

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ТРАНСПОРТУ

## **ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ. СТАНДАРТИЗАЦІЯ, ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних робіт та виконання розрахунково-графічної роботи  
для ЗВО освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр »  
спеціальності 131 – прикладна механіка  
освітньо-професійної програми  
«Технології та устаткування зварювання»

Затверджено на засіданні кафедри  
автомобільного транспорту  
та галузевого машинобудування  
Протокол №1 від 30.08. 2019 р

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ  
Методичні вказівки до практичних робіт та виконання розрахунково-графічної роботи для ЗВО освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 131 – прикладна механіка освітньо-професійної програми «Технології та устаткування зварювання» денної і заочної форми навчання./Укл.: Кальченко В.В., Венжега В.І., Пасов Г.В. – Чернігів:ЧНТУ, 2019. - 47 с.

Укладачі:

КАЛЬЧЕНКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ,  
доктор технічних наук, професор  
кафедри автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування;

ВЕНЖЕГА ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ,  
кандидат технічних наук, доцент  
кафедри автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування;

ПАСОВ ГЕННАДІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ  
кандидат технічних наук, доцент  
кафедри автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування

Відповідальний за випуск:

КАЛЬЧЕНКО ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ,  
завідувач кафедри автомобільного  
транспорту та галузевого  
машинобудування, доктор  
технічних наук, професор

Рецензент:

ЛИТВИН ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ  
кандидат технічних наук, доцент  
кафедри автомобільного транспорту  
та галузевого машинобудування  
Чернігівського національного  
технологічного університету

## Зміст

	Стор.
Вступ.....	4
Практична робота № 1 Розрахунок граничних зазорів і натягів у з'єднаннях .....	5
Практична робота № 2. Розрахунок посадок з підшипниками кочення	17
Практична робота №3. Розрахунок граничних калібрів для контролю гладких циліндричних поверхонь отворів і валів	21
Практична робота №4.Розрахунок граничних розмірів різьбового з'єднання	27
Практична робота №5. Розрахунок розмірного ланцюга	...34
Варіанти завдань	40
Перелік посилань.....	45

## ВСТУП

Дисципліна "Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання" відноситься до групи обов'язкових дисциплін та циклу професійної та практичної підготовки.

Метою вивчення цієї дисципліни є формування у студентів цілісної системи знань з основ стандартизації, взаємозамінності, та технічних вимірювань, освоєння науково-методичних джерел системи Національної стандартизації України.

Після вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- основні положення Національної системи стандартизації України;
- системи допусків і посадок лінійних, кутових розмірів та допуски форм і розташування поверхонь;
- основні норми взаємозамінності найбільш поширених з'єднань деталей (різьбових, шпонкових, шліцьових);
- допуски і посадки підшипників кочення;
- основні положення розрахунку розмірних ланцюгів;
- основи нормування якості поверхонь;
- основи теорії вимірювань;
- метрологічні характеристики засобів вимірювання.

Студенти повинні вміти:

- вільно користуватись стандартами та іншою нормативно-технічною документацією;
- розраховувати допуски та посадки лінійних і кутових розмірів;
- розраховувати допуски і посадки підшипників кочення, різьбових, шпонкових та шліцьових з'єднань деталей;
- розраховувати розмірні ланцюги;
- користуватись основними засобами вимірювання, найбільш поширеними на автомобільному транспорті, проводити обробку результатів вимірювань.

Практичні роботи з дисципліни «Взаємозамінність та стандартизація, на автомобільному транспорті» є важливою складовою частиною вивчення даної дисципліни. Вони призначені для поглиблення та розширення теоретичних знань на практиці.

Кожна практична робота пов'язана з відповідними розділами теоретичного курсу. При виконанні практичних робіт та обробці їх результатів студентам потрібні знання загальноінженерних і спеціальних дисциплін. Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, можуть бути використані при курсовому та дипломному проектуванні з фахових дисциплін а також при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

Протягом семестру студент повинен виконати і особисто здати викладачеві п'ять завдань. В методичних вказівках (табл. 13-17) наведені по варіантах кожного з цих завдань. Свій варіант студент вибирає за двома останніми цифрами номера залікової книги. Крім розрахункової частини в тексті обов'язково повинні бути наведені необхідні схеми та ескізи.

## ЗАВДАННЯ № I

### Розрахунок граничних зазорів і натягів у з'єднаннях

1. Відповідно до номеру варіанта з табл. 13 вписати вихідні дані.
2. За стандартом визначити граничні відхили розмірів деталей, що з'єднуються (отворів і валів).
3. Розрахувати граничні розміри отворів і валів, а також їх допуски.
4. Розрахувати граничні значення зазорів і натягів у з'єднаннях.
5. Побудувати в довільному масштабі схеми розташування полів допусків для трьох типів посадок.
6. Накреслити в масштабі ескізи всіх з'єднань і окремих деталей, поставити на них розміри з позначенням посадок.

#### Теоретичні відомості

Номинальний розмір (для отворів позначається  $D$ , для вала -  $d$ ) - це розмір, щодо якого знаходять граничні розміри деталі.

Для з'єднання двох деталей номінальний розмір є спільним. При графічному зображенні відповідає нульовій лінії.

Дійсний розмір - це розмір, отриманий в результаті оброблення деталі і встановлений вимірюванням з допустимою похибкою.

Граничні розміри - це найбільший ( $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$ ) і найменший ( $D_{\min}$ ,  $d_{\min}$ ) розміри, в межах яких повинен знаходитися дійсний розмір придатної деталі.

Верхній граничний відхил ( $ES$  - отвори,  $es$  - вали) - це алгебраїчна різниця між найбільшим граничним і номінальним розмірами ( $ES = D_{\max} - D$ ;  $es = d_{\max} - d$ )

Нижній граничний відхил ( $EI$  - отвори,  $ei$  - вали) - це алгебраїчна різниця між найменшим граничним і номінальним розміром ( $EI = D_{\min} - D$ ,  $ei = d_{\min} - d$ ).

В стандартах і довідковій літературі граничні відхили наводять в мікрометрах (мкм). На кресленнях при числовому позначенні їх вказують в міліметрах поруч з номінальним розміром (наприклад,  $\varnothing 32 \pm 0,05$ ) або після умовного позначення поля допуску (наприклад,  $\varnothing 65d8 \begin{pmatrix} -0,1 \\ -0,146 \end{pmatrix}$ ).

Допуск розміру ( $T_D$ ,  $T_d$ ) - це різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами ( $T_D = D_{\max} - D_{\min}$ ;  $T_d = d_{\max} - d_{\min}$ ) або алгебраїчна різниця між верхнім і нижнім граничними відхилами ( $T_D = ES - EI$ ;  $T_d = es - ei$ ). Допуск характеризує задану точність виготовлення деталі. Із збільшенням допуску точність та вартість виготовлення виробів зменшується, і навпаки.

Точність розмірів нормують умовними рівнями точності, які називаються квалітетами. Стандарти встановлюють 20 квалітетів точності від 0; 01; I; 2; 3; ..., до 18- у порядку зменшення точності. Значення допусків залежно від квалітету точності і номінальних розмірів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

## Значення допусків ,мкм

Інтервали розмірів, мм	Квалітет																		
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
Від 3 до 6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
Від 6 до 10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
Від 10 до 18	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	4	8	11	18	23	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
Від 18 до 30	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
Від 30 до 50	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
Від 50 до 80	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
Від 80 до 120	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
Від 120 до 180	1,2	2,0	3,5	5,0	8,0	12	18	22	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
Від 180 до 250	2,0	3,0	4,5	7,0	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
Від 250 до 315	2,5	4,0	6,0	8,0	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
Від 315 до 400	3,0	5,0	7,0	9,0	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
Від 400 до 500	4,0	6,0	8,0	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

Цим же стандартом передбачено 28 основних відхилів для валів і стільки ж - для отворів.

Основний відхил - це один з двох граничних відхилів (верхній або нижній), що визначає положення поля допуску щодо нульової лінії. Таким відхилом є відхил ближчий до нульової лінії. Основні відхили отворів позначають прописними латинськими літерами A; B; C і т.д., а валів - малими; a; b; c і т.д.

Схема розташування полів допусків з різними основними відхилами показана на рис. 1, а значення основних відхилів валів і отворів наведені відповідно в табл. 2 і 3.

