI = 0,036 - 0 = +0,036 \text{ мм}.$$

$$TD = D_{\text{max}} - D_{\text{min}} = 55,036 - 55 = +0,036 \text{ мм};$$

$$Td = es - ei = (-0,010) - (-0,029) = +0,019 \text{ мм};$$

$$Td = d_{\text{max}} - d_{\text{min}} = 54,990 - 54,971 = +0,019 \text{ мм}.$$

Визначаємо допуск посадки за формулою:

$$TS = S_{\text{max}} - S_{\text{min}} = 0,065 - 0,010 = 0,055 \text{ мм}.$$

Перевірочна формула:

$$TS = TD + Td = 0,036 + 0,019 = 0,055 \text{ мм}.$$

7. Будуємо схему розташування полів допусків з'єднання.

Будуємо схему полів допусків з'єднання $\text{Ø}55\text{H}7/\text{g}6$ (рис. 8.2),

8. Будуємо ескізи з'єднання, отвору та вала з дотриманням посадок і відхилів.

Будуємо ескізи з'єднання, отвору та вала з дотриманням посадок і відхилів (рис. 5.3).

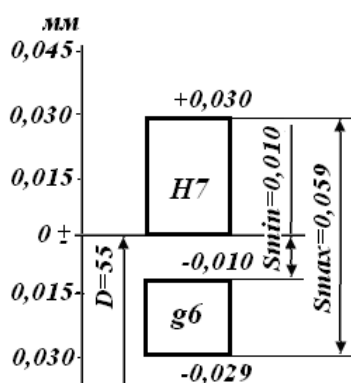


Рис. 5.2. Схема розташування полів допусків з'єднання $\text{Ø}55\text{H}7/\text{g}6$

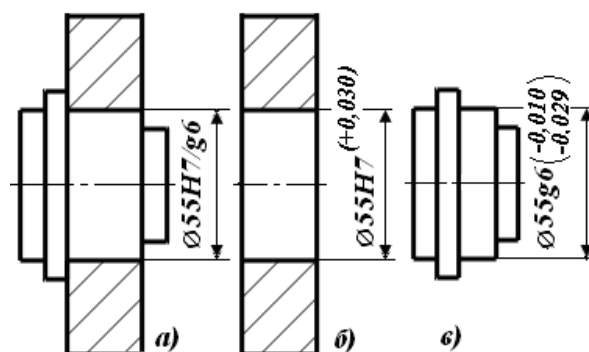


Рис. 5.3. Ескізи з'єднання (а), отвору (б) і вала (в)

Таблиця 5.1. Вихідні дані для розрахунку і вибору посадок з натягом

Вари- ант	D/D_1 , мм	D_2 , мм	l , мм	T , Н·м	ω , рад/с	p , Па·10 ⁶	R_{zD} , мкм	R_{zd} , мкм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	30/24	55	35	150	95	0,10	12,5	6,3
2	38/30	62	45	200	75	0,18	3,2	1,6
3	44/36	70	60	260	70	0,22	6,3	3,2
4	42/34	60	65	235	80	0,18	6,3	3,2
5	50/42	80	70	250	75	0,21	6,3	3,2
6	54/46	80	65	165	65	0,23	12,5	6,3
7	58/48	85	80	145	55	0,22	12,5	6,3
8	62/54	90	75	215	50	0,24	6,3	3,2
9	64/56	95	80	200	50	0,25	3,2	1,6
10	70/60	100	75	135	90	0,55	12,5	6,3
11	72/60	105	80	210	85	0,60	12,5	6,3
12	74/62	110	90	220	85	0,65	6,3	3,2
13	82/70	130	90	300	80	0,70	6,3	3,2
14	84/72	135	90	350	90	0,75	3,2	1,6
15	88/74	140	100	300	80	0,70	3,2	1,6
16	90/76	145	100	350	85	0,75	3,2	1,6
17	92/78	140	105	400	75	0,80	1,6	0,8
18	94/60	145	105	450	80	0,90	1,6	0,8
19	96/82	155	100	425	75	0,85	1,6	0,8
20	98/84	160	110	450	70	0,90	1,6	0,8
21	100/86	160	120	475	70	0,95	1,6	0,8
22	102/90	155	105	350	60	0,30	3,2	1,6
23	104/88	160	110	375	55	0,32	1,6	0,8
24	106/84	165	115	400	55	0,34	1,6	0,8
25	35/20	60	40	200	110	0,80	6,3	3,2
26	40/22	60	50	115	110	0,70	3,2	1,6
27	45/28	75	60	220	100	0,65	3,2	1,6
28	50/30	80	70	200	100	0,45	3,2	1,6
29	55/35	85	75	225	95	0,40	3,2	1,6
30	60/40	90	80	250	95	0,38	1,6	0,8
31	65/35	90	75	250	80	0,40	12,5	6,3
32	70/40	95	80	270	75	0,38	6,3	3,2
33	80/45	105	90	300	70	0,34	6,3	3,2
34	105/80	160	115	550	60	1,4	1,6	0,8
35	110/85	170	120	600	55	1,50	3,2	1,6
36	115/80	175	125	700	50	1,60	1,6	0,8
37	120/90	160	135	550	55	1,00	3,2	1,6
38	125/85	165	140	600	50	1,20	1,6	1,6

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	130/70	170	145	700	50	1,20	1,6	0,8
40	42/20	65	60	180	95	0,46	6,3	3,2
41	44/22	70	65	200	90	0,48	6,3	3,2
42	46/18	75	65	220	90	0,50	3,2	3,2
43	48/20	80	70	240	85	0,52	3,2	1,6
44	50/22	85	70	260	85	0,54	1,6	1,6
45	52/24	85	75	170	85	0,46	1,6	1,6
46	54/26	85	80	180	80	0,48	1,6	0,8
47	58/30	90	90	250	80	0,26	3,2	1,6
48	60/40	90	90	260	75	0,27	3,2	1,6
49	62/36	95	95	270	70	0,28	1,6	0,8
50	64/32	90	85	110	65	0,35	1,6	0,8
51	66/34	90	85	115	60	0,38	1,6	1,6
52	68/32	90	85	120	55	0,47	1,6	0,8
53	70/35	100	90	125	55	0,46	1,6	0,8
54	72/32	100	95	130	60	0,50	1,6	0,8
55	74/30	110	100	200	45	0,30	3,2	1,6
56	76/28	115	105	210	45	0,45	1,6	0,8
57	78/40	195	90	210	60	0,32	1,6	0,8
58	80/36	110	95	220	55	0,38	3,2	1,6
59	82/38	125	90	270	60	0,43	3,2	1,6
60	84/40	130	95	280	65	0,45	1,6	1,6
61	86/42	130	90	290	55	0,40	1,6	0,8
62	88/36	135	95	300	55	0,46	1,6	0,8
63	90/46	140	100	400	60	0,53	1,6	1,6
64	92/42	145	100	410	60	0,55	1,6	0,8
65	100/60	170	130	250	55	0,63	12,5	6,3
66	102/58	170	130	255	60	0,64	6,3	3,2
67	108/52	175	135	270	35	0,67	1,6	1,6
68	112/60	180	150	280	30	0,69	3,2	1,6
69	116/55	155	160	220	40	0,71	6,3	6,3
70	122/60	160	165	235	35	0,74	3,2	1,6
71	126/54	170	175	245	30	0,76	1,6	0,8
72	130/40	180	185	255	25	0,78	1,6	0,8
73	140/50	190	185	265	30	0,80	6,3	3,2
74	150/60	200	195	275	20	0,82	3,2	3,2
75	160/40	210	205	285	15	0,84	1,6	1,6
76	165/75	215	210	290	10	0,85	3,2	1,6
77	170/70	220	215	295	10	0,86	1,6	1,6
78	65/30	105	100	300	80	0,42	12,5	6,3

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
79	75/35	115	110	310	75	0,44	6,3	6,3
80	80/38	130	125	325	50	0,47	1,6	1,6
81	95/40	135	130	330	40	0,48	1,6	0,8
82	100/45	140	135	335	45	0,50	1,6	0,8
83	140/60	180	175	375	45	0,57	1,6	0,8
84	150/65	190	185	385	50	0,59	6,3	3,2
85	155/70	195	190	390	45	0,60	3,2	1,6
86	160/75	200	195	395	45	0,61	1,6	0,8
87	165/72	205	200	400	40	0,62	12,5	6,3
88	170/78	210	205	405	40	0,63	6,3	3,2
89	175/80	215	210	410	35	0,64	3,2	1,6
90	185/85	225	220	420	35	0,66	12,5	6,3
91	190/70	230	225	425	35	0,67	6,3	3,2
92	195/75	235	230	430	30	0,68	3,2	1,6
93	200/90	240	235	435	30	0,69	1,6	0,8
94	205/95	245	240	440	25	0,70	12,5	6,3
95	210/100	250	245	445	25	0,71	6,3	3,2
96	215/105	255	250	450	20	0,72	3,2	1,6
97	220/110	260	255	455	20	0,73	1,6	0,8
98	180/85	220	215	415	35	0,65	1,6	0,8

Примітка: D – номінальний діаметр сполучення;

D_1 – діаметр свердління вала;

D_2 – зовнішній діаметр втулки;

l – довжина сполучення;

T – крутний момент;

ω – кутова швидкість вала;

p – питомий тиск на опору;

R_{zD} і R_{zd} – шорсткість поверхні відповідно отвору і вала.

Таблиця 5.2. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	—
14 – 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	
18 – 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	—
24 – 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	
30 – 40	+50	+3	+25	+12	+1	0	-8	-17	-25	-34	-39
40 – 50	+25	-9	0	-12	-18	-25	-33	-44	-50	-59	-64
50 – 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55
65 – 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-60	-72	-85
80 – 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-32	-48	-64
100 – 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-62	-78	-94
120 – 140									-38	-58	-78
140 – 160	+83	+54	+40	+20	+12	0	-12	-28	-73	-93	-113
160 – 180	+43	+14	0	-20	-28	-40	-52	-68	-41	-66	-91
180 – 200									-76	-101	-126
200 – 225	+96	+61	+46	+23	+13	0	-14	-33	-48	-77	-107
225 – 250	+50	+15	0	-23	-33	-46	-60	-79	-88	-117	-147
250 – 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-50	-85	-119
280 – 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-90	-125	-159
315 – 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-53	-93	-131
355 – 400	-62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-93	-133	-171
400 – 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-67	-123	-179
450 – 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-108	-113	-169	-225
									-74	-138	-198
									-106	-151	-195
									-63	-113	-163
									-109	-159	-209
									-67	-123	-179
									-113	-169	-225
									-74	-138	-198
									-126	-190	-250
									-78	-150	-220
									-130	-202	-272
									-87	-169	-247
									-144	-226	-304
									-93	-187	-273
									-150	-244	-330
									-103	-209	-307
									-166	-272	-370
									-109	-229	-337
									-172	-292	-400

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+4 0	+7 -7	0 -11	-	-1 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Понад 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+22 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
6 – 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
10 – 14	+77 +50	459 +32	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	+2 -25	-3 -30	-33 -60	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+43 0	+21 -21
14 – 18														
18 – 24	+98 +65	+73 +40	+53 +20	+33 0	+16 -16	+10 -23	+4 -29	-3 -36	-11 -74 -48 -81	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+52 0	+26 -26
24 – 30														
30 – 40	+119 +80	+89 +50	+61 +25	+39 0	+19 -19	+12 -27	+5 -34	-3 -42	-60 -99 -70 -109	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+62 0	+31 -31
40 – 50														
50 – 65	+146 +100	+106 +60	+76 +30	+46 0	+23 -23	+14 -32	+5 -41	-4 -50	-87 -133 -102 -148	+174 +100	+131 +60	+104 +30	+74 0	+37 -37
65 – 80														
80 – 100	+174 +120	+126 +72	+90 +36	+54 0	+27 127	+16 -38	+6 -48	-4 -58	-124 -178 -144 -198	+207 +120	+159 +72	+123 +36	+87 0	+43 -43
100 – 120														
120 – 140									-170 -233					
140 – 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+165 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
160 – 180									-210 -273					
180 – 200									-236 -308					
200 – 226	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-258 -330 -284 -356	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57
225 – 250														
250 – 280	+271 +190	+191 +110	+137 +56	+81 0	+40 -40	+25 -56	+9 -72	-5 -86	-315 -396 -350 -431	+320 +190	+240 +110	+186 +56	+130 0	+65 -65
280 – 315														
315 – 355	+299 +210	+214 +125	+151 +62	+89 0	+44 -44	+28 -61	+11 -78	-5 -94	-390 -479 -435 -521	+350 +210	+265 +125	+202 +62	+140 0	+70 -70
355 – 400														
400 – 450	+327 +230	+232 +135	+165 +68	+97 0	+48 -48	+29 -68	+11 -86	-6 -103	-490 -587 -540 -637	+385 +230	+290 +135	+223 +68	+155 0	+77 -77
450 – 500														

Таблиця 5.3. Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	—16 —27	—6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18		—17	—11	—5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	—20 —33	—7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30		—20	—13	—6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	
30 – 40	—25 —41	—9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
40 – 50		—25	—16	—8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
50 – 65	—30 —49	—10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
65 – 80		—29	—19	—9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
80 – 100	—36 —58	—12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
100 – 120		—34	—22	—11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
120 – 140	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+88	+117	+147
+63									+92	+122	
+90									+125	+159	
+65									+100	+134	
140 – 160	—68	—39	—25	—12,5	+3	+15	+27	+4	+93	+133	+171
+68									+108	+146	
160 – 180	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106	+151	+195
+77									+122	+166	
+109									+159	+209	
180 – 200	—79	—44	—29	—14,5	+4	+17	+31	+50	+80	+130	+180
+113									+169	+225	
200 – 225	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+84	+140	+196
+126									+190	+250	
225 – 250	—88	—49	—32	—16,0	+4	+20	+34	+56	+94	+158	+218
+130									+202	+272	
250 – 280	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+98	+158	+218
+126									+190	+250	
280 – 315	—88	—49	—32	—16,0	+4	+20	+34	+56	+130	+202	+272
+98									+170	+240	
315 – 355	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144	+226	+304
+106									+190	+268	
355 – 400	—98	—54	—36	—18,0	+4	+21	+37	+62	+150	+244	+330
+114									+208	+294	
400 – 450	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166	+272	+370
+126									+232	+330	
450 – 500	—108	—60	—40	—20,0	+5	+23	+40	+68	+172	+292	+400
+132									+252	+360	