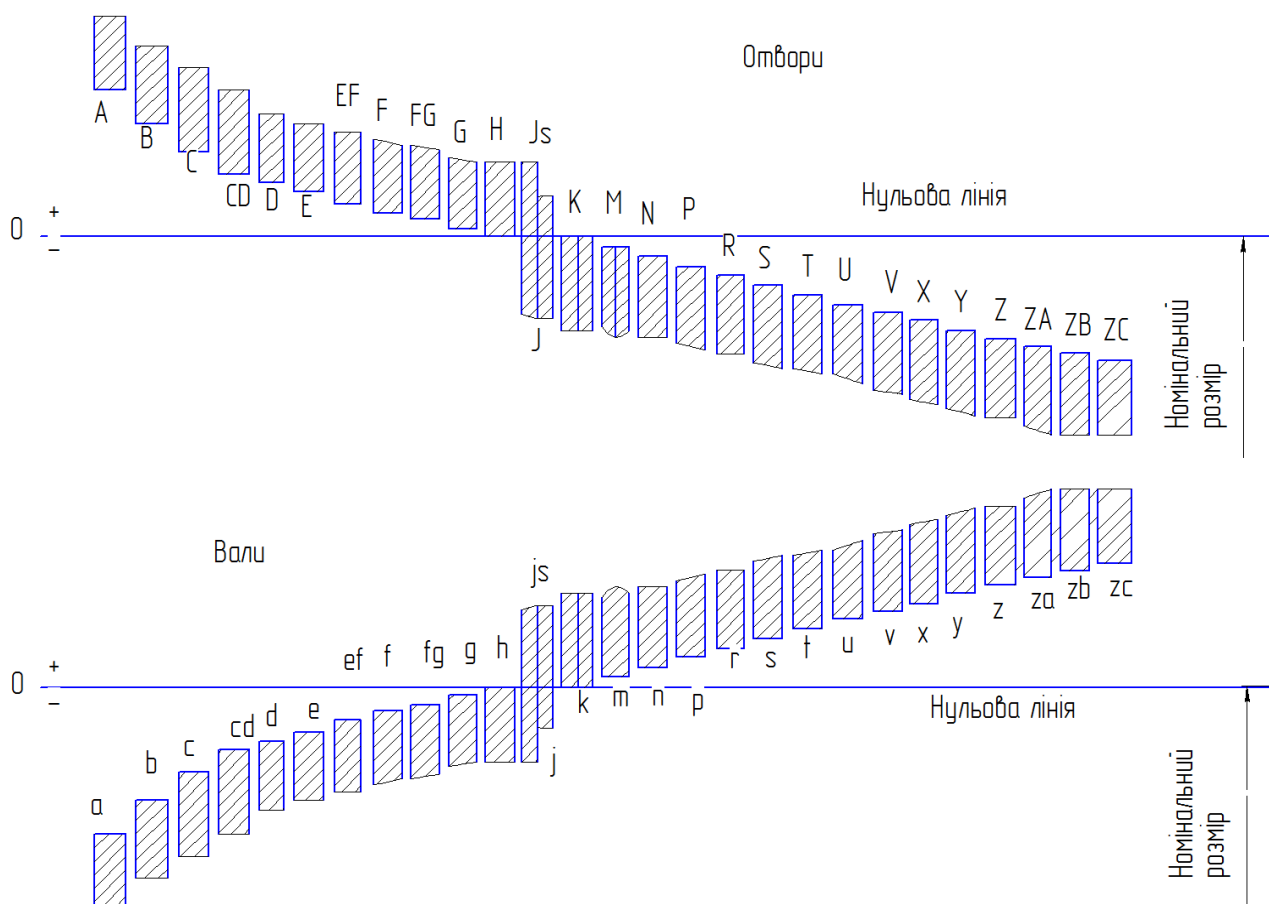


Рис.1. Схема розташування полів допусків з різними основними відхилами

Таблица 2  
Числовые значения основных отклонений валов, мкм

Интервал размеров, мм		Основные отклонения													I					k	
		a <sup>1</sup>	b <sup>1</sup>	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	is <sup>2</sup>	для квалитетов							
		для всех квалитетов																5 и 6	7	8	от 4 до 7
Свыше	До	Верхнее отклонение es											нижнее отклонение ei								
-	3 <sup>1</sup>	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0				
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0				
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0				
10	14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0				
14	18																				
18	24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0				
24	30																				
30	40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0				
40	50	-320	-180	-130																	
50	65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0				
65	80	-360	-200	-150																	
80	100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0				
100	120	-410	-240	-180																	
120	140	-460	-260	-200																	
140	160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0				
160	180	-580	-310	-230																	
180	200	-660	-340	-240																	
200	225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0				
225	250	-820	-420	-280																	
250	280	-920	-480	-300	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0				
280	315	-1050	-540	-330																	
315	355	-1200	-600	-360	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0				
355	400	-1350	-680	-400																	
400	450	-1500	-760	-440	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0				
450	500	-1650	-840	-480																	
500	560	-	-	-520	-370	-260	-145	-	-76	-	-22	0	-	-	-	0	0				
560	630	-	-	-580	-390																
630	710	-	-	-640	-430	290	-160	-	-80	-	-24	0	-	-	-	0	0				
710	800	-	-	-700	-450																
800	900	-	-	-780	-500	-320	-170	-	-86	-	-26	0	-	-	-	0	0				
900	1000	-	-	-860	-520																
1000	1120	-	-	-940	-580	-350	-195	-	-98	-	-28	0	-	-	-	0	0				
1120	1250	-	-	-1050	-600																
1250	1400	-	-	-1150	-660	-390	-220	-	-110	-	-30	0	-	-	-	0	0				
1400	1600	-	-	-1300	-720																
1600	1800	-	-	-1450	-780	-430	-240	-	-120	-	-32	0	-	-	-	0	0				
1800	2000	-	-	-1600	-820																
2000	2240	-	-	-1800	-920	-480	-260	-	-130	-	-34	0	-	-	-	0	0				
2240	2500	-	-	-2000	-980																
2500	2800	-	-	-2200	-1050	-520	-290	-	-145	-	-38	0	-	-	-	0	0				



Продолжение табл. 2

Интервал размеров, мм		Основные отклонения														
		m <sup>3</sup>	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	
Свыше		Для всех классов														
До		Нижнее отклонение e <sub>i</sub>														
—	3 <sup>1</sup>	+2	+4	+6	+10	+14	—	+18	—	+20	—	+26	+32	+40	+60	
3	6	+4	+8	+12	+15	+19	—	+23	—	+28	—	+35	+42	+50	+80	
6	10	+6	+10	+15	+19	+23	—	+28	—	+34	—	+42	+52	+67	+97	
10	14	+7	+12	+18	+23	+28	—	+33	—	+40	—	+50	+64	+90	+130	
14	18									+39	+45	—	+60	+77	+108	+150
18	24	+8	+15	+22	+28	+35	—	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188	
24	30						+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218	
30	40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274	
40	50						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325	
50	65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405	
65	80				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480	
80	100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585	
100	120				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690	
120	140				+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800	
140	160	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900	
160	180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000	
180	200				+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150	
200	225	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250	
225	250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350	
250	280	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550	
280	315				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700	
315	355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900	
355	400				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100	
400	450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400	
450	500				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600	
500	560	+26	+44	+78	+150	+280	+400	+600	+740	—	—	—	—	—	—	
560	630				+155	+310	+450	+660	+820	—	—	—	—	—	—	
630	710	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740	+920	—	—	—	—	—	—	
710	800				+185	+380	+560	+840	+1000	—	—	—	—	—	—	
800	900	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+940	+1150	—	—	—	—	—	—	
900	1000				+220	+470	+680	+1050	+1300	—	—	—	—	—	—	
1000	1120	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150	+1450	—	—	—	—	—	—	
1120	1250				+260	+580	+840	+1300	+1600	—	—	—	—	—	—	
1250	1400	+48	+78	+140	+300	+640	+960	+1450	+1800	—	—	—	—	—	—	
1400	1600				+330	+720	+1050	+1600	+2000	—	—	—	—	—	—	
1600	1800	+58	+92	+170	+370	+820	+1200	+1850	+2300	—	—	—	—	—	—	
1800	2000				+400	+920	+1350	+2000	+2500	—	—	—	—	—	—	
2000	2240	+68	+110	+195	+440	+1000	+1500	+2300	+2800	—	—	—	—	—	—	
2240	2500				+460	+1100	+1650	+2500	+3100	—	—	—	—	—	—	
2500	2800	+76	+135	+240	+550	+1250	+1900	+2900	+3500	—	—	—	—	—	—	
2800	3150				+580	+1400	+2100	+3200	+3900	—	—	—	—	—	—	

<sup>1</sup> Основные отклонения a и b не предусмотрены для размеров менее 1 мм.

Таблица 3

Числовые значения основных отклонений отверстий, мкм

Интервал размеров, мм		Основные отклонения											JS <sup>2</sup>
		A <sup>1</sup>	B <sup>1</sup>	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	
		для всех классов											
Свыше	До	Нижнее отклонение EI											
-	3 <sup>1) 5)</sup>	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	*
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	
10	14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0	
14	18												
18	24	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0	
24	30												
30	40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0	
40	50	+320	+180	+130									
50	65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0	
65	80	+360	+200	+150									
80	100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	
100	120	+410	+240	+180									
120	140	+460	+260	+200	-								
140	160	+520	+280	+210		+145	+85	-	+43	-	+14	0	
160	180	+580	+310	+230	-								
180	200	+660	+340	+240									
200	225	+740	+380	+260	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	
225	250	+820	+420	+280									
250	280	+920	+480	+300	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0	
280	315	+1050	+540	+330									
315	355	+1200	+600	+360	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0	
355	400	+1350	+680	+400									
400	450	+1500	+760	+440	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	
450	500	+1650	+840	+480									
500	560	-	-	+520	+370	+260	+145	-	+76	-	+22	0	
560	630			+580	+390								
630	710	-	-	+640	+430	+290	+160	-	+80	-	+24	0	
710	800			+700	+450								
800	900	-	-	+780	+500	+320	+170	-	+86	-	+26	0	
900	1000			+860	+520								
1000	1120	-	-	+940	+580	+350	+195	-	+98	-	+28	0	
1120	1250			+1050	+600								
1250	1400	-	-	+1150	+660	+390	+220	-	+110	-	+30	0	
1400	1600			+1300	+720								
1600	1800	-	-	+1450	+780	+430	+240	-	+120	-	+32	0	
1800	2000			+1600	+820								
2000	2240	-	-	+1800	+920	+480	+260	-	+130	-	+34	0	
2240	2500			+2000	+980								
2500	2800	-	-	+2200	+1050	+520	+290	-	+145	-	+38	0	
2800	3150			+2500	+1150								

Продолжение табл. 3

Интервал размеров, мм		Основные отклонения													
		J		K <sup>3</sup>		M <sup>3 4</sup>		M <sup>3 5</sup>		P до ZC <sup>3</sup>		P	R	S	T
		для качеств										для качеств свыше 7-го			
6	7	8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 7						
Свыше	До	Верхнее отклонение ES													
–	3 <sup>1 5</sup>	+2	+4	+6	0	0	–2	–2	–4	–4	Отклонения как для качеств свыше 7-го, увеличен- ные на D	–6	–10	–14	
3	6	+5	+6	+10	–1+D	–	–4+D	–4	–8+D	0		–12	–15	–19	
6	10	+5	+8	+12	–1+D	–	–6+D	–6	–10+D	0		–15	–19	–23	
10	14	+6	+10	+15	–1+D	–	–7+D	–7	–12+D	0		–18	–23	–28	
14	18														
18	24	+8	+12	+20	–2+D	–	–8+D	–8	–15+D	0		–22	–28	–35	
24	30														–41
30	40	+10	+14	+24	–2+D	–	–9+D	–9	–17+D	0		–26	–34	–43	–48
40	50														–54
50	65	+13	+18	+28	–2+D	–	–11+D	–11	–20+D	0		–32	–41	–53	–66
65	80												–43	–59	–75
80	100	+16	+22	+34	–3+D	–	–13+D	–13	–23+D	0		–37	–51	–71	–91
100	120												–54	–79	–104
120	140												–63	–92	–122
140	160	+18	+26	+41	–3+D	–	–15+D	–15	–27+D	0		–43	–65	–100	–134
160	180												–68	–108	–146
180	200									0			–77	–122	–166
200	225	+22	+30	+47	–4+D	–	–17+D	–17	–31+D			–50	–80	–130	–180
225	250												–84	–140	–196
250	280	+25	+36	+55	–4+D	–	–20+D	–20	–34+D	0		–56	–94	–158	–218
280	315												–98	–170	–240
315	355	+29	+39	+60	–4+D	–	–21+D	–21	–37+D	0		–62	–108	–190	–268
355	400												–114	–208	–294
400	450	+33	+43	+66	–5+D	–	–23+D	–23	–40+D	0		–68	–126	–232	–330
450	500												–132	–252	–360
500	560	–	–	–	0	–	–26	–	–44			–78	–150	–280	–400
560	630												–155	–310	–450
630	710	–	–	–	0	–	–30	–	–50			–88	–175	–340	–500
710	800											–185	–380	–560	
800	900	–	–	–	0	–	–34	–	–56		–100	–210	–430	–620	
900	1000											–220	–470	–680	
1000	1120	–	–	–	0	–	–40	–	–66		–120	–250	–520	–780	
1120	1250											–260	–580	–840	
1250	1400	–	–	–	0	–	–48	–	–78		–140	–300	–640	–960	
1400	1600											–330	–720	–1050	
1600	1800	–	–	–	0	–	–58	–	–92		–170	–370	–820	–1200	
1800	2000											–400	–920	–1350	
2000	2240	–	–	–	0	–	–68	–	–110		–195	–440	–1000	–1500	
2240	2500											–460	–1100	–1650	
2500	2800	–	–	–	0	–	–76	–	–135		–240	–550	–1250	–1900	
2800	3150											–580	–1400	–2100	

Продолжение табл. 3

Интервал размеров, мм		Основные отклонения								D, мкм					
		U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC						
		для квазитетов свыше 7-го								для квазитетов					
Свыше	До	Верхнее отклонение ES								3	4	5	6	7	8
-	3 <sup>1,5</sup>	-18		-20		-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0
3	6	-23		-28		-35	-42	-50	-80	1	1,5	1	3	4	6
6	10	-28		-34		-42	-52	-67	-97	1	1,5	2	3	6	7
10	14	-33		-40		-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
14	18		-39	-45		-60	-77	-108	-150						
18	24	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12
24	30	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218						
30	40	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
40	50	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325						
50	65	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
65	80	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480						
80	100	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
100	120	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690						
120	140	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800						
140	160	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900	3	4	6	7	15	23
160	180	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000						
180	200	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150						
200	225	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	9	17	26
225	250	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350						
250	280	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29
280	315	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700						
315	355	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32
355	400	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100						
400	450	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
450	500	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600						
500	560	-600	-740	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
560	630	-660	-820	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	710	-740	-920	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
710	800	-840	-1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	900	-940	-1150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900	1000	-105	-1300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	1120	-1150	-1450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1120	1250	-1300	-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	1400	-1450	-1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	1600	-1600	-2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	1800	-1850	-2300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	2000	-2000	-2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	2240	-2300	-2800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2240	2500	-2500	-3100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	2800	-2900	-3500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	3150	-3200	-3900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Позначення поля допуску на схемі складається з номінального розміру, основного відхилення і квалітету точності. Наприклад,  $\varnothing 25 F7$  або  $\varnothing 25k6$ , де  $\varnothing 25$  - номінальний розмір; F, k - основний відхилення відповідно отвору і вала; 7, 6 - квалітети точності отвору і вала.

Другий граничний відхилення (неосновний) визначають виходячи з основного відхилення і допуску  $T_D$  ( $T_d$ ). Наприклад, для поля допуску  $\varnothing 25F7$  (рис.3) основний відхилення  $EI=+20$  мкм. Допуск  $T_D=21$  мкм, звідси другий відхилення (в даному випадку верхній) буде  $ES=EI+ T_D =20+21=41$  мкм. Для поля допуску  $\varnothing 25f7$  основний відхилення  $es =-20$  мкм, а неосновний (нижній)- $ei=es- T_D =-20-21=-41$  мкм. Аналогічно отримують значення неосновних відхилення для інших полів допусків.

Графічне зображення полів допусків, граничних відхилення та розмірів на схемах наведена на рис. 2

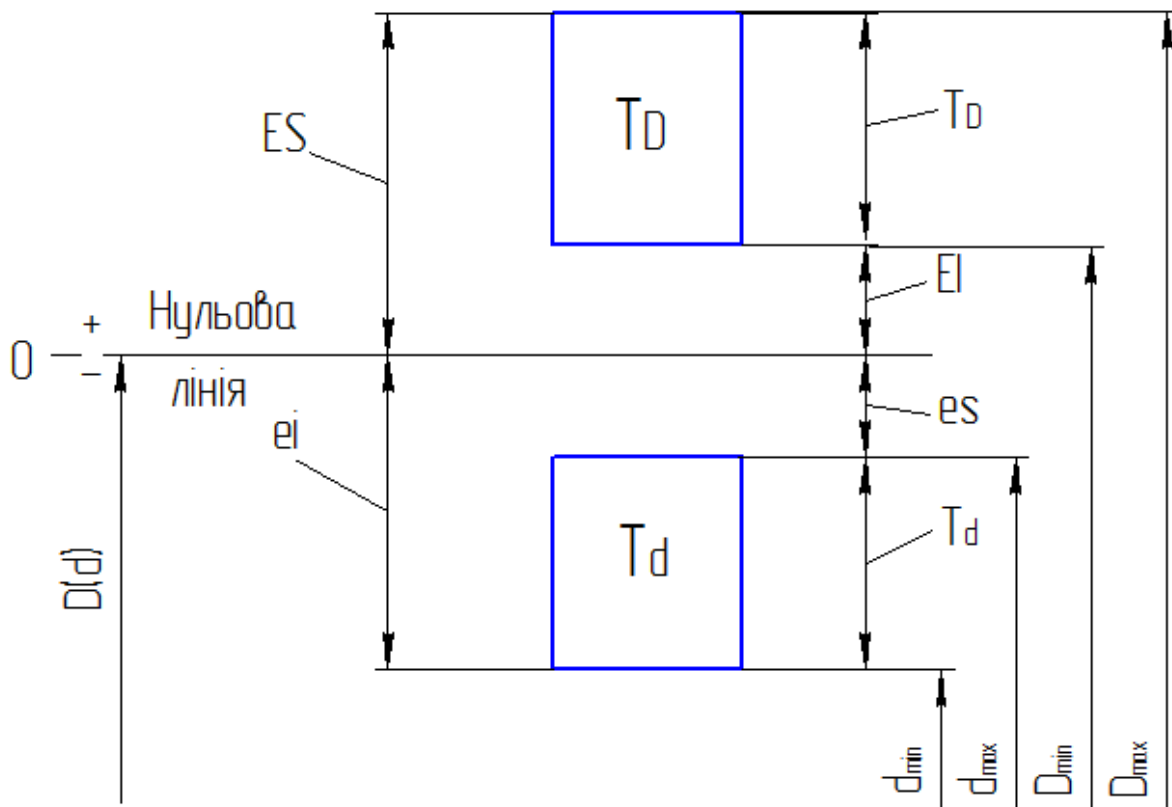


Рис. 2. Схема розташування полів допусків отвору  $T_D$  і вала  $T_d$ , щодо нульової лінії

При виконанні контрольних робіт (не тільки задач №1, але й інших) для розрахунку граничних відхилення можна використовувати табл.1-3, або скористатися стандартами.