Продовження табл. 5.3

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	—	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	—	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
14 – 18	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
120 – 140	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
180 – 200	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
225 – 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
250 – 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
315 – 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
400 – 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450									

Продовження табл. 5.3

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхили, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
6 – 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+40	+50	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
14 – 18								+67	+77					
								+40	+50					
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73	-117	-92	-72	-52	-26
24 – 30							+81	+97	+121					
							+48	+64	+88					
30 – 40	-120						+99	+119	+151					
	-159	-80	-50	-25	0	+19	+60	+80	+112	-80	-50	-25	0	+31
40 – 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
50 – 65	-140						+133	+168	+218					
	-186	-100	-60	-30	0	+23	+87	+122	+172	-100	-60	-30	0	+37
65 – 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
80 – 100	-170						+178	+232	+312					
	-224	-120	-72	-36	0	+27	+124	+178	+258	-120	-72	-36	0	+43
100 – 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
120 – 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
140 – 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
160 – 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
180 – 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
200 – 225	-230	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
225 – 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
250 – 280	-300						+396	+556	+791					
	-381	-190	-110	-56	0	+40	+315	+475	+710	-190	-110	-56	0	+65
280 – 315	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	+871	-320	-240	-486	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
315 – 355	-360						+479	+679	+989					
	-449	-210	-125	-62	0	+44	+390	+390	+900	-210	-125	-62	0	+70
355 – 400	-400	-299	-214	-151	-89	-44	+524	+749	+1089	-350	-265	-302	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
400 – 450	-440						+587	+837	+1197					
	-537	-230	-135	-68	0	+48	+490	+740	+1100	-230	-135	-68	0	+77
450 – 500	-480	-327	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

6. Визначення елементів з'єднання, які підлягають селективній збірці

Обладнання: методичні рекомендації, довідники.

Мета заняття – розібратися в суті методу селективної збірки з'єднань.

Вихідні дані для розрахунку елементів з'єднання, які підлягають селективній збірці наведено в табл. 6.7.

За варіантом завдання вибрати вихідні дані для визначення елементів з'єднання, які підлягають селективній збірці.

Приклад 1. Вихідні дані розрахунку: з'єднання $\text{Ø}84\text{U}9/\text{h}9$, $n=3$.

Посадка в системі вала з натягом.

Знаходимо граничні відхили для сполучення (табл. 6.8 і 6.9):

$\text{Ø}84\text{U}9$: $ES = -124 \text{ мкм} = -0,124 \text{ мм}$; $EI = -178 \text{ мкм} = -0,178 \text{ мм}$.

$\text{Ø}84\text{h}9$: $es = 0$, $ei = -54 \text{ мкм} = -0,054 \text{ мм}$.

Визначаємо граничні розміри отвору та вала за формулами:

$D_{\max} = 84 + (-0,124) = 83,876 \text{ мм}$; $D_{\min} = 84 + (-0,178) = 83,822 \text{ мм}$;

$d_{\max} = 84 + 0 = 84,000 \text{ мм}$; $d_{\min} = 84 + (-0,054) = 83,946 \text{ мм}$.

Допуски отвору і вала підраховуємо за формулою:

$TD = ES - EI = -0,124 - (-0,178) = +0,054 \text{ мм}$;

$Td = es - ei = 0 - (-0,054) = +0,054 \text{ мм}$.

3. Визначення: граничних натягів, середнього натягу, допуску посадки.

Граничні натяги визначаємо за формулами:

$N_{\min} = ei - ES = (-0,054) - (-0,124) = 0,070 \text{ мм}$;

$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,178) = 0,178 \text{ мм}$.

Визначаємо середнє значення натягу за формулою:

$N_{\text{ср}} = (N_{\min} + N_{\max})/2 = (0,070 + 0,178)/2 = 0,124 \text{ мм}$.

Допуск посадки визначаємо за формулою:

$T(N) = N_{\max} - N_{\min} = 0,178 - 0,070 = 0,108 \text{ мм}$.

Перевірочна формула:

$T(N) = TD + Td = 0,054 + 0,054 = 0,108 \text{ мм}$.

4. Рахуємо групові допуски і групові натяги.

Визначаємо груповий допуск за формулами:

отвору $TD_{\text{гр}} = TD/n = 0,054/3 = 0,018 \text{ мм}$; вала $Td_{\text{гр}} = Td/n = 0,054/3 = 0,018 \text{ мм}$.

Групові натяги підраховуємо за формулами:

$N_{\min\text{II}} = N_{\min} + Td - Td/n = 0,070 + 0,054 - 0,054/3 = 0,106 \text{ мм}$;

- для першої групи:

$N_{\min\text{I}} = N_{\min} + Td - Td/n = 0,070 + 0,054 - 0,054/3 = 0,106 \text{ мм}$;

$N_{\max\text{I}} = N_{\max} - Td + Td/n = 0,178 - 0,054 + 0,054/3 = 0,142 \text{ мм}$;

- для другої групи:

$N_{\max\text{II}} = N_{\max} - Td + Td/n = 0,178 - 0,054 + 0,054/3 = 0,142 \text{ мм}$;

- для третьої групи:

$N_{\min\text{III}} = N_{\min} + Td - Td/n = 0,070 + 0,054 - 0,054/3 = 0,106 \text{ мм}$;

$N_{\max\text{III}} = N_{\max} - Td + Td/n = 0,178 - 0,054 + 0,054/3 = 0,142 \text{ мм}$.

5. Будуємо схему полів допусків.

Схеми розташування полів допусків з'єднання Ø84U9/h9 наведено на рис. 6.1.

6. Визначаємо: середній груповий натяг і груповий допуск посадки.

Середній груповий натяг визначаємо за формулою:

$$N_{\text{сер.гр}} = (N_{\text{min.гр}} + N_{\text{max.гр}}) / 2 = (0,106 + 0,142) / 2 = 0,124 \text{ мм.}$$

Визначаємо груповий допуск посадки за формулою:

Встановлюємо граничні відхилення для кожної групи і результат заносимо до табл. 6.1. Граничні розміри по групах вносимо до табл. 6.2.

Приклад 2. Вихідні дані розрахунку: Ø160F9/h9, n = 2.

Посадка в системі вала з зазором.

$$TN_{\text{гр}} = TD_{\text{гр}} + Td_{\text{гр}} = -0,018 + 0,018 = 0,036 \text{ мм.}$$

$$TN_{\text{гр}} = N_{\text{maxI}} - N_{\text{minI}} = 0,142 - 0,106 = 0,036 \text{ мм.}$$

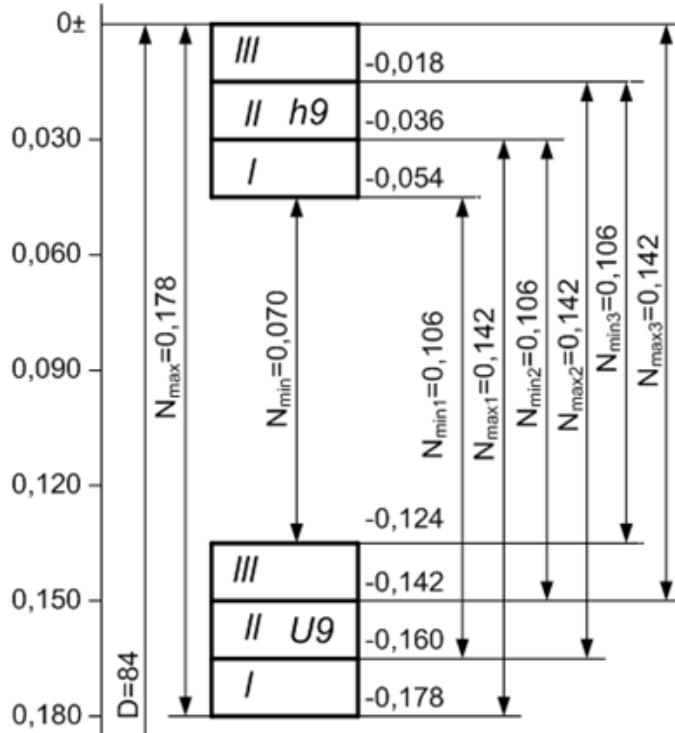


Рис. 6.1. Схема розташування полів Допусків з'єднання Ø84U9/h9

Таблиця 6.1

Граничні відхилення для кожної групи

Деталь	Номер розмірних груп		
	I	II	III
Вал	84 ^{-0,036} _{-0,054}	84 ^{-0,018} _{-0,036}	84 _{-0,018}
Отвір	84 ^{-0,160} _{-0,178}	84 ^{-0,142} _{-0,160}	84 ^{-0,124} _{-0,142}

Таблиця 6.2

Граничні розміри за групами

Розміри деталей	Номер розмірних груп		
	I	II	III
Вал d _{max}	83,964	83,982	84,000
d _{min}	83,946	83,964	83,982
Отвір D _{max}	83,840	83,858	83,876
D _{min}	83,822	83,840	83,858

Встановлюємо: граничні відхилення для кожної групи і граничні розміри по групах.

$$TN_{\text{гр}} = TD_{\text{гр}} + Td_{\text{гр}} = -0,018 + 0,018 = 0,036 \text{ мм.}$$

$$TN_{\text{гр}} = N_{\text{maxI}} - N_{\text{minI}} = 0,142 - 0,106 = 0,036 \text{ мм.}$$

Знаходимо граничні відхилення для сполучення (табл. 6.8 і 6.9):

$$\text{Ø160F9: ES} = +143 \text{ мкм} = +0,143 \text{ мм, EI} = +43 \text{ мкм} = +0,043 \text{ мм;}$$

$$\text{Ø160h9: es} = 0 \text{ мм, ei} = -100 \text{ мкм} = -0,100 \text{ мм.}$$

Визначаємо граничні розміри отвору та вала за формулами:

$$D_{\text{max}} = D + ES = 160 + 0,143 = 160,143 \text{ мм;}$$

$$D_{\text{min}} = D + EI = 160 + 0,043 = 160,043 \text{ мм;}$$

$$d_{\text{max}} = D + es = 160 + 0 = 160,000 \text{ мм;}$$

$$d_{\text{min}} = D + ei = 160 + (-0,100) = 159,900 \text{ мм.}$$

Допуски отвору і вала підраховуємо за формулами:

$$TD = ES - EI = 0,143 - 0,043 = 0,100 \text{ мм;}$$

$$T_d = e_s - e_i = 0 - (-0,100) = +0,100 \text{ мм.}$$

Граничні зазори визначаємо за формулами:

$$S_{\max} = ES - e_i = 0,143 - (-0,100) = 0,243 \text{ мм;}$$

$$S_{\min} = EI - e_s = 0,043 - 0 = 0,043 \text{ мм.}$$

Визначаємо середнє значення зазору за формулою:

$$S_{\text{сеп}} = (S_{\min} + S_{\max}) / 2 = (0,243 + 0,043) / 2 = 0,143 \text{ мм.}$$

Допуск посадки визначаємо за формулою (3.9):

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,243 - 0,043 = 0,200 \text{ мм.}$$

Перевірні формула:

$$TS = TD + T_d = 0,100 + 0,100 = 0,200 \text{ мм.}$$

Визначаємо груповий допуск за формулами:

$$\text{отвору } TD_{\text{гр}} = TD / n = 0,100 / 2 = 0,050 \text{ мм; вала } T_{d\text{гр}} = T_d / n = 0,100 / 2 = 0,050 \text{ мм.}$$

Групові зазори вираховуємо за формулами:

- для першої групи:

$$S_{\min I} = S_{\min} + T_d - T_{d\text{гр}} = 0,043 + 0,100 - 0,050 = 0,093 \text{ мм;}$$

$$S_{\max I} = S_{\max} - T_d + T_{d\text{гр}} = 0,243 - 0,100 + 0,050 = 0,193 \text{ мм;}$$

- для другої групи:

$$S_{\min II} = S_{\min} + T_d - T_{d\text{гр}} = 0,043 + 0,100 - 0,050 = 0,093 \text{ мм;}$$

$$S_{\max II} = S_{\max} - T_d + T_{d\text{гр}} = 0,243 - 0,100 + 0,050 = 0,193 \text{ мм.}$$

Середній груповий зазор визначаємо за формулою:

$$S_{\text{сеп.гр}} = (S_{\min.\text{гр}} + S_{\max.\text{гр}}) / 2 = (0,093 + 0,193) / 2 = 0,143 \text{ мм.}$$

Визначаємо груповий допуск посадки за формулою:

$$TS_{\text{гр}} = TD_{\text{гр}} + T_{d\text{гр}} = 0,050 + 0,050 = 0,100 \text{ мм.}$$

$$TS_{\text{гр}} = S_{\max I} - S_{\min I} = 0,193 - 0,093 = 0,100 \text{ мм.}$$

Установлюємо граничні відхилення для кожної групи і результат вносимо до табл. 6.3. Граничні розміри за групами вносимо до табл. 6.4.

Будуємо схему розташування полів допусків з'єднання $\varnothing 160F9/h9$ (рис. 6.2).

Деталь	Номери розмірних груп	
	I	II
Отвір	$160^{+0,093}_{+0,043}$	$160^{+0,143}_{+0,093}$
Вал	$160^{-0,050}_{-0,100}$	$160_{-0,050}$

Деталь	Номери розмірних груп	
	I	II
Отвір D_{\max} D_{\min}	160,093	160,143
	160,043	160,093
Вал d_{\max} d_{\min}	159,950	160,000
	159,900	159,950

Приклад 3. Вихідні дані розрахунку $\varnothing 50H7/m7$, $n=2$. Посадка в системі отвору перехідна.

Граничні відхилення для сполучення з розширеним полем допуску (табл. 6.8 і 6.9): $\varnothing 50H7: ES = +25 \text{ мкм} = +0,025 \text{ мм}$, $EI = 0$; $\varnothing 50m7: es = +34 \text{ мкм} = +0,034 \text{ мм}$, $ei = +9 \text{ мкм} = +0,009 \text{ мм}$.

Визначаємо граничні розміри отвору та вала за формулами:

$$D_{\max} = D + ES = 50 + 0,025 = 50,025 \text{ мм;}$$

$$D_{\min} = D + EI = 50 + 0 = 50,000 \text{ мм;}$$

$$d_{\max} = D + es = 50 + 0,034 = 50,034 \text{ мм;}$$

$$d_{\min} = D + ei = 50 + 0,009 = 50,009 \text{ мм.}$$

Допуски отвору і вала підраховуємо за формулами:

$$TD = ES - EI = +0,025 - 0 = 0,025 \text{ мм;}$$

$$Td = es - ei = +0,034 - 0,009 = 0,025 \text{ мм.}$$

Граничні зазори і натяги визначаємо за формулами:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,025 - 0,009 = 0,016 \text{ мм;}$$

$$N_{\max} = es - EI = 0,034 - 0 = 0,034 \text{ мм.}$$

$$N_{\text{сер}} = (N_{\max} + N_{\min}) / 2 = (0,034 - 0,016) / 2 = 0,009 \text{ мм.}$$

Допуск посадки:

$$T(S, N) = S_{\max} + N_{\max} = 0,016 + 0,034 = 0,050 \text{ мм;}$$

$$TS = TD + Td = 0,025 + 0,025 = 0,050 \text{ мм.}$$

Груповий допуск:

$$\text{отвору } TD_{\text{гр}} = TD / n = 0,025 / 2 = 0,0125 \text{ мм;}$$

$$\text{вала } Td_{\text{гр}} = Td / n = 0,025 / 2 = 0,0125 \text{ мм.}$$

Визначаєм групові зазори і натяги:

перша група:

$$S_{\max I} = S_{\max} - TD + TD / n = 0,016 - 0,025 + 0,025 / 2 = 0,0035 \text{ мм;}$$

$$N_{\max I} = N_{\max} - TD + TD / n = 0,034 - 0,025 + 0,025 / 2 = 0,0215 \text{ мм;}$$

друга група

$$S_{\max II} = S_{\max} - TD + TD / n = 0,016 - 0,025 + 0,025 / 2 = 0,0035 \text{ мм;}$$

$$N_{\max II} = N_{\max} - TD + TD / n = 0,034 - 0,025 + 0,025 / 2 = 0,0215 \text{ мм;}$$

Середній груповий натяг:

$$N_{\text{гр.сер}} = (N_{\max.\text{гр}} + N_{\min.\text{гр}}) / 2 = (0,0215 - 0,0035) / 2 = 0,009 \text{ мм.}$$

Встановлюємо граничні відхилення для кожної групи і результат заносимо в табл. 9.5. Граничні розміри по групах вносимо до табл. 9.6.

Таблиця 6.5. Граничні відхилення для кожної групи

Деталь	номери розмірних груп	
	I	II
Отвір	$50^{+0,0125}$	$50^{+0,0250}_{+0,0125}$
Вал	$50^{+0,0215}_{+0,0090}$	$50^{+0,0340}_{+0,0215}$

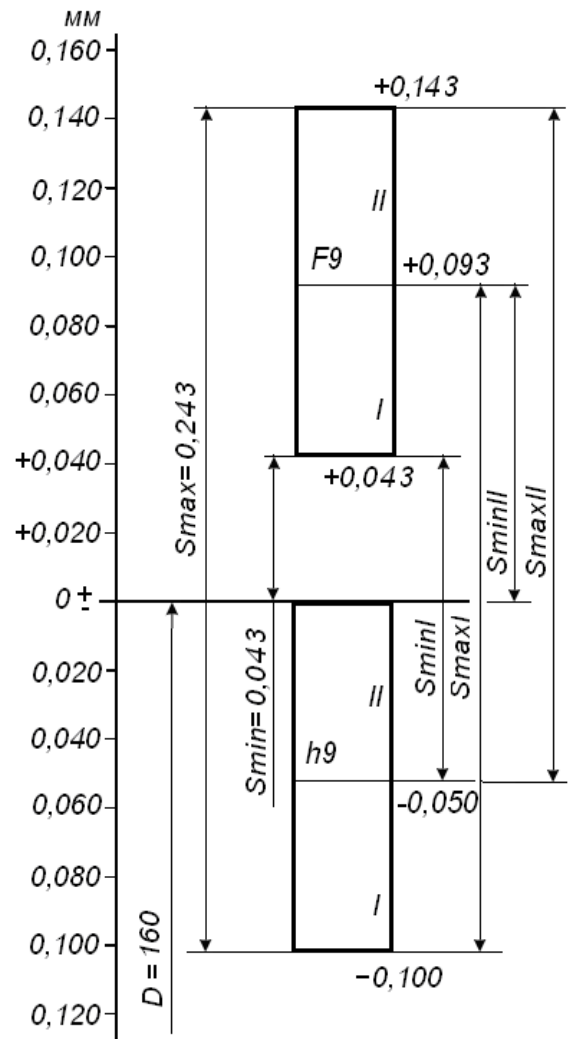


Рис. 6.2. Схема розташування полів допусків з'єднання Ø160F9/h9

Таблиця 6.6. Граничні розміри за групами

Деталь	номери розмірних груп	
	I	II
Отвір D_{\max} D_{\min}	50,0125	50,0250
	50,0000	50,0125
Вал d_{\max} d_{\min}	50,0215	50,0340
	50,0090	50,0215

Будуємо схему розташування полів допусків з'єднання $\varnothing 50H7/m7$ (рис. 6.3).

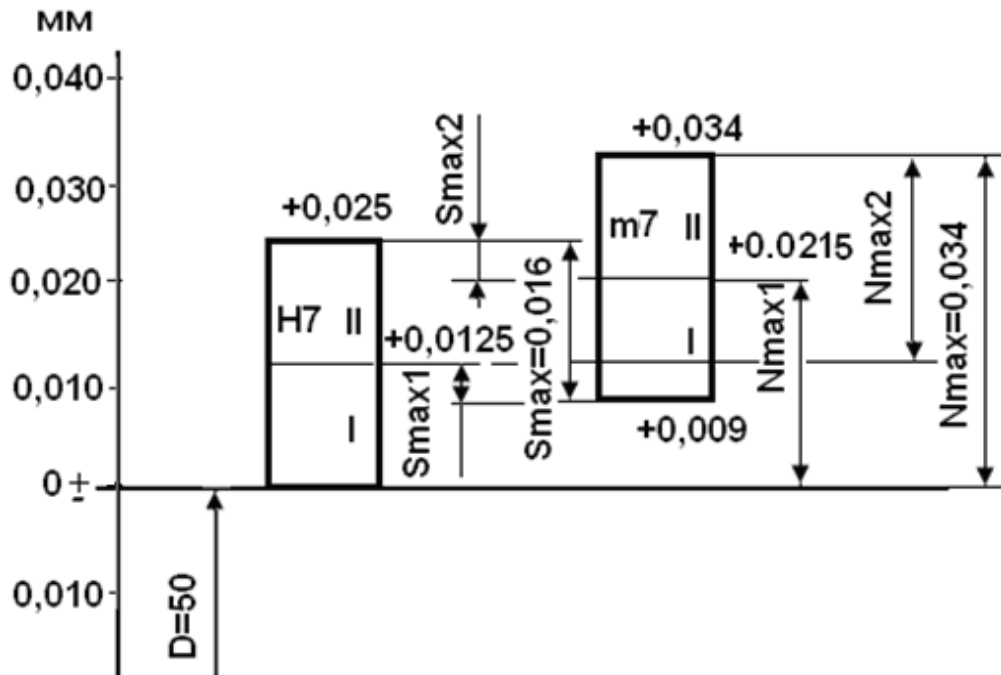


Рис. 6.3. Схема розташування полів допусків з'єднання $\varnothing 50H7/m7$

Таблиця 6.7. Вихідні дані для визначення основних елементів селективного сполучення (задача 9)

Вар	Посадка	n	Вар.	Посадка	n	Вар	Посадка	n
1	$\varnothing 120H8/k8$	3п	23	$\varnothing 25H9/f9$	4з	45	$\varnothing 30H9/p9$	4
2	$\varnothing 18H8/d8$	3з	24	$\varnothing 69H7/u7$	3н	46	$\varnothing 88H8/d8$	3
3	$\varnothing 126E9/h9$	4з	25	$\varnothing 120F8/h8$	3з	47	$\varnothing 22C9/h9$	4
4	$\varnothing 120H9/js9$	3п	26	$\varnothing 30K9/h9$	2п	48	$\varnothing 100H8/k8$	3
5	$\varnothing 70P7/h7$	3п	27	$\varnothing 125H8/g8$	3з	49	$\varnothing 80H9/p9$	3
6	$\varnothing 24H9/k9$	4п	28	$\varnothing 160F9/h9$	2з	50	$\varnothing 50P7/h7$	3
7	$\varnothing 50H8/d8$	3з	29	$\varnothing 24H8/e8$	3з	51	$\varnothing 30H9/k9$	4
8	$\varnothing 24H8/e8$	3з	30	$\varnothing 36K6/h6$	4п	52	$\varnothing 75H8/d8$	3
9	$\varnothing 36H8/d8$	3з	31	$\varnothing 10H9/k9$	3п	53	$\varnothing 34H8/e8$	3
10	$\varnothing 100H8/d8$	2з	32	$\varnothing 82H8/z8$	3н	54	$\varnothing 74U9/h9$	3
11	$\varnothing 80G8/h8$	2з	33	$\varnothing 63S7/h7$	3н	55	$\varnothing 8S7/h7$	3
12	$\varnothing 100H9/f9$	3з	34	$\varnothing 20H9/m9$	4п	56	$\varnothing 65H7/u7$	3
13	$\varnothing 24F9/h9$	4з	35	$\varnothing 32H6/m8$	3п	57	$\varnothing 88H9/z9$	3
14	$\varnothing 90H8/c8$	3з	36	$\varnothing 110H8/k8$	3п	58	$\varnothing 66S7/h7$	3
15	$\varnothing 140H9/js9$	4п	37	$\varnothing 15H8/f8$	3з	59	$\varnothing 110V9/h9$	4
16	$\varnothing 60N8/h8$	2п	38	$\varnothing 140V9/h9$	4н	60	$\varnothing 140H8/k8$	3
17	$\varnothing 110D9/h9$	3з	39	$\varnothing 64T7/h7$	3н	61	$\varnothing 42H6/m8$	3
18	$\varnothing 84JS9/h9$	3п	40	$\varnothing 84R9/h9$	3н	62	$\varnothing 20H9/m9$	4
19	$\varnothing 50H7/m7$	2п	41	$\varnothing 105D9/h9$	3з	63	$\varnothing 50H9/k9$	3
20	$\varnothing 8S7/h7$	3н	42	$\varnothing 56F8/h8$	2з	64	$\varnothing 70K9/h9$	2
21	$\varnothing 140F8/h8$	3з	43	$\varnothing 60H7/m7$	2п	65	$\varnothing 22X8/h8$	3
22	$\varnothing 52U8/h8$	3н	44	$\varnothing 18H8/d8$	3з			

Таблиця 6.8. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	—
14 – 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	—
18 – 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	—
24 – 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
30 – 40	+50	+3	+25	+12	+1	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
40 – 50	+25	-9	0	-12	-18	-25	-33	-44	-50	-59	-45 -70
50 – 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55 -85
65 – 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-62	-78	-64 -94
80 – 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-78 -113
100 – 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-73	-93	-91 -126
120 – 140									-48	-77	-107 -147
140 – 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50	-85	-119 -159
160 – 180									-53	-93	-131 -171
180 – 200									-60	-105	-149 -195
200 – 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-63	-113	-163 -209
225 – 250									-67	-123	-179 -225
250 – 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-74	-138	-198 -250
280 – 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-126	-190	-220 -272
315 – 355									-78	-150	-202 -247
355 – 400	+119 -62	+75 +18	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-87	-169	-247 -304
400 – 450									-144	-226	-273 -330
450 – 500	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-93	-187	-273 -330
									-150	-244	-307 -370
									-103	-209	-307 -370
									-166	-272	-337 -400
									-109	-229	-337 -400
									-172	-292	-400

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+4 0	+7 -7	0 -11	-	-1 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Понад 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+22 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
6 – 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
10 – 14	+77	459	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
14 – 18	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
18 – 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-11 -74	+117	+92	+72	+52	+26
24 – 30	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-48 -81	+65	+40	+20	0	-26
30 – 40	+119	+89	+61	+39	+19	+12	+5	-3	-60 -99	+142	+112	+87	+62	+31
40 – 50	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70 -109	+80	+50	+25	0	-31
50 – 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87 -133	+174	+131	+104	+74	+37
65 – 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102 -148	+100	+60	+30	0	-37
80 – 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124 -178	+207	+159	+123	+87	+43
100 – 120	+120	+72	+36	0	127	-38	-48	-58	-144 -198	+120	+72	+36	0	-43
120 – 140									-170 -233					
140 – 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+165 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
160 – 180									-210 -273					
180 – 200									-236 -308					
200 – 226	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-258 -330	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57
225 – 250									-284 -356					
250 – 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-315 -396	+320	+240	+186	+130	+65
280 – 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-350 -431	+190	+110	+56	0	-65
315 – 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-390 -479	+350	+265	+202	+140	+70
355 – 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-435 -521	+210	+125	+62	0	-70
400 – 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-490 -587	+385	+290	+223	+155	+77
450 – 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-540 -637	+230	+135	+68	0	-77