Посадкою називають характер з'єднання деталей, який визначається величиною отриманих зазорів або натягів. Позначення посадки складається з номінального розміру і позначення поля допуску отвору (в чисельнику) і валу (в знаменнику), наприклад  $\text{Ø}25\frac{H7}{f8}$ . На робочих кресленнях розмір отворів позначається  $\text{Ø}25H7$ , валу -  $\text{Ø}25f8$ .

В залежності від взаємного положення полів допусків отворів і валів посадки можуть бути із зазором, натягом або перехідні, в яких можна отримати як зазор, так і натяг (рис.3).

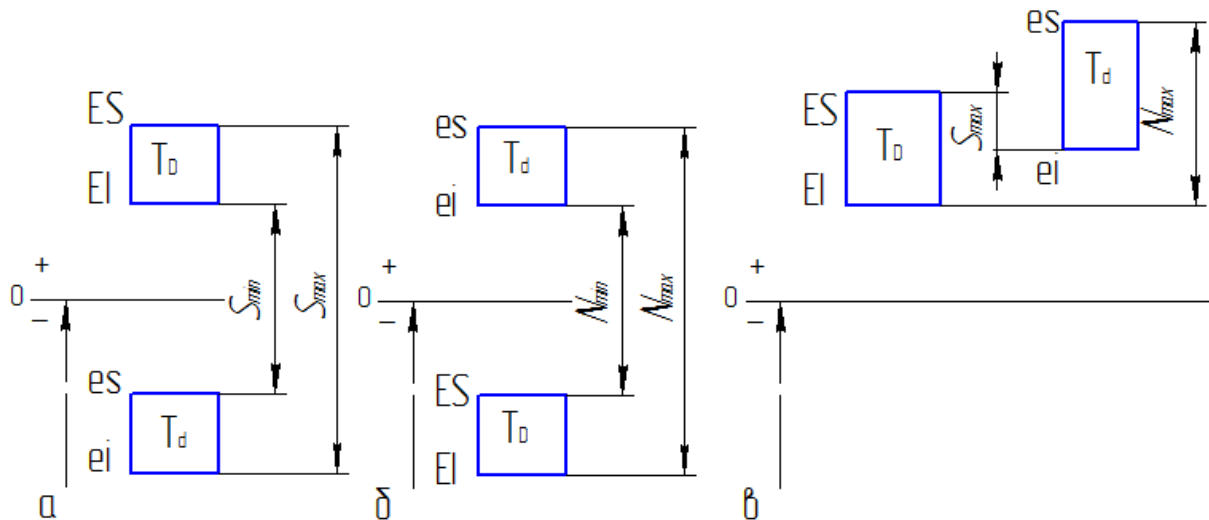


Рис.3. Взаємне розташування полів допусків отворів  $T_D$  і валів  $T_d$  у посадках із зазором (а), натягом (б), і перехідною (в)

Зазор  $S$  – різниця розмірів отвору і валу

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei;$$

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es.$$

Натяг  $N$  – різниця розмірів валу і отвору

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI;$$

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES.$$

Допуск посадки характеризує точність з'єднання і визначається як різниця між найбільшим і найменшим значенням зазорів (натягів) або як сума допусків отвору і валу:

$$T_n = S_{max}(N_{max}) - S_{min}(N_{min}) = T_D + T_d.$$

### Приклад виконання задачі №1

1. Задано номінальний розмір і позначення посадки  $\text{Ø}45\frac{H7}{f7}$ .

2. Знаходимо граничні відхилення в мікрометрах:

для отвору  $\text{Ø}45H7$

$$ES=+25;$$

$$EI=0;$$

для валу  $\text{Ø}45f7$

$$es=-25;$$

$$ei=-50.$$

Примітка. При використанні табл.1-3 методичних вказівок граничні відхилення знаходимо наступним чином.

Для отвору:  $EI=0$  (основний відхил);  $T_D=25$ ;  $ES=EI+ T_D =+25$ .

Для валу:  $es= -25$ (основний відхил);  $T_d=25$ ;  $ei=es- T_d =-50$ .

3.Розраховуємо граничні розміри та допуски діаметрів отвору та вала

$$D_{max} = D + ES = 45 + 0.025 = 45.025 \text{ мм};$$

$$D_{min} = D + EI = 45 + 0 = 45 \text{ мм};$$

$$d_{max} = d + es = 45 + (-0.025) = 44.975 \text{ мм};$$

$$d_{min} = d + ei = 45 + (-0.05) = 44.950 \text{ мм};$$

$$T_D = D_{max} - D_{min} = 45.025 - 45 = 0.025 \text{ мм};$$

$$T_d = d_{max} - d_{min} = 44.975 - 44.950 = 0.025 \text{ мм};$$

4.Знаходимо граничні значення зазору:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = 45.025 - 44.950 = 0.075 \text{ мм};$$

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = 45 - 44.975 = 0.025 \text{ мм}.$$

Допуск посадки:

$$T_n = S_{max} - S_{min} = 0.075 - 0.025 = 0.050 \text{ мм};$$

$$\text{Перевірка: } T_n = T_D - T_d = 0.025 + 0.025 = 0.050 \text{ мм};$$

5. Креслимо схему розташування полів допусків (рис. 4), де граничні відхилення вказуємо в мікрометрах, а всі розміри, отриманні в результаті розрахунків, в міліметрах.

6. Креслимо ескіз з'єднання і окремих деталей з зазначенням розмірів, полів допусків і граничних відхилень (рис. 5).

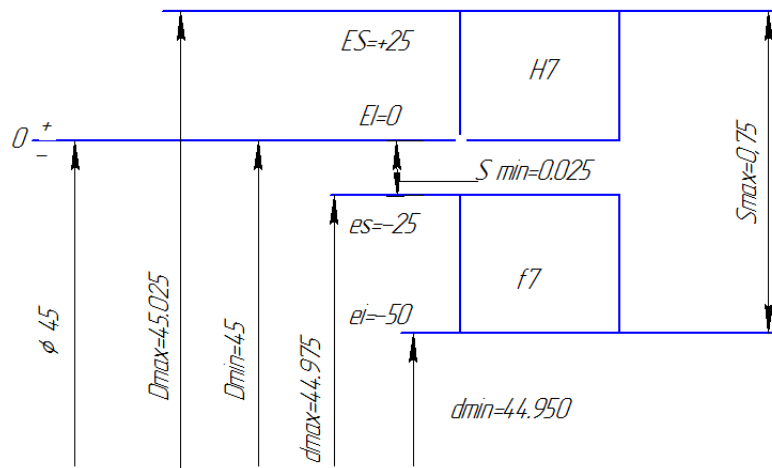


Рис. 4. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання  $\varnothing 45 \frac{H7}{f7}$

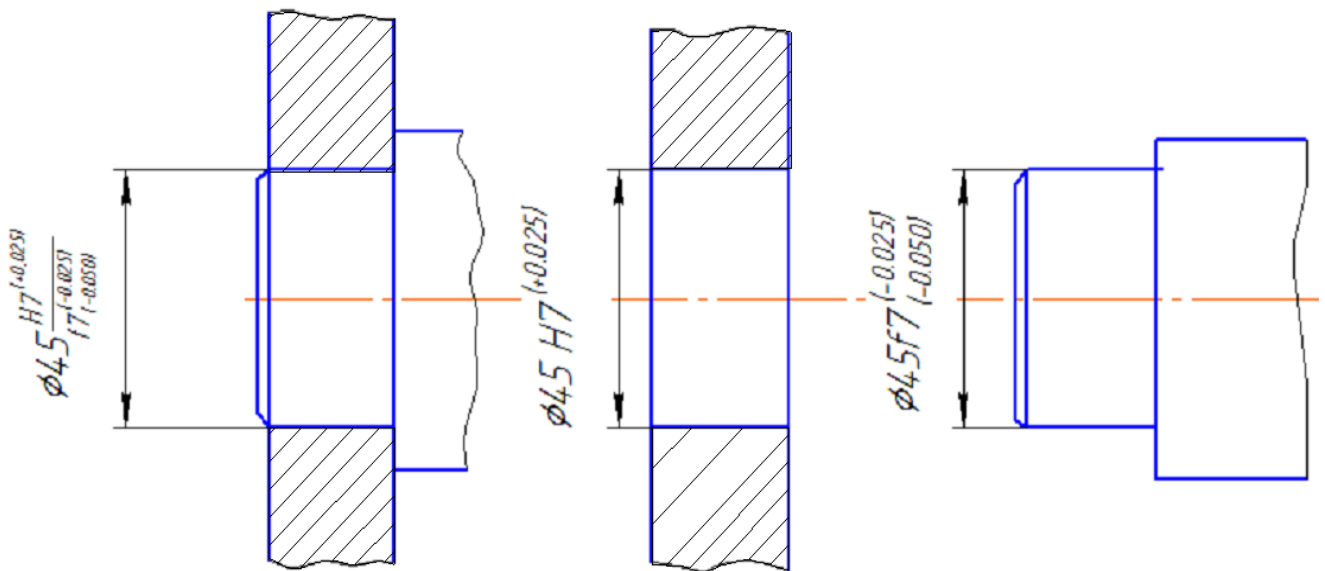


Рис.5. Способи позначення посадок та граничних відхилів на складальних і подетальних (робочих) кресленнях.