Таблиця 6.9. Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	—16 —27	—6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18		—17	—11	—5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	—20 —33	—7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30		—20	—13	—6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	
30 – 40	—25 —41	—9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64
40 – 50		—25	—16	—8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+48
50 – 65	—30 —49	—10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+85
65 – 80		—29	—19	—9,5	+2	+11	+20	+32	+41	+53	+66
80 – 100	—36 —58	—12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73	+93	+113
100 – 120		—34	—22	—11,0	+3	+13	+23	+37	+51	+71	+91
120 – 140	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+88	+117	+147
140 – 160									+63	+92	+122
									+90	+125	+159
160 – 180									+65	+100	+134
180 – 200	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+93	+133	+171
200 – 225									+68	+108	+146
									+106	+151	+195
225 – 250									+77	+122	+166
250 – 280	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126	+190	+250
280 – 315									+94	+158	+218
315 – 355	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+130	+202	+272
355 – 400									+98	+170	+240
400 – 450	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+144	+226	+304
450 – 500									+106	+190	+268
									+150	+244	+330
									+114	+208	+294
									+166	+272	+370
									+126	+232	+330
									+172	+292	+400
									+132	+252	+360

Продовження табл. 6.9

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	—	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	—	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
14 – 18	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
120 – 140	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
180 – 200	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
225 – 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+122	+236
250 – 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+176	+304
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+130	+258
315 – 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+186	+380
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+140	+284
400 – 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+210	+367
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+158	+315
450 – 500									

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхили, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
6 – 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+40	+50	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
14 – 18								+67	+77					
								+40	+50					
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73	-117	-92	-72	-52	-26
24 – 30							+81	+97	+121					
							+48	+64	+88					
30 – 40	-120						+99	+119	+151					
	-159	-80	-50	-25	0	+19	+60	+80	+112	-80	-50	-25	0	+31
40 – 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
50 – 65	-140						+133	+168	+218					
	-186	-100	-60	-30	0	+23	+87	+122	+172	-100	-60	-30	0	+37
65 – 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
80 – 100	-170						+178	+232	+312					
	-224	-120	-72	-36	0	+27	+124	+178	+258	-120	-72	-36	0	+43
100 – 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
120 – 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
140 – 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
160 – 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
180 – 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
200 – 225	-230	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
225 – 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
250 – 280	-300						+396	+556	+791					
	-381	-190	-110	-56	0	+40	+315	+475	+710	-190	-110	-56	0	+65
280 – 315	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	+871	-320	-240	-486	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
315 – 355	-360						+479	+679	+989					
	-449	-210	-125	-62	0	+44	+390	+390	+900	-210	-125	-62	0	+70
355 – 400	-400	-299	-214	-151	-89	-44	+524	+749	+1089	-350	-265	-302	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
400 – 450	-440						+587	+837	+1197					
	-537	-230	-135	-68	0	+48	+490	+740	+1100	-230	-135	-68	0	+77
450 – 500	-480	-327	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

7. Розрахунок і вибір посадок для сполучень вальниць кочення

Обладнання: методичні рекомендації, довідники.

Мета заняття – засвоїти методику розрахунку і вибору посадок циркуляційно і місцево навантажених кілець вальниць кочення з врахуванням конкретних умов (розмірів, навантаження).

Вихідні дані для розрахунку сполучень вальниць кочення наведено в табл. 7.1.

За варіантом завдання вибрати вихідні дані для розрахунку і вибору посадок для сполучень вальниць кочення.

Приклад. Вальниця кочення №206, радіальне навантаження на вальницю $R = 2,0$ кН. Умови роботи вальниці: вал обертається, корпус нерухомий, вал суцільний, корпус масивний нерознімний, навантаження радіальне, спокійне, з помірними поштовхами і вібрацією, можливе перевантаження вальниці до 150 %.

Визначення геометричних розмірів вальниці (табл. 7.2).

Для вказаної вальниці, мм: $d = 30$, $D = 62$, $B = 16$, $r = 1,5$.

Клас точності вальниці нульовий. Оскільки за умовою завдання обертається вал, то внутрішнє кільце вальниці матиме циркуляційне навантаження, а зовнішнє – місцеве.

Визначаємо мінімальний натяг за формулою:

$$N_{\min} = \frac{13R \cdot k}{[(B - 2r)10^6]},$$

де N_{\min} – найменший розрахунковий натяг, що забезпечує необхідну міцність з'єднання циркуляційно навантаженого кільця вальниці з валом, мм; R – радіальне навантаження на вальницю, Н; k – конструктивний коефіцієнт, що залежить від серії вальниці (особливо легка серія – $k = 3,5$; легка серія – $k = 2,8$; середня серія – $k = 2,3$; важка серія – $k = 2,0$).

$$N_{\min} = \frac{13 \cdot 2,0 \cdot 10^3 \cdot 2,8}{(16 - 2 \cdot 1,5) \cdot 10^6} = 0,0056 \text{ мм} = 5,6 \text{ мкм.}$$

Граничні відхилення діаметра отвору внутрішнього кільця вальниці $\varnothing 30L0$ знаходимо за табл. 10.3: $EI = -0,01$ мм, $ES = 0$.

Приймаємо поле допуску вала $k6$, тобто $\varnothing 30k6$. За табл. 7.6 маємо: $es = +15$ мкм = $+0,015$ мм, $ei = +2$ мкм = $+0,002$ мм.

Тоді посадка внутрішнього кільця вальниці кочення на вал $\varnothing 30L0/k6$.

Визначаємо граничні натяги:

$$N_{\min} = ei - ES = 0,002 - 0 = 0,002 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = es - EI = 0,015 - (-0,010) = 0,025 \text{ мм.}$$

Умова $N_{\min.ct} \geq N_{\min}$ не виконується.

Приймаємо посадку $\varnothing 30L0/m6$. Для поля допуску вала $\varnothing 30m6$ маємо (табл. А.6): $es = +21$ мкм = $+0,021$ мм, $ei = +8$ мкм = $+0,008$ мм.

Визначаємо граничні натяги:

$$N_{\min}^{ct} = ei - ES = 0,008 - 0 = 0,008 \text{ мм};$$

$$N_{\max.ст} = es - EI = 0,021 - (-0,010) = 0,031 \text{ мм.}$$

Умова $N_{\min.ст} \geq N_{\min}$ $N_{\min.ст} = 0,008 \text{ мм} > N_{\min} = 0,0056 \text{ мм}$ виконується.

Перевіряємо правильність вибору посадки, виходячи із умови міцності, для цього визначаємо допустимий натяг:

$$N_{\text{доп}} = \frac{11,4 \cdot k \cdot d \cdot [\sigma_p]}{(2 \cdot k - 2) \cdot 10^6}$$

де d – номінальний діаметр сполученого кільця вальниці, мм; $[\sigma_p]$ – допустиме напруження за розтягування (для сталі вальниць марки ШХ15 $[\sigma_p] = 400 \text{ МПа}$).

$$N_{\text{доп}} = \frac{11,4 \cdot 2,8 \cdot 30 \cdot 400}{(2 \cdot 2,8 - 2) \cdot 10^6} = 0,1064_{\text{мм}} = 106,4 \text{ мкм.}$$

Перевіряємо міцність з'єднання, дотримуючись умови: $N_{\max.ст} \leq N_{\text{доп}}$.

Умова $N_{\max.ст} = 0,031 \text{ мм} < N_{\text{доп}} = 0,1064 \text{ мм}$ виконується.

Тут $N_{\max.ст}$ – найбільший натяг стандартної посадки.

Схему розташування полів допусків внутрішнього кільця вальниці наведено на рис. 7.1.

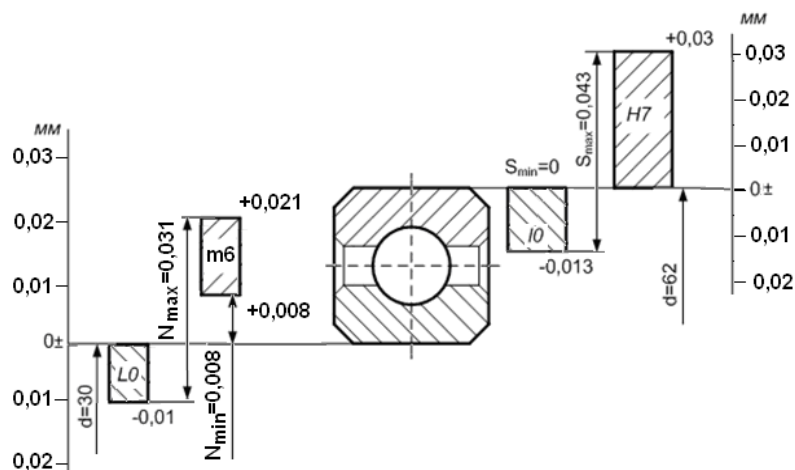


Рис. 7.1. Схема розташування полів допусків кілець вальниці та посадочних поверхонь вала і отвору в корпусі

Поле допуску посадочної поверхні діаметра отвору в корпусі під зовнішнє місцево навантажене кільце вальниці призначаємо за табл. 7.7

За діаметра отвору $D=62 \text{ мм}$ для заданих умов роботи вальниці приймаємо поле допуску H7 (для вальниці нульового класу точності), тобто $\varnothing 62 \text{ H7}^{(+0,030)}$ (див. табл. 7.8). Граничні відхилення зовнішнього діаметра зовнішнього кільця вальниці $\varnothing 62 \text{ f10}$ знаходимо за табл. 10.4: $ei = -0,013 \text{ мм}$, $es=0$.

Тоді посадка зовнішнього кільця вальниці в корпус $\varnothing 62 \text{ H7/f10}$.

Визначаємо граничні зазори:

$$S_{\min} = EI - es = 0 - 0 = 0 \text{ мм;}$$

$$S_{\max} = ES - ei = 0,030 - (-0,013) = 0,043 \text{ мм.}$$

Схему розташування полів допусків зовнішнього кільця вальниці наведено на рис. 7.1.

Складальний і подетальні кресленіки складанної одиниці вальниці наведено на рис. 7.2.

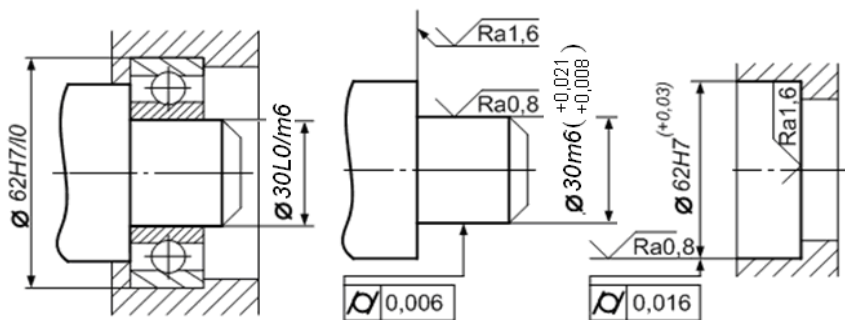


Рис. 7.2. Складальний і подетальні кресленікі складанної одиниці вальниці

Таблиця 7.1. Вихідні дані для розрахунку і вибору посадок для деталей, які з'єднуються з вальницями кочення

Вари- ант	Номер вальниці	Радіальне навантаж, R, кН	Вари- ант	Номер вальниці	Радіальне навантаж, R, кН	Вари- ант	Номер валь- ниці	Радіальне навантаж, R, кН
1	106	1,8	35	406	10,5	68	3614	17,0
2	107	2,0	36	407	11,0	69	3615	17,5
3	108	2,2	37	408	11,5	70	3616	18,0
4	109	2,4	38	409	12,0	71	3617	18,5
5	110	2,0	39	410	12,5	72	7210	5,0
6	111	2,4	40	411	13,0	73	7211	5,5
7	112	2,8	41	412	13,5	74	7212	6,0
8	113	3,2	42	1204	2,5	75	7213	6,5
9	114	3,0	43	1205	3,0	76	7214	7,0
10	204	4,5	44	1206	3,5	77	7215	7,5
11	205	2,0	45	1207	4,0	78	7216	8,0
12	206	2,1	46	1208	4,5	79	7217	8,5
13	207	2,6	47	1209	5,0	80	36206	4,0
14	208	2,8	48	1210	5,5	81	36207	4,5
15	209	3,0	49	1211	6,0	82	36208	5,0
16	210	3,5	50	1212	6,5	83	36209	6,5
17	211	4,0	51	1213	7,0	84	36210	7,0
18	212	4,5	52	1214	7,5	85	36211	7,5
19	213	4,8	53	1306	4,5	86	36212	9,0
20	214	5,0	54	1307	5,0	87	36213	9,5
21	304	4,5	55	1308	5,5	88	7310	5,0
22	305	2,5	56	1309	6,0	89	7311	5,5
23	306	3,0	57	1310	6,5	90	7312	6,0
24	307	3,5	58	1311	7,0	91	7313	6,5
25	308	4,0	59	1312	7,5	92	7314	7,0
26	309	4,5	60	1313	8,0	93	7315	7,5
27	310	5,0	61	1314	8,5	94	7316	8,0
28	311	5,5	62	3608	14,0	95	7317	8,5
29	312	6,0	63	3609	14,5	96	7318	9,0
30	313	5,8	64	3610	15,0	97	7319	10,0
31	314	6,0	65	3611	15,5	98	7320	11,0
32	315	6,2	66	3612	16,0	99	7321	12,0
33	405	10,0	67	3613	16,5	100	7322	13,0
34	405	10,0						

Таблиця 7.2. Параметри вальниць (підшипників) кочення, завдання 5

Номер варіанту	Номер підшипника	Радіальне навантаження, кН	d, мм	D, мм	B, мм	r, мм	r ₁ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8
Радіальний кульковий однорядний, особлива легка серія							
1	105	1,6	25	47	12	1	
2	106	1,8	30	55	13	1,5	
3	107	2,0	35	62	14	1,5	
4	108	2,2	40	68	15	1,5	
5	109	2,4	45	75	16	1,5	
6	110	2,0	50	80	16	1,5	
7	111	2,4	55	90	18	2	
8	112	2,8	60	95	18	2	
9	113	3,2	65	100	18	2	
10	114	3,0	70	110	20	2	
Радіальний кульковий однорядний, легка серія							
11	204	4,5	20	47	14	1,5	
12	205	2,0	25	52	15	1,5	
13	206	2,1	30	62	16	1,5	
14	207	2,6	35	72	17	2	
15	208	2,8	40	80	18	2	
16	209	3,0	45	85	19	2	
17	210	3,5	50	90	20	2	
18	211	4,0	55	100	21	2,5	
19	212	4,5	60	110	22	2,5	
20	213	4,8	65	120	23	2,5	
21	214	5,0	70	125	24	2,5	
22	304	4,5	20	52	15	2	
23	305	2,5	25	62	17	2	