Аналогічні розрахунки і графічні побудови необхідно виконати для всіх трьох посадок заданих в задачі № 1.



## ЗАВДАННЯ № 2

### Розрахунок посадок з підшипниками кочення

1. У відповідності з номером варіанту з табл. 14 вписати вихідні дані.
2. За державним стандартам визначити граничні відхилення зовнішнього та внутрішнього кілець підшипника і сполучених з ними деталей.
3. Побудувати схеми розташування полів допусків для посадок із внутрішнього та зовнішнього кілець підшипника.
4. Розрахувати граничні розміри отворів і валів, а також допуски.
5. Розрахувати граничні значення зазорів і натягів.
6. Накреслити ескізи підшипникових з'єднань і окремих деталей з позначенням посадок.

### Теоретичні відомості

Стандарти встановлюють п'ять класів точності підшипників кочення, які позначаються 0; 6; 5; 4; 2 (в порядку підвищення точності). Для більшості механізмів загального призначення застосовують підшипники класу точності 0. Підшипники більш високих класів точності застосовують при великих частотах обертання і тоді, коли потрібна висока точність обертання валу (наприклад, для шпиндельних опор шліфувальних і інших прецизійних верстатів, для авіаційних двигунів застосовують класи точності 5 і 4, для гіроскопічних приладів - клас точності 2).

Прийнято такі позначення полів допусків кілець підшипників по приєднувальним діаметрам:

для отвору внутрішнього кільця - L0; L6; L5; L4; L2;

для діаметра зовнішнього кільця -  $\ell$ 0;  $\ell$  6;  $\ell$  5;  $\ell$  4;  $\ell$  2.

Для всіх класів точності верхнє відхилення приєднувальних діаметрів кілець прийнято рівним нулю. Таким чином, діаметри зовнішнього  $D_m$  і внутрішнього  $d_m$  кілець прийняті відповідно за діаметри основного валу і основного отвору. Посадку зовнішнього кільця з корпусом призначають в системі валу, а внутрішнього кільця з валом - у системі отвору, але поле допуску на діаметр отвору внутрішнього кільця розташоване не в "плюс", як прийнято в системі отвору, а вниз від нульової лінії (рис. 6)

При такому перевернутому розташуванні поля допуску отвору внутрішнього кільця для отримання посадок з невеликим натягом не слід вдаватися до спеціальних посадок, а їх можна отримати, використовуючи для валів звичайні поля допусків з числа перехідних посадок (k, m, n). Посадки з великими натягами тут не застосовують через тонкостінність конструкції кілець підшипників і можливої їх деформації при складанні з валами.

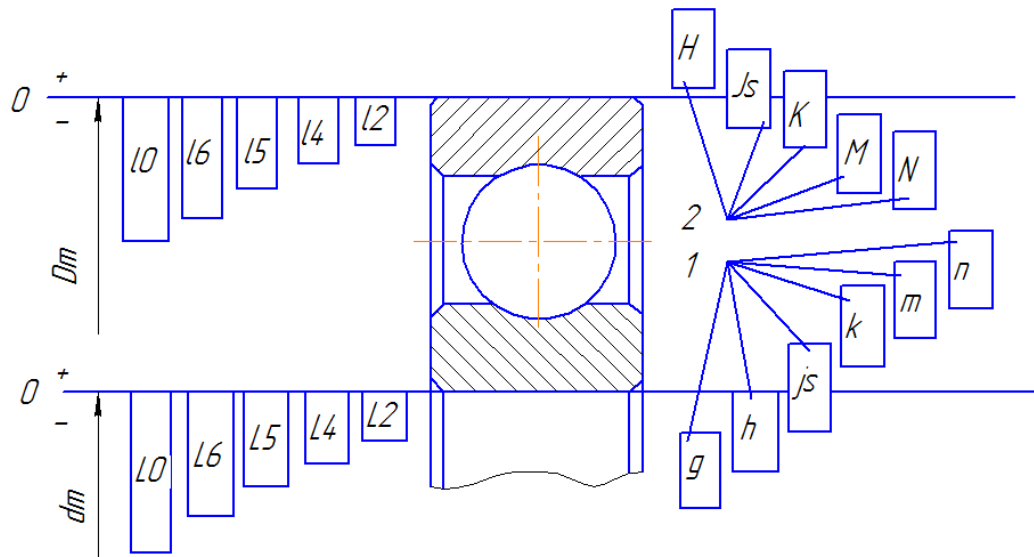


Рис. 6. Схема розташування полів допусків на діаметри кілець підшипників і сполучених з ними валів (1) і корпусів (2)

Приклад позначень посадок підшипників кочення:

а) підшипник класу точності 0 на вал з номінальним діаметром 50 мм і полем допуску вала  $j_s 6$ :

посадка  $\text{Ø}50 \text{ L}0 / j_s 6$  або  $\text{Ø}50 \frac{\text{L}0}{j_s 6}$

б) те ж в отвір корпусу з номінальним діаметром 90 мм і полем допуску отвору корпусу H7:

посадка  $\text{Ø}90 \text{ H}7 / \ell 0$  або  $\text{Ø}90 \frac{\text{H}7}{\ell 0}$ .

Схеми розташування полів допусків для цих посадок показані на рис. 7, а їх позначення на складальних і робочих кресленнях - на рис. 8.

Граничні відхилення розмірів внутрішніх і зовнішніх кілець кулькових підшипників наведені в табл. 4 і 5.

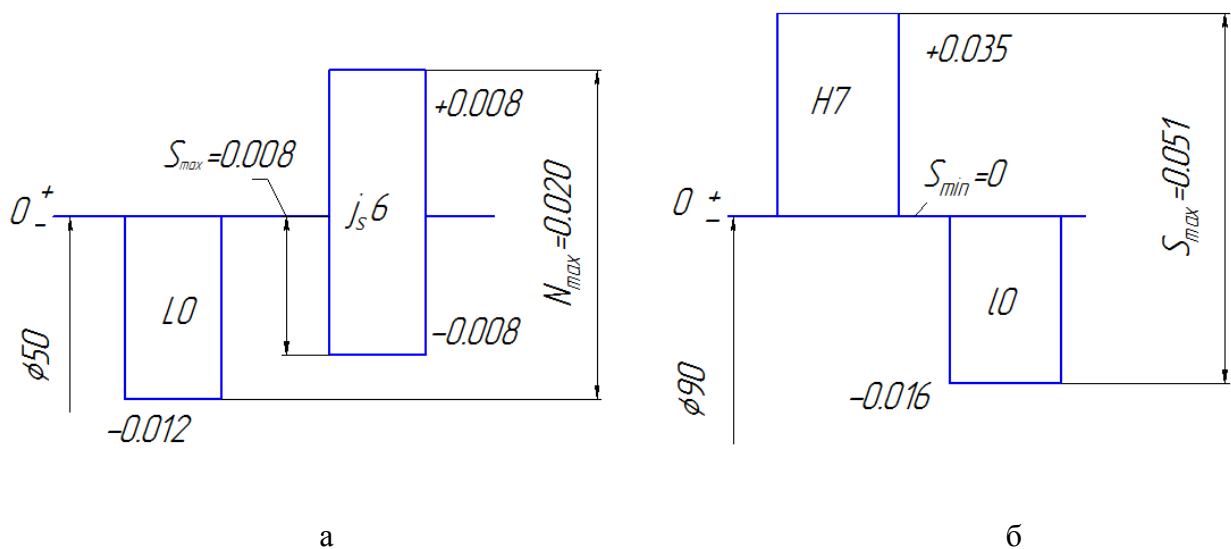


Рис. 7. Схеми розташування полів допусків підшипникових посадок: а - внутрішнього кільця підшипника з валом; б - зовнішнього кільця підшипника з отвором корпусу

Таблиця 4

Граничні відхилення розмірів внутрішніх кілець  $d_t$  кулькових підшипників, мкм

Інтервали номінальних діаметрів, мм	Клас 0		Клас 6		Клас 5		Клас 4		Клас 2	
	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
Понад 10 до 18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-4
Понад 18 до 30	0	-10	0	-8	0	-6	0	-5	0	-4
Понад 30 до 50	0	-12	0	-10	0	-8	0	-6	0	-4
Понад 50 до 80	0	-15	0	-12	0	-9	0	-7	0	-5
Понад 80 до 120	0	-20	0	-15	0	-10	0	-8	0	-5
Понад 120 до 180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-6.5
Понад 180 до 250	0	-30	0	-22	0	-15	0	-12	0	-8
Понад 250 до 315	0	-35	0	-25	0	-18	0	0	0	0
Понад 315 до 400	0	-40	0	-30	0	-23	0	0	0	0

Таблиця 5

Граничні відхилення розмірів зовнішніх кілець  $D_t$  кулькових підшипників, мкм

Інтервали номінальних діаметрів, мм	Клас 0		Клас 6		Клас 5		Клас 4		Клас 2	
	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
Понад 6 до 18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-3
Понад 18 до 30	0	-9	0	-8	0	-6	0	-5	0	-4
Понад 30 до 50	0	-11	0	-9	0	-7	0	-6	0	-4
Понад 50 до 80	0	-13	0	-11	0	-9	0	-7	0	-4
Понад 80 до 120	0	-16	0	-13	0	-10	0	-8	0	-5
Понад 120 до 150	0	-18	0	-15	0	-11	0	-9	0	-5
Понад 150 до 180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-6.5
Понад 180 до 250	0	-30	0	-20	0	-15	0	-11	0	-8
Понад 250 до 315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10
Понад 315 до 400	0	-40	0	-28	0	-20	0	-15	0	-12

Позначають посадки з підшипниками кочення на складальних і робочих кресленнях деталей як показано на рис.8.

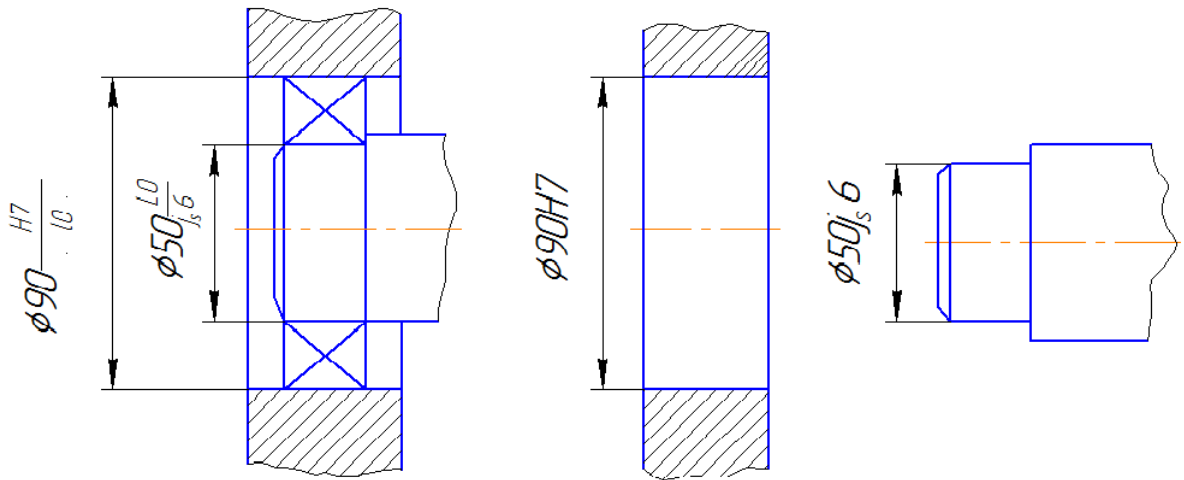


Рис. 8. Позначення підшипникових посадок на складальних і робочих кресленнях деталей

### Приклад виконання завдання № 2

1. Задані номінальні розміри і позначення підшипникових посадок  $\phi 50 L0/j_5,6$  і  $\phi 90 H7/l0$ .
2. Граничні відхилення вала і отвору в корпусі знаходимо так само, як і в задачі № 1, за стандартом або використовуючи табл. 1-3:

для вала  $\phi 50_{j_5,6}$ :

$$es = +0,008 \text{ мм};$$

$$ei = -0,008 \text{ мм};$$

для отвору в корпусі і  $\phi 90 H7$ :

$$ES = +0,035 \text{ мм};$$

$$EI = 0.$$

3. Граничні відхилення діаметрів кілець підшипників вибираємо по табл. 4 і 5:

для внутрішнього кільця  $\phi 50 L0$ :

$$ES = 0;$$

$$EI = -0,012 \text{ мм};$$

для зовнішнього кільця  $\phi 90 l0$ :

$$es = 0;$$

$$ei = -0,016 \text{ мм}.$$

4. Будуємо схеми розташування полів допусків з'єднань із внутрішнього та зовнішнього кілець підшипника (див.рис.8).

5. Визначаємо граничні розміри діаметрів:

- вала

$$d_{\max} = 50 + 0,008 = 50,008 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = 50 - 0,008 = 49,992 \text{ мм};$$

-отвору підшипника

$$D_{\max} = 50 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 50 - 0,012 = 49,988 \text{ мм};$$

-отвору в корпусі

$$D_{\max} = 90 + 0,035 = 90,035 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 90 \text{ мм};$$

-зовнішнього кільця підшипника

$$d_{\max} = 90 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = 90 - 0.016 = 89,984 \text{ мм};$$

Допуски:

- вала

$$T_d = +0,008 - (-0,008) = 0,016 \text{ мм};$$

-отвору корпусу

$$T_D = +0,035 - 0 = 0,035 \text{ мм}$$

Характер посадки в з'єднанні:

- вал – підшипник - перехідна

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 50 - 49,992 = 0,008 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 50,008 - 49,988 = 0,020 \text{ мм};$$

-корпус –підшипник зі ззазором

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 90,035 - 89,984 = 0,051 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 90 - 90 = 0.$$

6. Креслимо ескізи підшипникового з'єднання і деталей з позначенням посадок (див. рис.9).

### ЗАВДАННЯ № 3

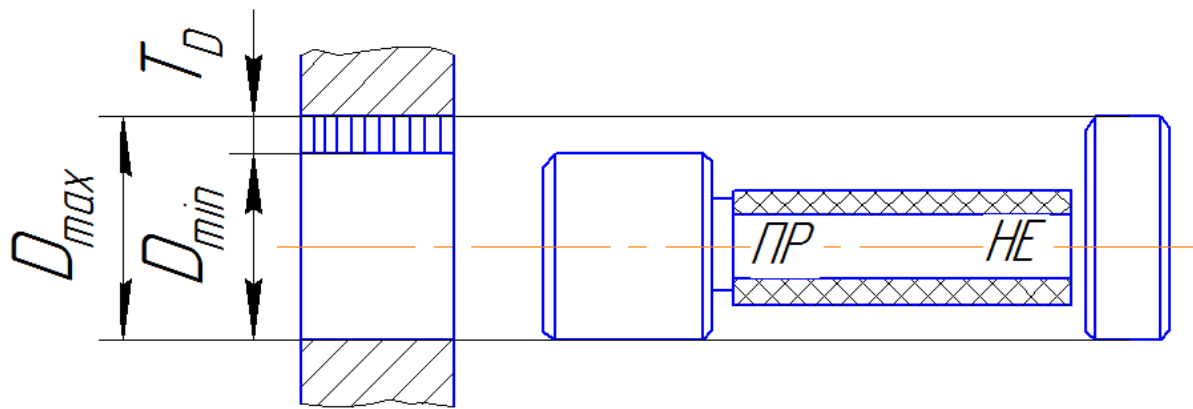
#### Розрахунок граничних калібрів для контролю гладких циліндричних поверхонь отворів і валів

1. У відповідності з номером варіанту вибрати з табл. 15 позначення посадки гладкого циліндричного з'єднання.
2. За стандартом вибрати граничні відхилення розмірів отвору і валу і побудувати схему розташування полів допусків цих деталей.
3. Побудувати схеми розташування полів допусків робочих калібрів для контролю отвору і вала
4. Розрахувати розміри прохідної і непрохідної частини калібру .
5. Накреслити ескізи калібрів і вказати виконавчі розміри.