Продовження табл. 7.2

Номер варіанту	Номер підшипника	Радіальне навантаження, кН	d, мм	D, мм	B, мм	R	r ₁
1	2	3	4	5	6	7	8
Радіальний кульковий однорядний, середня серія							
24	306	3,0	30	72	19	2	
25	307	3,5	35	80	21	2,5	
26	308	4,0	40	90	23	2,5	
27	309	4,5	45	100	25	2,5	
28	310	5,0	50	110	27	3	
29	311	5,5	55	120	29	3	
30	312	6,0	60	130	31	4	
31	313	5,8	65	140	33	4	
32	314	6,0	70	150	35	4	
33	315	6,2	75	160	40	4	
Радіальний кульковий однорядний, важка серія							
34	405	10,0	25	25	62	17	2
35	406	10,5	30	72	19	2	
36	407	11,0	35	80	21	2,5	
37	408	11,5	40	90	23	2,5	
38	409	12,0	45	100	25	2,5	
39	410	12,5	50	110	27	3	
40	411	13,0	55	120	29	3	
41	412	13,5	60	130	31	4	

Номер варіанту	Номер підшипника	Радіальне навантаження, кН	d, мм	D, мм	B, мм	r	r ₁
1	2	3	4	5	6	7	8
Радіальний кульковий дворядний (сферичний), легка серія							
42	1204	2,5	20	47	14	1,5	
43	1205	3,0	25	52	15	1,5	
44	1206	3,5	30	62	16	1,5	
45	1207	4,0	35	72	17	2	
46	1208	4,5	40	80	18	2	
47	1209	5,0	45	85	19	2	
48	1210	5,5	50	90	20	2	
49	1211	6,0	55	100	21	2,5	
50	1212	6,5	60	110	22	2,5	
51	1213	7,0	65	120	23	2,5	
52	1214	7,5	70	125	24	2,5	
Радіальний кульковий дворядний (сферичний), середня серія							
53	1306	4,5	30	72	19	2	
54	1307	5,0	35	80	21	2,5	
55	1308	5,5	40	90	20	2,5	
56	1309	6,0	45	100	25	2,5	
57	1310	6,5	50	110	27	3	
58	1311	7,0	55	120	29	3	
59	1312	7,5	60	130	31	3,5	
60	1313	8,0	65	140	33	3,5	
61	1314	8,5	70	150	35	3,5	

Продовження табл. 7.2

Номер варіанту	Номер підшипника	Радіальне навантаження, кН	d, мм	D, мм	B, мм	r	r ₁
Радіальний роликівий дворядний (сферичний), середня серія							
62	3608	14,0	40	90	33	2,5	
63	3609	14,5	45	100	36	2,5	
64	3610	15,0	50	110	40	3	
65	3611	15,5	55	120	43	3	
66	3612	16,0	60	130	46	3,5	
67	3613	16,5	65	140	48	3,5	
68	3614	17,0	70	150	51	3,5	
69	3615	17,5	75	160	55	3,5	
70	3616	18,0	80	170	58	3,5	
71	3617	18,5	85	180	60	4	

Продовження табл. 7.2

Номер варіанту	Номер підшипника	Радіальне навантаження, кН	d, мм	D, мм	B, мм	r	r ₁
1	2	3	4	5	6	7	8
Радіально упорний з конічними роликками, легка серія							
72	7210	5,0	50	90	17	2,0	
73	7211	5,5	55	100	21	2,5	
74	7212	6,0	60	110	23	2,5	
75	7213	6,5	65	115	25	2,5	
76	7214	7,0	70	125	21	2,5	
77	7215	7,5	75	130	26	2,5	
78	7216	8,0	80	140	26	3	
79	7217	8,5	85	150	28	3	
Радіально упорний кульковий, легка серія							
80	36206	4,0	30	62	15	1,5	
81	36207	4,5	35	72	17	2	
82	36208	5,0	40	80	18	2	
83	36209	6,5	45	85	19	2	
84	36210	7,0	50	90	20	2	
85	36211	7,5	55	100	21	2,5	
86	36212	9,0	60	110	22	2,5	
87	36213	9,5	65	120	23	2,5	

Граничні відхилення діаметра циліндричного отвору внутрішніх кілець радіальних і радіально упорних вальниць кочення (за ГОСТ 520:2015)

Інтервали діаметрів d , мм (понад – до)	Клас точності вальниць							
	P0		P6		P5		P4	
	Граничні відхилення діаметра d_m , мкм							
	EI	ES	EI	ES	EI	ES	EI	ES
Від 0,6 до 2,5	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0
2,5 – 10	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0
10 – 18	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0
18 – 30	-10	0	-8	0	-6	0	-5	0
30 – 50	-12	0	-10	0	-8	0	-6	0
50 – 80	-15	0	-12	0	-9	0	-7	0
80 – 120	-20	0	-15	0	-10	0	-8	0
120 – 180	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0
180 – 250	-30	0	-22	0	-15	0	-12	0
250 – 315	-35	0	-25	0	-18	0	-	-
315 – 400	-40	0	-30	0	-23	0	-	-
400 – 500	-45	0	-35	0	-	-	-	-
500 – 630	-50	0	-40	0	-	-	-	-
630 – 800	-75	0	-	-	-	-	-	-
800 – 1000	-100	0	-	-	-	-	-	-
1000 – 1250	-125	0	-	-	-	-	-	-
1250 – 1600	-160	0	-	-	-	-	-	-
1600 – 2000	-200	0	-	-	-	-	-	-

Таблиця 7.4. Граничні відхилення зовнішнього діаметра зовнішніх кілець радіальних і радіально-упорних (крім конічних) вальниць кочення (за ГОСТ 520:2015)

Інтервали діаметрів D , мм (понад – до)	Клас точності вальниць							
	P0		P6		P5		P4	
	Граничні відхилення діаметра D_m , мкм							
	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
Від 2,5 до 6	0	-8	0	-7	0	-5	0	-40
6 – 18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-40
18 – 30	0	-9	0	-8	0	-6	0	-5
30 – 50	0	-11	0	-9	0	-7	0	-6
50 – 80	0	-13	0	-11	0	-9	0	-7
80 – 120	0	-15	0	-13	0	-10	0	-8
120 – 150	0	-18	0	-15	0	-11	0	-9
150 – 180	0	-20	0	-18	0	-13	0	-10
180 – 250	0	-30	0	-20	0	-15	0	-11
250 – 315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-13
315 – 400	0	-40	0	-28	0	-20	0	-15
400 – 500	0	-45	0	-33	0	-23	-0	-
500 – 630	0	-50	0	-38	0	-28	-	-
630 – 800	0	-75	0	-45	0	-35	-	-
800 – 1000	0	-100	0	-60	-	-	-	-
1000 – 1250	0	-125	-	-	-	-	-	-
1250 – 1600	0	-160	-	-	-	-	-	-
1600 – 2000	0	-200	-	-	-	-	-	-
2000 – 2500	0	-250	-	-	-	-	-	-

Таблиця 7,6. Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	—16	—6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18	—27	—17	—11	—5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	—20	—7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30	—33	—20	—13	—6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54 +41
30 – 40	—25	—9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
40 – 50	—41	—25	—16	—8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
50 – 65	—30	—10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
65 – 80	—49	—29	—19	—9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
80 – 100	—36	—12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
100 – 120	—58	—34	—22	—11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
120 – 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
140 – 160	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+90 +65	+125 +100	+159 +134
160 – 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146
180 – 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
200 – 225	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+209 +180
225 – 250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
250 – 280									+126 +94	+190 +158	+250 +218
280 – 315	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
315 – 355									+144 +106	+226 +190	+304 +268
355 – 400	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
400 – 450									+166 +126	+272 +232	+370 +330
450 – 500	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

Таблиця 7.7. Рекомендовані поля допусків валів і отворів корпусів
під вальниці кочення з місцево навантаженими кільцями

Типи вальниць	Номинальний діаметр, мм (понад – до)	Поля допусків		
		валів (осей)	отворів в корпусі	
			не рознімних	рознімних
Навантаження спокійне або з помірними поштовхами і вібрацією, перевантаження до 150 %				
Усі типи, крім штампованих голчастих	До 80	h5, h6, g5, g6 g5, g6, f6*, js6, f6, js6	H6, H7	H6, H7, H8*
	80 – 260		G6, G7	
	260 – 500			
Навантаження з ударами і вібрацією, навантаження до 300 %				
Усі типи, крім штампованих голчастих і роликкових конічних дворядних	До 80	h5, h6	Js6, Js7	Js6, Js7
	80 – 260		H6, H7	
	260 – 500	g5, g6		
Навантаження будь-яке				
Голчасті штамповані	Усі розміри	k5, k6** js5, js6**	K6 K7*** Js6, Js7	Js6, Js7 (в сталевий стакан)
*Поля допусків f6 і H8 пристосовувати за частоти обертання не більше 60 % від гранично допустимої. **З'єднання вальниць з валами k5, k6, js5, js6 здійснюють за допомогою селективного збирання. ***Для корпусів із кольорового металу.				

Таблиця 7.8. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	—
14 – 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	
18 – 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	—
24 – 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
30 – 40	+50	+3	+25	+12	+1	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
40 – 50	+25	-9	0	-12	-18	-25	-33	-44	-50	-59	-45 -70
50 – 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55 -85
65 – 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-60	-72	-64 -94
80 – 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-78 -113
100 – 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-73	-93	-91 -126
120 – 140									-48	-77	-107 -147
140 – 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50	-85	-119 -159
160 – 180									-90	-125	-131 -171
180 – 200									-53	-93	-149 -195
200 – 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-60	-105	-163 -209
225 – 250									-106	-151	-179 -225
250 – 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-63	-113	-198 -250
280 – 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-109	-159	-220 -272
315 – 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-67	-123	-169 -247
355 – 400	-62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-113	-169	-226 -304
400 – 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-93	-187	-273 -330
450 – 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-108	-150	-244	-307 -370
									-103	-209	-337 -400
									-166	-272	
									-109	-229	
									-172	-292	

8. Вибір допусків і посадок шпонкових з'єднань

Обладнання: методичні рекомендації, довідники.

Мета заняття –вивчити методику вибору допусків і посадок шпонкових з'єднань.

Вихідні дані для вибору допусків і посадок шпонкових з'єднань наведено в табл. 8.1.

За варіантом завдання вибрати вихідні дані для вибір допусків і посадок шпонкових з'єднань.

Номінальний діаметр вала $d = 32$ мм. Навантаження постійне без частих реверсів, з'єднання нерухоме. Складання з валом ускладнене–всередині корпуса передавального механізму. Вибрати тип шпонкового з'єднання і підібрати шпонку для з'єднання втулки з валом.

Залежно від діаметра шпонкового з'єднання за табл. 8.2 визначаємо номінальні розміри елементів призматичного шпонкового з'єднання.

Ширина шпонки і ширина пазів вала і втулки (розмір b): $b = 10$ мм, висота шпонки $h = 8$ мм. Довжину шпонки і довжину паза вала (розмір l) приймаємо рівним $l = 100$ мм; глибина паза вала $t_1 = 5,0$ мм, глибина паза втулки $t_2 = 3,3$ мм.

Призначаємо поля допусків на посадочні діаметри шпонкових вала і втулки: для втулки поле допуску H7, а для вала – k6. Діаметр втулки $\varnothing 32H7$, діаметр вала $\varnothing 32k6$.

Визначаємо граничні відхилення посадочних діаметрів отвору і вала (табл. 11.3 і 11.4): отвір $\varnothing 32H7^{(+0,025)}$, вал $\varnothing 32k6^{(+0,018/+0,002)}$.

Визначення: тип шпонкового з'єднання; сполучень ширини шпонки з шириною паза вала і втулки (табл. 8.5)

За заданих умов роботи приймаємо нормальне з'єднання шпонки з пазами за шириною b , тобто по посадках 10N9/h9 і 10Js9/h9: для ширини шпонки – 10h9_(-0,036), для ширини паза вала – 10N9_(-0,036); для ширини паза втулки – 10Js9_(±0,018).

Зазори і натяги у з'єднаннях: ширина паза вала – ширина шпонки 10N9/h9: $N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,036) = 0,036$ мм;

$S_{\max} = ES - ei = 0 - (-0,036) = 0,036$ мм;

для ширини паза втулки – ширина шпонки 10Js9/h9:

$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,018) = 0,018$ мм; $S_{\max} = ES - ei = 0,018 - (-0,036) = 0,054$ мм;

Призначення полів допусків для інших (непосадочних) розмірів елементів шпонкового з'єднання: висоти шпонки, довжини шпонки, довжини паза вала.

Призначаємо поля допусків для інших (непосадочних) розмірів елементів шпонкового з'єднання: для висоти шпонки – 8h11_(-0,090), для довжини шпонки – 100H15^(+1,4), для довжини паза вала – 100h14_(-0,870).

Посадка 100H15/ h14. Зазори у з'єднанні:

$S_{\max} = ES - ei = 1,400 - (-0,870) = 2,270$ мм; $S_{\max} = ES - ei = 0 - 0 = 0$.

Граничні відхилення глибини паза вала t_1 і паза втулки t_2 призначаємо за 12 квалітетом (табл. 11.6): $t_1 = 5,0H12^{(+0,120)}$ мм, $t_2 = 3,3H12^{(+0,120)}$ мм.

Схема полів допусків шпонкового з'єднання приведено на рис. 8.1.

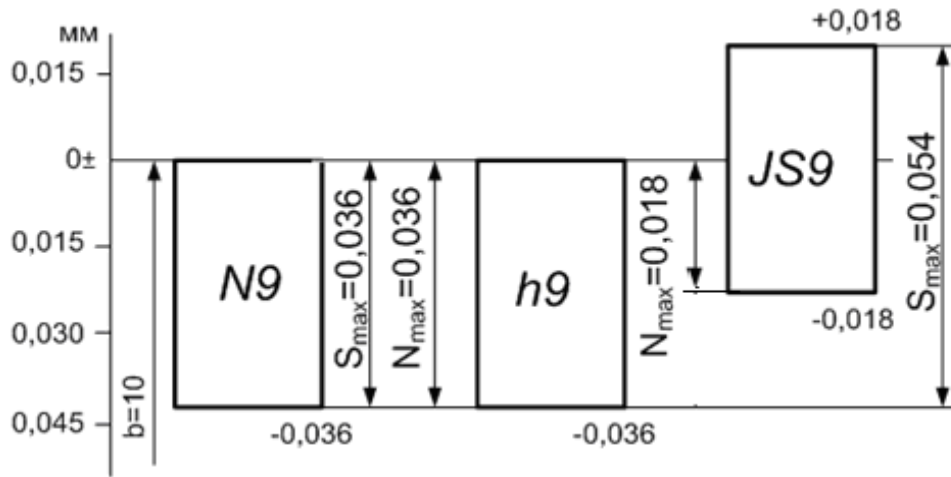


Рис. 8.1. Схема полів допусків шпонкового з'єднання 7.Складальний і подетальні кресленики шпонкового з'єднання. Складальний і подетальні кресленики шпонкового з'єднання наведено на рис. 8.2.

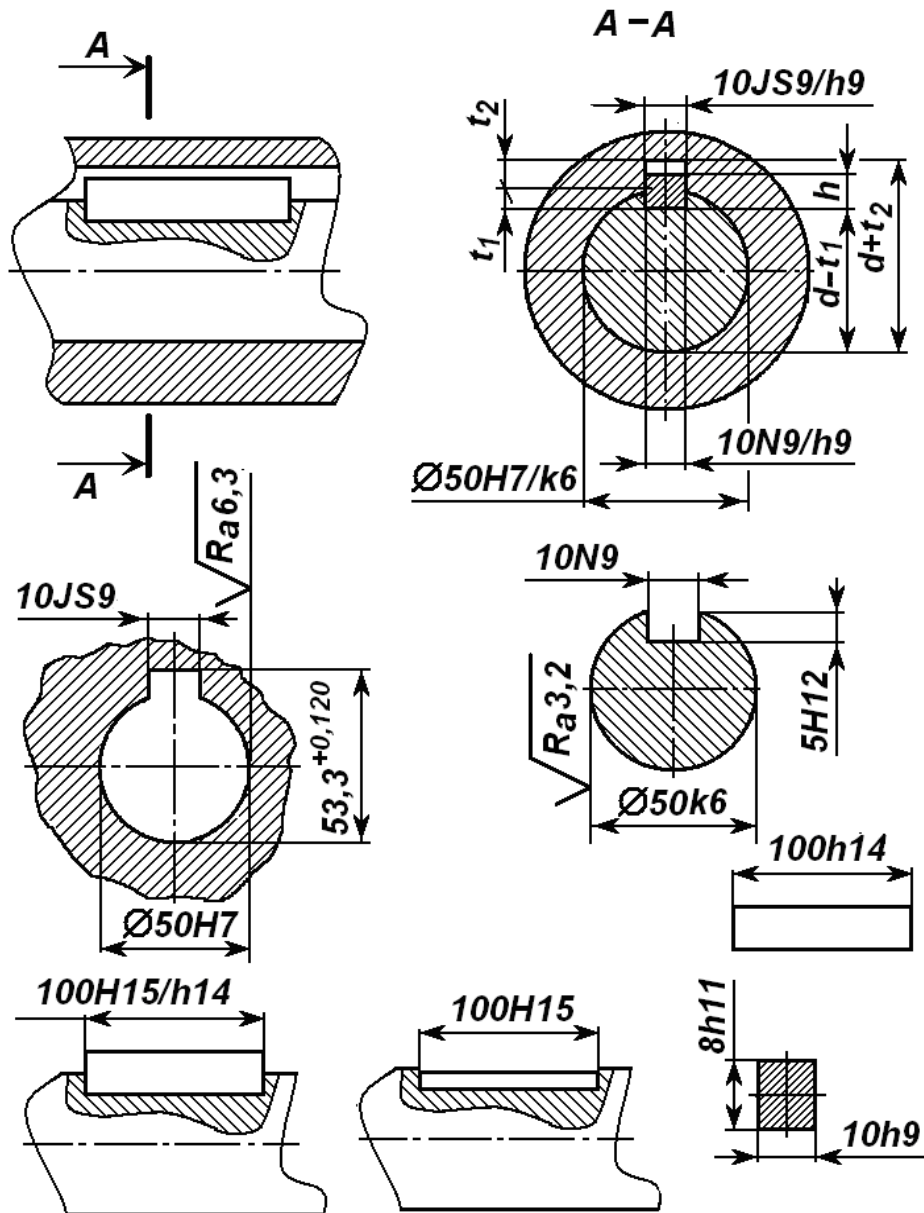


Рис. 8.2. Позначення розмірів і посадок прямобічного шпонкового з'єднання

Таблиця 8.1. Вихідні дані для розрахунку і вибору посадок для деталей шпонкових з'єднань

Варіант	Діаметр вала, d, мм	Вид з'єднання	Варіант	Діаметр вала, d, мм	Вид з'єднання	Варіант	Діаметр вала, d, мм	Вид з'єднання
1	17	3	35	30	2	68	70	1
2	20	1	36	45	3	69	75	2
3	25	2	37	50	1	70	80	3
4	30	3	38	60	3	71	85	1
5	35	1	39	70	2	72	50	2
6	50	2	40	80	1	73	55	3
7	55	3	41	90	3	74	60	1
8	60	1	42	20	2	75	65	2
9	65	2	43	25	3	76	70	3
10	75	3	44	30	1	77	75	1
11	17	1	45	35	2	78	80	2
12	20	1	46	40	3	79	85	3
13	25	2	47	45	1	80	30	1
14	30	3	48	50	2	81	35	2
15	35	1	49	55	3	82	40	3
16	40	2	50	60	1	83	45	1
17	45	3	51	65	2	84	50	2
18	50	1	52	70	3	85	55	3
19	55	2	53	30	1	86	60	1
20	70	2	54	35	2	87	65	2
21	75	3	55	40	3	88	75	1
22	15	2	56	45	1	89	80	2
23	30	3	57	50	2	90	85	3
24	35	1	58	55	3	91	20	2
25	40	2	59	60	1	92	25	3
26	45	3	60	65	2	93	30	1
27	50	1	61	70	3	94	35	2
28	55	2	62	40	1	95	40	3
29	60	3	63	45	2	96	45	1
30	65	1	64	50	3	97	50	2
31	70	3	65	55	1	98	55	3
32	75	1	66	60	2	99	60	1
33	80	2	67	65	3	100	65	2
34	25	1						

Примітка: * – вид шпонкового з'єднання: 1 – вільне; 2 – нормальне; 3 – щільне

Таблиця 8.2. Основні розміри з'єднань з призматичними шпонками, мм
(за ГОСТ 23360-93)

Діаметр вала d (понад-до)	Номінальні розміри шпонки, мм					Номінальні розміри паза, мм			
	$b \times h$	фаска s		інтервали довжин		глибина		радіус округлення або фаска $s_1 \times 45^\circ$	
		max	min	від	до	на валу t_1	у втулці t_2	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 – 8	2 x 2	0,25	0,16	6	20	1,2	1,0	0,16	0,08
8 – 10	3 x 3			6	36	1,8	1,4		
10 – 12	4 x 4			8	45	2,5	1,8		
12 – 17	5 x 5	0,40	0,25	10	56	3,0	2,3	0,25	0,16
17 – 22	6 x 6			14	70	3,5	2,8		
22 – 30	8 x 7			18	90	4,0	3,3		
30 – 38	10 x 8	0,60	0,40	22	110	5,0	3,3	0,40	0,25
38 – 44	12 x 8			28	140	5,0	3,3		
44 – 50	14 x 9			36	160	5,5	3,8		
50 – 58	16 x 10			45	180	6,0	4,3		
58 – 65	18 x 11			50	200	7,0	4,4		
65 – 75	20 x 12	0,80	0,60	56	220	7,5	4,9	0,60	0,40
75 – 85	22 x 14			63	250	9,0	5,4		
85 – 95	25 x 14			70	280	9,0	5,4		
95 – 110	28 x 16			80	320	10,0	6,4		
110 – 130	32 x 18			90	360	11,0	7,4		
130 – 150	36 x 20	1,2	1,0	100	400	12,0	8,4	1,0	0,70
150 – 170	40 x 22			100	400	13,0	9,4		
170 – 200	45 x 25			110	450	15,0	10,4		
200 – 230	50 x 28			125	500	17,0	11,4		
230 – 260	56 x 32	2,0	1,6	140		20,0	12,4	1,6	1,2
260 – 290	63 x 32			160	500	20,0	12,4		
290 – 330	70 x 36			180		22,0	14,4		
330 – 380	80 x 40	3,0	2,5	200		25,0	15,4	2,5	2,0
390 – 440	90 x 45			220	500	28,0	17,4		
440 – 500	100 x 50			250		31,0	19,5		

Примітки: 1. ГОСТ 23360-78 не розповсюджується на шпонкові з'єднання, які використовуються для кріплення ріжучого інструменту.

2. Довжини шпонок вибирають із ряду: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 400; 450; 500 мм.

3. На робочому кресленні пропонується один розмір для вала t_1 (переважаючий варіант) або $d - t_1$ і для втулки $d + t_2$.

Таблиця 8.3. Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 – 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
6 – 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
10 – 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	—
14 – 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	
18 – 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	—
24 – 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
30 – 40	+50	+3	+25	+12	+1	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
40 – 50	+25	-9	0	-12	-18	-25	-33	-44	-50	-59	-45 -70
50 – 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55 -85
65 – 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-60	-72	-64 -94
80 – 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-78 -113
100 – 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-73	-93	-91 -126
120 – 140									-48	-77	-107 -147
140 – 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50	-85	-119 -159
160 – 180									-53	-93	-131 -171
180 – 200									-60	-105	-149 -195
200 – 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-63	-113	-163 -209
225 – 250									-67	-123	-179 -225
250 – 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-74	-138	-198 -250
280 – 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-126	-190	-220 -272
315 – 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-78	-150	-247 -304
355 – 400	-62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-144	-226	-273 -330
400 – 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-93	-187	-250 -307
450 – 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-108	-150	-244	-330 -400

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	+34	+28	+20	+4	+7	0	-	-1	-18	+45	+39	+31	+25	+12
	+20	+14	+6	0	-7	-11	-	-18	-32	+20	+14	+6	0	-12
Понад 3 до 6	+48	+38	+28	+22	+9	+5	+2	-2	-23	+60	+50	+40	+30	+15
	+30	+20	+10	0	-9	-13	-16	-20	-41	+30	+20	+10	0	-15
6 – 10	+62	+47	+35	+22	+11	+6	+1	-3	-28	+76	+61	+49	+36	+18
	+40	+25	+13	0	-11	-16	-21	-25	-50	+40	+25	+13	0	-18
10 – 14	+77	+49	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
18 – 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-11	+117	+92	+72	+52	+26
	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-74	+65	+40	+20	0	-26
24 – 30									-48					
									-81					
30 – 40	+119	+89	+61	+39	+19	+12	+5	-3	-60	+142	+112	+87	+62	+31
	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-99	+80	+50	+25	0	-31
40 – 50									-70					
									-109					
50 – 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87	+174	+131	+104	+74	+37
	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-133	+100	+60	+30	0	-37
65 – 80									-102					
									-148					
80 – 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124	+207	+159	+123	+87	+43
	+120	+72	+36	0	127	-38	-48	-58	-178	+120	+72	+36	0	-43
100 – 120									-144					
									-198					
120 – 140									-170					
									-233					
140 – 160	+208	+148	+106	+63	+31	+20	+8	-4	-190	+245	+165	+143	+100	+50
	+145	+85	+43	0	-31	-43	-55	-67	-253	+145	+85	+43	0	-50
160 – 180									-210					
									-273					
180 – 200									-236					
									-308					
200 – 226	+242	+172	+122	+72	+36	+22	+9	-5	-258	+285	+215	+165	+115	+57
	+170	+100	+50	0	-36	-50	-63	-77	-330	+170	+100	+50	0	-57
225 – 250									-284					
									-356					
250 – 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-315	+320	+240	+186	+130	+65
	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-396	+190	+110	+56	0	-65
280 – 315									-350					
									-431					
315 – 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-390	+350	+265	+202	+140	+70
	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-479	+210	+125	+62	0	-70
355 – 400									-435					
									-521					
400 – 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-490	+385	+290	+223	+155	+77
	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-587	+230	+135	+68	0	-77
450 – 500									-540					
									-637					

Таблиця 8.4. Граничні відхилення валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхилення, мкм										
Від 1 до 3	-6 -12	-2 -8	0 -6	+3,0 -3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 до 6	-10 -18	-4 -12	0 -8	+4,0 -4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
6 – 10	-13 -22	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
10 – 14	-16	-6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	—
14 – 18	-27	-17	-11	-5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
18 – 24	-20	-7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	—
24 – 30	-33	-20	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54 +41
30 – 40	-25	-9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
40 – 50	-41	-25	-16	-8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
50 – 65	-30	-10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
65 – 80	-49	-29	-19	-9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
80 – 100	-36	-12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
100 – 120	-58	-34	-22	-11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
120 – 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
140 – 160	-43 -68	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+90 +65	+125 +100	+159 +134
160 – 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146
180 – 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
200 – 225	-50 -79	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+209 +180
225 – 250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
250 – 280									+126 +94	+190 +158	+250 +218
280 – 315	-56 -88	-17 -49	0 -32	+16,0 -16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
315 – 355									+144 +106	+226 +190	+304 +268
355 – 400	-62 -98	-18 -54	0 -36	+18,0 -18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
400 – 450									+166 +126	+272 +232	+370 +330
450 – 500	-68 -108	-20 -60	0 -40	+20,0 -20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	—	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	—	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
14 – 18	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
24 – 30	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
									+69
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
40 – 50	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
									+96
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
65 – 80	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
								+89	+132
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
100 – 120	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
								+114	+179
120 – 140								+79	+144
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180								+140	+230
180 – 200								+148	+250
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+108	+210
	-146	-96	-46	23	+4	+17	+31	+168	+282
225 – 250								+122	+236
250 – 280								+176	+304
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+130	+258
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+186	+380
315 – 355								+140	+284
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+210	+367
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+158	+315
400 – 450								+222	+402
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+170	+350
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+247	+447
								+190	+390
								+265	+492
								+208	+435
								+296	+553
								+232	+490
								+315	+603
								+252	+540