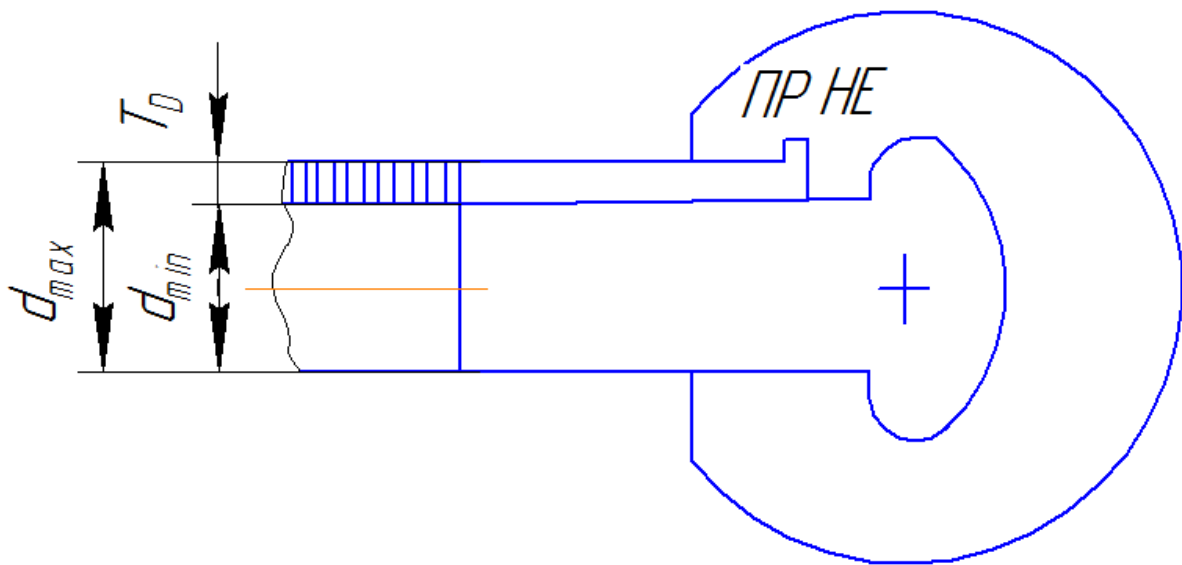
#### Теоретичні відомості

Калібри - це безшкальні інструменти, призначені для контролю розмірів деталей. Калібри зазвичай використовують у великосерійному або масовому виробництві, тобто тоді, коли вимір дійсних розмірів деталей за допомогою універсальних вимірювальних засобів (штангенциркулем, мікрометром і т.д.) займає багато часу і економічно є не вигідним. За допомогою калібрів не вимірюють розміри деталей, а лише контролюють, чи знаходяться дійсні розміри в інтервалі заданих граничних розмірів.

Для контролю отворів застосовують калібри-пробки, для контролю валів - калібри-скоби. На рис. 9 показані принципові схеми контролю отвору (а) і вала (б) за допомогою граничних калібрів.



а)



б)

Рис. 9. Принципові схеми контролю: а - отвору за допомогою калібру-пробки; б - вала за допомогою калібру-скоби

Деталь, що перевіряється, вважається придатною, якщо прохідна (ПР) сторона калібру вільно проходить через деталь, а непрохідна (НЕ) сторона не проходить.

При виготовленні калібрів їх розміри можуть мати деякі похибки, тому в стандарти передбачають допуски на неточність виготовлення калібрів. Крім того, в процесі експлуатації калібр зношується, тому передбачені також допуски на знос прохідної сторони.

Методику розрахунку калібрів для контролю отвору й валу розглянемо на конкретному прикладі. Схеми до розрахунку цих калібрів показані відповідно на рис. 10 і 12.



Таблиця 6

## Допуски і відхили калібрів, мкм

Квалітет контролюваних поверхонь	Позначення	Інтервали розмірів, мм									
		До 3	Понад 3 до 6	Понад 6 до 10	Понад 10 до 18	Понад 18 до 30	Понад 30 до 50	Понад 50 до 80	Понад 80 до 120	Понад 120 до 180	Понад 180 до 250
6	z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	5
	y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4
	z <sub>1</sub>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
	y <sub>1</sub>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5
	H	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7
	H <sub>1</sub>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10
7	z, z <sub>1</sub>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
	y, y <sub>1</sub>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6
	H, H <sub>1</sub>	2	2	2,5	3	4	4	5	6	8	10
8	z, z <sub>1</sub>	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12
	y, y <sub>1</sub>	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14
9	z, z <sub>1</sub>	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21
	y, y <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14
10	z, z <sub>1</sub>	5	6	7	8	9	11	13	15	18	24
	y, y <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10
	H <sub>1</sub>	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14

В якості виконавчих розмірів калібру-пробки приймають найбільші граничні розміри відповідних сторін з допусками, рівними H і спрямованими "в тіло" калібру. Для розглянутого прикладу виконавчі розміри робочих калібрів-пробок

$$ПР = 25,005_{-0,004} ; HE = 25,023_{-0,004}.$$

3. Креслимо ескіз однієї зі сторін (ПР або HE) калібру-пробки із зазначенням розмірів, а також вимог до похибок форми (відхилення форми поздовжнього перерізу і відхилення від циліндричності) і шорсткості поверхні. Допуск форми вибирають по табл.7. а шорсткість по табл. 8.



Таблиця 7  
Значення допусків на похибка  
форми вимірювальних поверхонь

Квалитет контролюваних поверхонь	Допуск форми по квалитету	
	Пробки	Скоби
6	IT1	IT2
7	IT2	IT2
8-10	IT2	IT3
11-12	IT4	IT4
13	IT5	IT5

Таблиця 8  
Значення допусків на шорсткість  
поверхонь

Квалитет контролюваних поверхонь		$R_a$ (мкм) для номінальних розмірів, мм	
Пробка	Скоба	0,1...100	Понад 100 до 360
6	-	0,04(0,025)	0,08(0,05)
7-9	6-9	0,08(0,05)	0,16(0,10)
10-12	-	0,16(0,10)	0,16(0,10)
13	-	0,32(0,20)	0,32(0,20)

У дужках вказані переважні значення

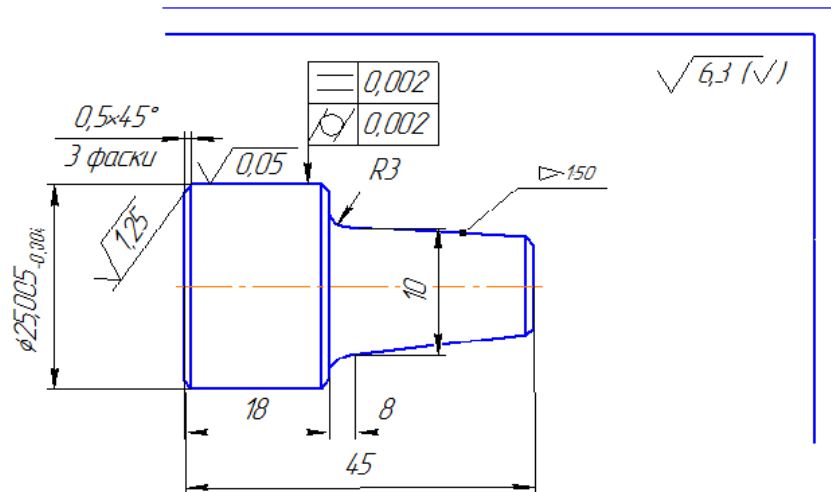


Рис. 11. Ескіз прохідної вставки робочого калібру-пробки Ø 25H7

### Розрахунок калібру-скоби 25k6

1. Знаходимо граничні відхили вала і визначаємо найбільший і найменший діаметри:

$$es = +0,015 \text{ мм}; ei = +0,002 \text{ мм};$$

$$d_{max} = 25,015 \text{ мм}; d_{min} = 25,002 \text{ мм};$$

2. За табл.6 для діаметра 25 мм і квалітета IT6 знаходимо допуск на виготовлення калібру-скоби  $H_1 = 0,004$  мм і координати  $z_1 = 0,003$  мм і  $y = 0,003$  мм. Будуємо схему розташування полів допусків калібру-скоби (рис .13) і розраховуємо граничні розміри прохідної й непрохідної частин калібру, а також найбільший розмір зношеної прохідної частини:

$$PP_{min} = d_{max} - z_1 - \frac{H_1}{2} = 25,015 - 0,003 - 0,002 = 25,010 \text{ мм};$$

$$ПР_{max} = d_{max} - z_1 + \frac{H_1}{2} = 25,015 - 0,003 + 0,002 = 25,014 \text{ мм};$$