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхили, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 до 6	-70	-30	-20	-10'	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
6 – 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
10 – 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+67	+77	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+40	+50	-93	-75	-59	-43	-21
14 – 18								+72	+87					
								+45	+60					
18 – 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73	-117	-92	-72	-52	-26
24 – 30							+81	+97	+121					
							+48	+64	+88					
30 – 40	-120	-80	-50	-25	0	+19	+99	+119	+151	-80	-50	-25	0	+31
	-159	-119	-89	-64	-39	-19	+60	+80	+112	-142	-112	-87	-62	-31
40 – 50	-130						+109	+136	+175					
	-169						+70	+97	+136					
50 – 65	-140	-100	-60	-30	0	+23	+133	+168	+218	-100	-60	-30	0	+37
	-186	-146	-106	-76	-46	-23	+87	+122	+172	-174	-134	-104	-74	-37
65 – 80	-150						+148	+192	+256					
	-196						+102	+146	+210					
80 – 100	-170	-120	-72	-36	0	+27	+178	+232	+312	-120	-72	-36	0	+43
	-224	-174	-126	-90	-54	-27	+124	+178	+258	-207	-159	-123	-87	-43
100 – 120	-180						+198	+264	+364					
	-234						+144	+210	+310					
120 – 140	-200						+233	+311	+428					
	-263						+170	+248	+365					
140 – 160	-210	-145	-85	-43	0	+31	+253	+343	+478	-145	-85	-43	0	+50
	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280	+415	-245	-185	-143	-100	-50
160 – 180	-230						+273	+373	+528					
	-293						+210	+310	+465					
180 – 200	-240						+308	+422	+592					
	-312						+236	+350	+520					
200 – 225	-230	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	+647	-170	-100	-50	0	+57
	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385	+575	-285	-215	-165	-115	-57
225 – 250	-280						+356	+497	+712					
	-352						+284	+425	+640					
250 – 280	-300	-190	-110	-56	0	+40	+396	+556	+791	-190	-110	-56	0	+65
	-381	-271	-191	-137	-81	-40	+315	+475	+710	-320	-240	-186	-130	-65
280 – 315	-330						+431	+606	+871					
	-411						+350	+525	+790					
315 – 355	-360	-210	-125	-62	0	+44	+479	+679	+989	-210	-125	-62	0	+70
	-449	-299	-214	-151	-89	-44	+390	+390	+900	-350	-265	-302	-140	-70
355 – 400	-400						+524	+749	+1089					
	-489						+435	+660	+1000					
400 – 450	-440	-230	-135	-68	0	+48	+587	+837	+1197	-230	-135	-68	0	+77
	-537	-327	-232	-165	-97	-48	+490	+740	+1100	-385	-290	-223	-155	-77
450 – 500	-480						+637	+917	+1347					
	-577						+540	+820	+1250					

Таблиця 8.5. Рекомендовані поля допусків у сполученнях шпонкових з'єднань

Вид з'єднання і характер виробництва	Поле допусків		
	ширина шпонки	ширина паза вала	ширина паза отвору
Вільне з'єднання	h9	H9	D10
Нормальне з'єднання	h9	N9	Js9
Щільне з'єднання	h9	P9	P9
Для ширини пазів вала і отвору допускаються будь-які сполучення названих вище полів допусків [36]			
Ширина шпонки	h9	h9	h9
Ширина паза на валу	P9	N9	H9*; N9
Ширина паза в отворі	Js9	D10*; Js9	D10
Призначення посадок	Одиничне і серійне виробництво	Серійне і масове виробництво	Напрямні шпонки
*Рекомендується для з'єднань з довгими шпонками ($l \geq 2d$). Перед застосуванням бажана дослідна перевірка.			

9. Розрахунок допусків і граничних розмірів деталей шліцьових з'єднань

Обладнання: методичні рекомендації, довідники.

Мета завдання – вивчити методику розрахунку допусків і граничних розмірів деталей шліцьових з'єднань.

Вихідні дані для вибору допусків і посадок шпонкових з'єднань наведено в табл. 9.2.

За варіантом завдання вибрати вихідні дані для розрахунку допусків і граничних розмірів деталей шліцьових з'єднань.

Приклад 1. Задано шліцьове з'єднання b-16x52x60H12/a11x5F10/f8. Центрування виконано по боковим поверхням шліців – b: z = 20 – число шліців; H12, F10, a11, f8 – відповідні поля допусків. Умовне позначення цього з'єднання: втулки– b-16x52x60H12x5F10; вала – b-16x52x60a11x5f8.

Визначаємо відхилення для розмірів вала і втулки:

зовнішні діаметри: вала $\varnothing 60a11 \begin{pmatrix} -0,340 \\ -0,530 \end{pmatrix}$: $e_s = -0,340$ мм, $e_i = -0,530$ мм; втулки $\varnothing 60H12 \begin{pmatrix} +0,300 \\ 0 \end{pmatrix}$: $E_S = +0,300$ мм, $E_I = 0$; ширина шліца $5f8 \begin{pmatrix} -0,010 \\ -0,028 \end{pmatrix}$: $e_s = -0,010$ мм, $e_i = -0,028$ мм; ширина втулки $5F10 \begin{pmatrix} +0,058 \\ +0,010 \end{pmatrix}$: $E_S = +0,058$ мм, $E_I = +0,010$ мм.

Рахуємо граничні розміри і допуски відповідних величин:

$$d_{\max} = d + e_s = 60 + (-0,340) = 59,660 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + e_i = 60 + (-0,530) = 59,470 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = D + E_S = 60 + 0,300 = 60,300 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + E_I = 60 + 0 = 60,000 \text{ мм};$$

$$T_d = e_s - e_i = -0,340 - (-0,530) = 0,190 \text{ мм};$$

$$T_D = E_S - E_I = 0,300 - 0 = 0,300 \text{ мм};$$

$$b_{\max} = d + e_s = 5 + (-0,010) = 4,990 \text{ мм};$$

$$b_{\min} = d + e_i = 5 + (-0,028) = 4,972 \text{ мм};$$

$$V_{\max} = B + ES = 5 + 0,058 = 5,058 \text{ мм};$$

$$V_{\min} = B + EI = 5 + 0,010 = 5,010 \text{ мм};$$

$$T_b = es - ei = -0,010 - (-0,028) = 0,018 \text{ мм};$$

$$TV = ES - EI = 0,058 - 0,010 = 0,048 \text{ мм}.$$

Розраховуємо зазор за центруючими і нецентруючими поверхнями шліцевого з'єднання: зовнішній діаметр

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 60,300 - 69,470 = 0,830 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 60,000 - 59,660 = 0,340 \text{ мм};$$

$$S_{\text{сеп}} = (S_{\max} + S_{\min})/2 = (0,630 + 0,340)/2 = 0,485 \text{ мм};$$

бокова поверхня шліца

$$S_{\max} = V_{\max} - b_{\min} = 5,058 - 4,972 = +0,086 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = V_{\min} - b_{\max} = 5,010 - 4,990 = +0,020 \text{ мм};$$

$$S_{\text{сеп}} = (S_{\max} + S_{\min})/2 = (0,086 + 0,020)/2 = +0,053 \text{ мм}.$$

Отримані розрахунки заносимо до табл. 9.1.

Таблиця 9.1. Розмірні характеристики шліцевого з'єднання

Елементи з'єднання	Номін. розмір, мм	Поле допуску	Граничні відхили, мм		Граничні розміри, мм		Допуск розміру, мм
			ES, es	EI, ei	max	min	
Центруючі елементи							
Отвір	5	F10	+0,058	+0,010	5,058	5,010	0,048
Вал	5	f8	-0,010	-0,028	4,990	4,972	0,018
Нецентруючі елементи							
Отвір	60	H12	+0,050	0	60,050	60	0,050
Вал	60	a11	-0,280	-0,370	59,720	59,630	0,090

Ескізи шліцевого з'єднання, вала і отвору наведено на рис. 9.1.

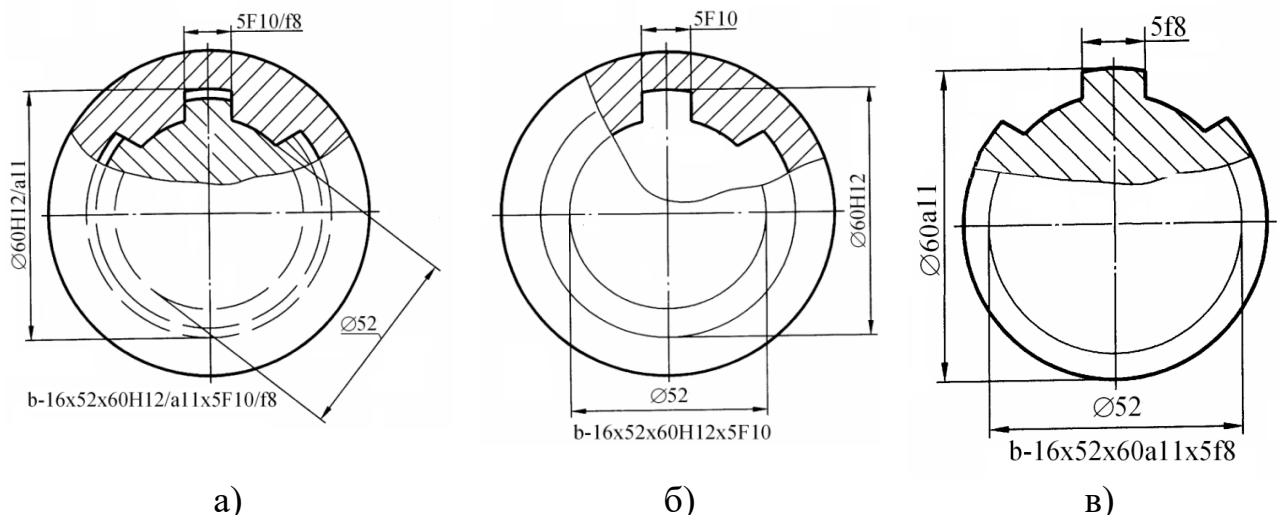


Рис. 9.1. Ескізи шліцевого з'єднання (а), отвору (б) і вала (в)

Таблиця 9.2. Вихідні дані для розрахунку допусків і граничних розмірів деталей прямобічних шліцьових з'єднань (завдання 12)

Варіант	Позначення шліцьового з'єднання	Варіант	Позначення шліцьового з'єднання
1	2	3	4
1	D-6x23x26H7/g7x6F8/d9	51	b-10x23x29H12/a11x4F10/g8
2	d-6x26H7/e8x30H12/a11x6D9/k7	52	D-8x21x25H7/n7x5F10/k9
3	D-6x28x32H7/f7x7F8/f8	53	b-10x28x35H12/a11x4F10/d9
4	d-8x32H7/e8x36H12/a11x6D9/k7	54	D-6x23x28H7/k6x6H8/f7
5	D-8x36x40H9/f8x7D9/d9	55	D-6x26x32H8/e8/e7x6D9k8
6	d-8x42H7/g6x46H12/a11x8D9/f8	56	d-6x28H7/n6x34H12/a11x7D9/f8
7	D-8x46x50H7/k6x9D8/f7	57	D-8x38H7/f7x6D9/h8
8	d-8x52H7/e8x58H12/a11x10F10/js7	58	b-16x52x60H12/a11x5F8/f8
9	D-8x56x62H7/js6x10F10/h9	59	b-16x56x65H12/a11x5F8/e8
10	d-8x62H7/n6x68H12/a11x12F10/f9	60	D-8x36x42H7/g6x7F8/f8
11	D-10x72x78H8/e8x12D9/h8	61	8x42H7/e8x48H12/a11x8H8/h7
12	d-10x82H6/g5x88H12/a11x12F8/h8	62	D-8x46x54H7/h6x9F8/e8
13	D-10x92x98H8/e8x14D9/h8	63	b-10x72x78H12/a11x12D9/e8
14	d-8x32H7/e8x36H12/a11x6D9/k7	64	b-10x82x92H12/A11x14D9/f8
15	D-10x112x120H8/h7x18D9/h8	65	D-8x52x60H7/n6x10F10/h9
16	d-6x11H7/g6x14H12/a11x3F10/k7	66	d-8x57H7/g6x65H12/a11x10D9/d9
17	b-10x16x20H12/a11x2,5F8/e8	67	b-10x92x102H12/a11x14D10/d8
18	b-10x18x23H12/a11x3F8/f8	68	d-6x26xH6/g5x30H12/a11x6F8/f8
19	D-13x16H7/g6x3,5F10/f7	69	D-28x32H7/f7x7D9/h8
20	d-6x16H7/n7x20H12/a11x4D9/h8	70	b-16x72x82H12/a11x7F10/h9
21	b-10x21x26H12/a11x3D9/k7	71	d-8x32H7/e8x36H12/a11x6D9/k7
22	D-6x18x22H8/e8x5D9/d9	72	D-8x36x40H7/g6x7F10/h9
23	b-16x62x72H12/a11x6F10/f8	73	d-6x28H6/g5x34H12/a11x7F10/k7
24	d-8x42H7/g6x46H12/a11x8F10/f8	74	D-8x46x50H7/n6x9D9/h8
25	D-8x46x50H7/n6x9D9/h8	75	b-10x23x29H12/a11x4D9/e9
26	b-16x56x65H12/a11x5D9/f8	76	D-8x36x42H7/n6x7D9/e8
27	d-8x52H7/n6x58H12/a11x10D10/d9	77	D-8x42x48H8/e8x8F8/e8
28	D-8x56x62H8/h7x10F10/f7	78	d-8x46H7/n6x54H12/a11x9D9/k7
29	b-16x52x60H12/a11x5F10/f8	79	b-10x21x26H12/a11x3F10/d9
30	D-8x62x68H7/f7x12F10/k9	80	D-8x46x54H8/k7x9D9/e9
31	d-10x72H6/g5x78H12/a11x12D9/k7	81	b-10x23x29H12/a11x4F8/e8
32	b-10x45x56H12/a11x7F8/e8	82	D-8x52x60H7/f7x10D9/h8
33	D-10x72x88H7/g6x12D9/h8	83	d-8x56H6/g5x65H12/a11xF9/k7
34	d-10x92H7/e8x98H12/a11x14D9/e8	84	b-10x26x32H12/a11x4D9/f8
35	b-10x42x52H12/a11x8D9/f8	85	D-8x62x72H7/g6x12F8/e8
36	D-10x102x108H7/h6x16D9/f7	86	D-10x72x82H7/n6x12F8/f8
37	b-10x36x45H12/a11x5D9/e8	87	b-10x32x40H12/a11x5D10/d8
38	D-10x112x120H7/n6x18D9/e8	88	b-6x23x28H12/a11x6D9/f8

1	2	3	4
39	d-6x11H7/h6x14H12/a11x3D9/f9	89	D-10x82x92H8/e8x12D9/e8
40	b-10x32x40H12/a11x5F10/a9	90	b-10x35x45H12/a11x5F10/k7
41	D-6x23x28H8/h7x6F10/e9	91	D-10x102x112H8/k7x16D9/f7
42	b-10x28x35H12/a11x4F8/e8	92	d-8x32H6/g5x38H12/a11x6F10/f9
43	D-6x26x32H7/f7x6F10/h9	93	D-8x52x58H7/n6x10F10/h9
44	b-10x26x32H12/a11x4F8/f8	94	b-10x52x60H12/a11x5D9/e8
45	b-8x32x36H12/a11x6D9/e8	95	D-10x82x8H8/e8x12D9/e8
46	d-10x72H7/e8x78H12/a11x12D9/e8	96	b-10x36x45H12/a11x5F10/k7
47	D-8x36x40H8/h7x7F10/f7	97	D-20x102x115H8/k7x8D9/f7
48	d-10x82H7/e8x88H12/a11x12D9/e8	98	d-16x56H6/g5x65H12/a11x5F10/f9
49	D-8x52x46H7/g6x8D9/h8	99	D-10x46x56H7/n6x10F10/h9
50	b-8x42x46H12/a11x8F8/f8	100	b-20x112x125H12/a11x9D9/e8

Загальні вказівки до виконання та оформлення практичних робіт

Загальні вимоги. Практичні роботи робота оформлюється у вигляді звітів окремо по кожній теї або у вигляді пояснювальної записки.

Пояснювальна записка виконується у рукописному або надрукованому вигляді на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 (210x297 мм) відповідно ГОСТ 2.105-87, ДСТУ 3321-2003, ДСТУ 4861:2007 до текстових документів. При друкуванні використовується шрифт текстового редактора Word, стиль – Times New Roman розмір 14 з полуторним міжрядко-вим інтервалом.

При оформленні пояснювальної записки рукописним способом необхідно використовувати чорнила і пасту тільки синяго і чорного кольорів.

Текст пояснювальної записки необхідно друкувати, залишаючи відступи таких розмірів: лівий – не менше 30 мм, правий не менше 10 мм, верхній і нижній – не менше 20 мм.

Шрифт друку повинен бути чітким, рядок-чорного кольору середньої жирності. Щільність тексту пояснювальної записки повинна бути однаковою.

Вписувати у текст пояснювальної записки іншомовні слова, формули, умовні позначення можна чорнилом, тушшю, пастою тільки чорного кольору, при цьому щільність вписаного тексту повинна бути наближеною до щільності основного тексту.

Друкарські помилки, описки і графічні неточності, які виявилися в процесі написання пояснювальної записки, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту (фрагменту рисунка) машинописним способом. Допускається наявність не більше двох виправлень на одній сторінці.

Роздруковані на ЕОМ програмні документи повинні відповідати формату А4 (мають бути розрізними), їх включають до загальної нумерації сторінок пояснювальної записки і розміщують, як правило, в додатках.

Текст основної частини пояснювальної записки поділяють на розділи, підрозділи, пункти та підпункти.

Заголовки структурних частин пояснювальної записки «ЗМІСТ», «УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ», «ДОДАТКИ», друкують великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовку не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розрядці в підбор до тексту. В кінці заголовку, надрукованого у підбір до тексту, ставиться крапка.

Відстань між заголовком (за винятком заголовку пункту) та текстом повинна дорівнювати 2-3 *інтервали*.

Кожну структурну частину пояснювальної записки треба починати з нової сторінки.

До основного обсягу пояснювальної записки не входять додатки, список використаних джерел, таблиці та рисунки, які повністю займають сторінку. Але всі сторінки зазначених елементів практичної роботи підлягають нумерації на загальних засадах.

Нумерація. Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №. Першою сторінкою пояснювальної записки є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок. На титульному аркуші номер сторінки не ставлять.

Такі структурні частини пояснювальної записки, як зміст, перелік умовних позначень, вступ, висновки, список використаних джерел не мають порядкового номера. Звертаємо увагу на те, що всі аркуші, на яких розміщені згадані структурні частини курсової роботи, нумерують звичайним чином. Не нумерують лише заголовки, «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «ЛІТЕРАТУРА».

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номеру розділу і порядкового номеру підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номеру підрозділу повинна стояти крапка, наприклад: «1.3.» (третій підрозділ першого розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок підрозділу.

Пункти нумерують у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. В кінці номеру повинна стояти крапка, наприклад: «2.3.2.» (другий пункт третього підрозділу другого розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок пункту. Пункт може не мати заголовку.

Підпункти нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як і пункти.

Ілюстрації (фотографії, кресленики, схеми, графіки, карти) і таблиці необхідно подавати в пояснювальної записки після тексту; де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації і таблиці, які розміщені на окремих сторінках пояснювальної записки, включають до загальної нумерації сторінок. Таблицю, рисунок або кресленик, розміри якого більше формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних місцях після згадування в тексті або у додатках.

Ілюстрації позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках.

Номер ілюстрації повинен складатися з номеру розділу ілюстрації, між якими ставиться крапка.

Наприклад: Рис. 2.2 (другий рисунок другого розділу). Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією. Якщо в пояснювальній записки подано одну ілюстрацію, то її нумерують за загальними правилами.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) в межах розділу. В правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис «Таблиця» із зазначенням її номеру. Номер таблиці повинен складатися з номеру розділу і порядкового номеру таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: «Таблиця 2.2» (друга таблиця другого розділу).

Якщо у пояснювальній записки одна таблиця, її нумерують за загальними правилами.

При переносі частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово «Таблиця» і номер її вказують один раз праворуч над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова «Продовження табл.» і вказують номер таблиці, наприклад: «Продовження табл. 2.2».

Формули у пояснювальній записки (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номеру розділу і порядкового номеру формули у розділі, між якими ставлять крапку. Нумери формул пишуть біля правого краю аркушу на рівні відповідної формули в круглих дужках, наприклад: (3.2.) друга формула третього розділу.

Примітки до тексту і таблиць, в яких вказують довідкові і пояснювальні дані, нумерують послідовно у межах однієї сторінки. Якщо приміток на одному аркуші декілька, то після слова «Примітки» ставлять двокрапку, наприклад:

Примітки:

1.

2.

Якщо є одна примітка, то її не нумерують і після слова «Примітка» ставлять крапку.

Ілюстрації. Приводять у пояснювальній записки, виходячи із певного загального задуму, за ретельно продуманим тематичним планом. Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Назви ілюстрацій розміщують після їхніх номерів. При необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (підрисунковий підпис).

Підпис під ілюстрацією зазвичай має чотири основних елементи:

найменування графічного сюжету, що позначається скороченим словом «Рис.»;

порядковий номер ілюстрації, який вказується без знаку номеру арабськими цифрами;

тематичний заголовок ілюстрації містить стислу характеристику зображеного;

експлікація пояснює зображені на кресленнику елементи.

ділити на частини і розмішувати одну частину під іншою в межах однієї сторінки. Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, то в першому випадку в кожній частині таблиць повторюють її головку, в другому випадку – боковик.

Якщо текст, який повторюється у графі таблиці, складається з одного слова, його можна замінити лапками, якщо з двох або більше слів, то при першому повторенні його замінюють словами «Те ж», а далі лапками. Ставити лапки замість цифр, марок, знаків, математичних і хімічних символів, які повторюються, не слід. Якщо цифрові або інші дані в якому-небудь рядку таблиці не подають, то в ньому ставлять прочерк.

Формули. При використанні формул необхідно дотримуватися певних техніко-орфографічних правил.

Довгі і громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеличкі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують у середину рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони дані. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. «Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Рівняння і формули треба виділяти з тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули потрібно залишати не менше одного вільного рядку. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знаку рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (–), множення (x) і ділення (:).

Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання у наступному тексті. Інші формули нумерувати не рекомендується.

Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого боку. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядку. Якщо формула знаходиться у рамці, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку напроти основного рядку формули. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Номери формул, розміщених на окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою (парантезом), ставляться праворуч від вістря парантеза, що заходиться в середини групи формул і направлено в сторону номеру.

Загальне правило пунктуації у тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації; а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово;

б) цього вимагає побудова тексту, що попереджує формулі.

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

Розділові знаки при парантезі ставлять всередині парантеза. Після таких громіздких математичних виразів, як визначники і матриці, можна розділові знаки не ставити.

Загальні правила цитування та посилання на використані джерела. При написанні пояснювальної записки студент повинен давати посилання на літературні джерела, матеріали або окремі результати, які приводяться в роботі. Посилатися слід на останні видання публікацій. На більш ранні видання можна посилатися лише в тих випадках, коли у них є матеріал, який не включено до останніх видань.

Якщо використовують відомості, матеріали з монографій, оглядових статей, інших джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерел, на які подано посилення у практичній роботі.

Посилання у тексті пояснювальної записки на джерела слід зазначити порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, «...у [2-5]...».

Посилання на ілюстрації й формули практичної роботи вказують порядковими номерами ілюстрації (наприклад, «рис. 2.4.») і формули в дужках (3.2).

На всі таблиці практичної роботи повинно бути посилання в тексті, при цьому слово «таблиця» в тексті пишуть скорочено, наприклад, «...у табл. 2.3.».

У повторних посиланнях на таблиці та ілюстрації треба вказувати скорочено слово «дивись», наприклад: «див. табл. 2.2.».

Не дозволяється у тексті застосовувати індекси стандартів (ДСТУ, ГОСТ, РСТУ, СТП) без реєстраційного номера.

Оформлення списку використання джерел. Список використання джерел – елемент бібліографічного апарату, який містить бібліографічні описи використаних джерел і розміщується після висновків.

Джерела можна розміщувати одним із таких способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні практичної роботи), в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків, у хронологічному порядку.

Відомості про джерела, включені до списку, необхідно давати відповідно до вимог державного стандарту з обов'язковим наведенням назв праць. Зокрема, потрібну інформацію щодо згаданих вимог можна одержати із таких стандартів: ГОСТ 7-84 “Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления”, ДСТУ 3582-97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила».

Додатки. Додатки оформлюють як продовження практичної роботи на наступних її сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті роботи.

Якщо додатки оформлюють на наступних сторінках практичної роботи, кожний такий додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово «Додаток» і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, Щ Ч Ъ, наприклад: додаток А, Додаток Б і т.д. Один додаток позначається як додаток

Література

1. Цвіркун Л. О. В. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Л. О. Цвіркун, О. В. Омельченко Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2022. 117 с.
2. Набродов В. З. Допуски, посадки та технічні вимірювання : підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / В. З. Набродов. – Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
3. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчальний комплекс документів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін; за редакцією Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна. – К. : Аграрна освіта, 2014. 576 с.
4. Взаємозамінність, основи стандартизації та технічних вимірювань. Підручник / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, П. М. Полянський; за редакцією Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна. – Миколаїв, МНАУ, 2016 р. 412 с.
5. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум. Підручник / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, П. М. Полянський; за редакцією Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна. – Миколаїв, МНАУ, 2016 р. 428 с.
6. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Лабораторний практикум. Підручник / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, П. М. Полянський; за редакцією Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна. – Миколаїв, МНАУ, 2016 р. 192 с.
7. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт здобувачами вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форми навчання з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання». Миколаїв, 2019. 100 с.
Укладачі: Г.О. Іванов, Д.В. Бабенко, П.М. Полянський, С.М. Степанов, О.В. Баранова.

ЗМІСТ

1. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань. Посадка з зазором	3
2. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань. Посадка з натягом	11
3. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань. Посадка перехідна	19
4. Розрахунок і вибір посадок з натягом	27
5. Розрахунок і вибір посадок з зазором	35
6. Визначення елементів з'єднання, які підлягають селективній збірці ..	45
7. Розрахунок і вибір посадок для сполучень вальниць кочення	55
8. Вибір допусків і посадок шпонкових з'єднань	69
9. Розрахунок допусків і граничних розмірів деталей шліцьових з'єднань	78
Загальні вказівки до виконання та оформлення практичних робіт	81
Література	87
Зміст	88

Навчальне видання

Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання:
методичні рекомендації для виконання розрахунково-графічної роботи
здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної форми здобуття вищої освіти».

Укладачі:

Іванов Геннадій Олександрович.
Бабенко Дмитро Володимирович.
Доценко Наталія Андріївна та ін.

Технічний редактор: Полянський П.М., Іванов Г.О.
Комп'ютерний набір –Іванов Г.О., Полянський П.М.

Комп'ютерна верстка – П. М. Полянський
Формат 60x84/1/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 5,75. Наклад 50 прим. Зам. №

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54008, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.