$$ПР_{знс} = d_{max} + y_1 = 25,015 + 0,003 = 25,018 \text{ мм};$$

$$HE_{min} = d_{min} - \frac{H_1}{2} = 25,002 - 0,002 = 25 \text{ мм};$$

$$HE_{max} = d_{min} - \frac{H_1}{2} = 25,002 + 0,002 = 25,004 \text{ мм};$$

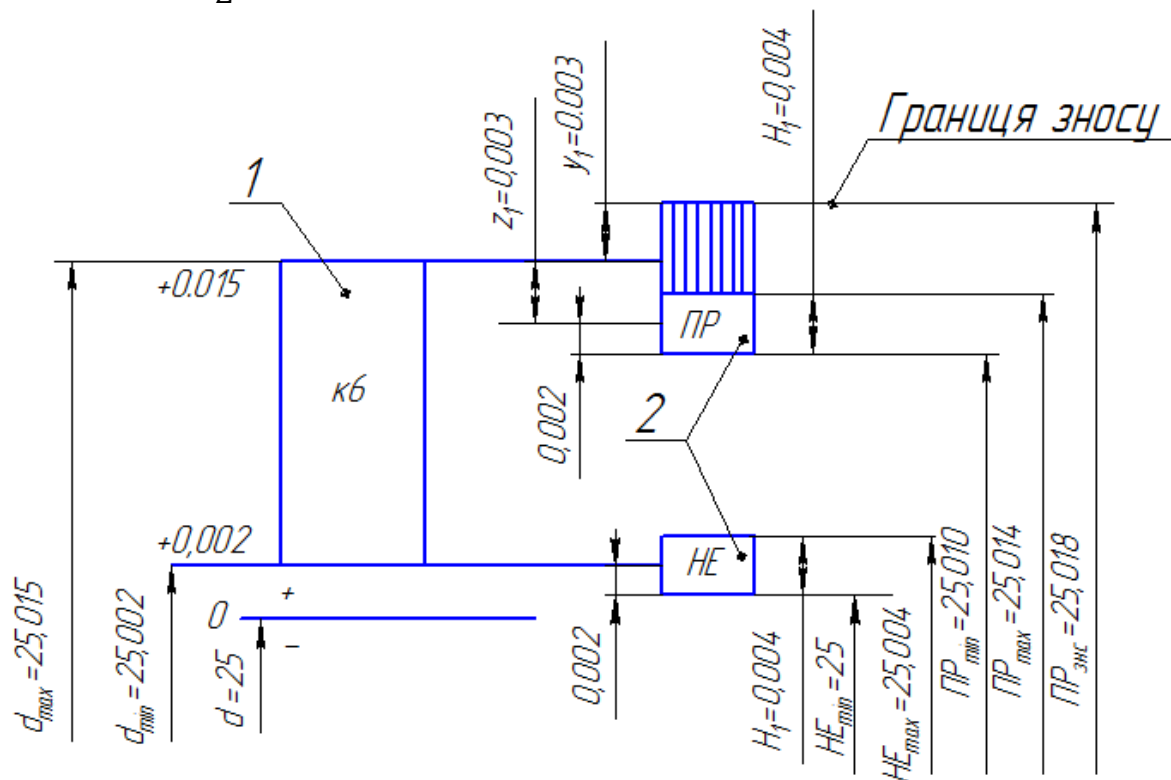


Рис. 12. Схема до розрахунку калібрів для контролю вала  $\varnothing 25k6$ : 1 - поле допуску вала, 2 - поля допусків калібрів

В якості виконавчих розмірів калібру-скоби приймають найменші граничні розміри відповідних частин з допуском, рівним  $H_1$  і спрямованим "в тіло" калібру. Для розглянутого прикладу виконавчі розміри калібру-скоби

$$ПР = 25,010^{+0,004}; \quad HE = 25^{+0,004}.$$

## ЗАВДАННЯ №4

### Розрахунок граничних розмірів різьбового з'єднання

1. Відповідно до номеру варіанту вписати з табл. 16 позначення різьбового з'єднання.
2. За державними стандартами обрати номінальні розміри зовнішнього, середнього та внутрішнього діаметрів різьбового з'єднання, а також граничні відхили діаметрів різьбових деталей.
3. Побудувати схеми розташування полів допусків та розрахувати граничні розміри діаметрів зовнішньої та внутрішньої різьб.
4. Побудувати схему розташування граничних контурів зовнішньої та внутрішньої різьб.
5. Накреслити ескізи різьбового з'єднання та різьбових деталей та проставити на них відповідні значення.

### Теоретичні відомості

Метричні різьби застосовують найчастіше у якості кріпильних. Їх поділяють на різьби з великим кроком (у позначенні різьб не вказують) та дрібним (вказують у позначенні). Різьби з великим кроком застосовують для з'єднань, що не піддаються змінному навантаженню, як може призвести до самовідкручування. Різьби з дрібним кроком мають більш високий коефіцієнт тертя та більш надійні проти самовідкручування. Окрім того, їх застосовують також при великих діаметрах та маленькій довжині згвинчування.

Головним параметром різьбового з'єднання, який забезпечує точність та характер спряження, є середній діаметр. Допуски на зовнішній та внутрішній діаметри побудовані так, щоб забезпечити гарантований зазор. Відхили кроку та половини кута профілю, які впливають на взаємозамінність, окремо не нормуються. Похибки цих елементів компенсується допуском на середній діаметр.

Стандартами встановлені наступні ряди основних відхилів, що позначаються літерами латинського алфавіту.

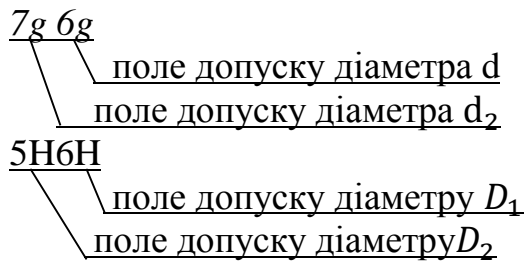
для зовнішньої різьби (для болта) -  $d; e; f; g; h$ ,

для внутрішньої різьби (для гайки) –  $E; F; G; H$ .

Встановлені наступні ступені точності різьб : 3, 4, 5, ..., 10 ( у порядку зменшення). Від ступені точності залежить допуск на діаметр різьби.

Поля допусків діаметрів різьби утворюються поєднанням ступенів точності і основних відхилів, наприклад :  $4h; 6g; 6H; 4H5H$ .

Позначення поля допуску різьби складається з позначення поля допуску середнього діаметра, яке стоїть на першому місці, і позначення поля допуску діаметра виступу для болтів чи западин для гайок, наприклад :



Якщо поля допусків співпадають, то в позначенні вони не повторюється.

Приклади позначення різьб:

з великим кроком зовнішньої різьби – M10-6g ;

з великим кроком внутрішньої різьби – M10- 6H ;

з дрібним кроком зовнішньої різьби – M10×1,25 – 6 g ;

з дрібним кроком внутрішньої різьби – M10×1,25 – 6H;

посадка в різьбовому з'єднанні – M10×1,25 – 6H/6g .

#### Приклад виконання задачі № 4

Задано позначення різьбового з'єднання M10×1,25 – 6H/6g .

1. В залежності від кроку різьби за табл. 9 визначаєм номінальні розміри середнього діаметра гайки і болта  $D_2=d_2=10-1+0,188=9,188$  мм і внутрішнього діаметру  $D_1=d_1=10-2+0,647=8,647$  мм . Якщо в позначенні шаг різьби не вказаний, його значення можна знайти за табл. 10.

Таблиця 9

*Розміри середнього і внутрішнього діаметрів метричних різьб*

Крок різьби, мм	Діаметри різьби ( болта та гайки ), мм	
	Середній $D_2, d_2$	Внутрішній $D_1, d_1$
0,75	$d-1+0,513$	$d-1+0,188$
0,8	$d-1+0,480$	$d-1+0,134$
1	$d-1+0,350$	$d-2+0,917$
1,25	$d-1+0,188$	$d-2+0,647$
1,5	$d-1+0,026$	$d-2+0,376$
1,75	$d-2+0,863$	$d-2+0,106$
2	$d-2+0,701$	$d-3+0,835$
2,5	$d-2+0,376$	$d-3+0,294$
3	$d-2+0,051$	$d-4+0,752$
3,5	$d-3+0,727$	$d-4+0,211$
4	$d-3+0,402$	$d-5+0,670$
4,5	$d-3+0,077$	$d-5+0,129$
5	$d-4+0,752$	$d-6+0,587$

## Діаметри та кроки метричної різьби

Номінальний діаметр різьби d, мм			Крок P, мм										
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Великий	Дрібний									
				6	4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	
6	-	-	1									0,75	0,5
8	-	-	1,25								1	0,75	0,5
10	-	-	1,5							1,25	1	0,75	0,5
12	-	-	1,75						1,5	1,25	1	0,75	0,5
-	14	-	2						1,5	1,25	1	0,75	0,5
-	-	15	-						1,5				
16	-	-	2						1,5		1	0,75	0,5
-	18	-	2,5				2		1,5		1	0,75	0,5
20	-	-	2,5				2		1,5		1	0,75	0,5
-	22	-	2,5				2		1,5		1	0,75	0,5
24	-	-	3				2		1,5		1	0,75	
-	-	25	-				2		1,5				
-	27	-	3				2		1,5		1	0,75	
30	-	-	3,5				2		1,5		1	0,75	
-	33	-	3,5				2		1,5		1	0,75	
-	-	35	-						1,5				
36	-	-	4			3	2		1,5		1		
-	39	-	4			3	2		1,5		1		
42	-	-	4,5			3	2		1,5		1		
-	45	-	4,5			3	2		1,5		1		
48	-	-	5			3	2		1,5		1		
-	52	-	5			3	2		1,5		1		
56	-	-	5,5		4	3	2		1,5		1		
-	60	-	-		4	3	2		1,5		1		
64	-	-	6		4	3	2		1,5		1		
-	68	-	6		4	3	2		1,5		1		
72	-	-	-	6	4	3	2		1,5		1		
80	-	-	-	6	4	3	2		1,5		1		
-	85	-	-	6	4	3	2		1,5		1		
90	-	-	-	6	4	3	2		1,5		1		

2. По табл. 11 та 12 знаходимо граничні відхилення діаметрів.

Для внутрішньої різьби:

нижнє відхилення для D, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>

EI=0;

верхнє відхилення для D

ES ( не нормується );

верхнє відхилення для D<sub>2</sub>

ES=+0,160;

верхнє відхилення для D<sub>1</sub>

ES=+0,265;

Для зовнішньої різьби:

верхнє відхилення для  $d$ ,  $d_1$ ,  $d_2$

$es = -0,028$ ;

нижнє відхилення для  $d$ ,

$ei = -0,240$ ;

нижнє відхилення для  $d_2$

$ei = -0,146$ ;

нижнє відхилення для  $d_1$

$ei$  ( не нормується ).

3. Будемо схеми розташування полів допусків деталей різьбового з'єднання (рис.13).

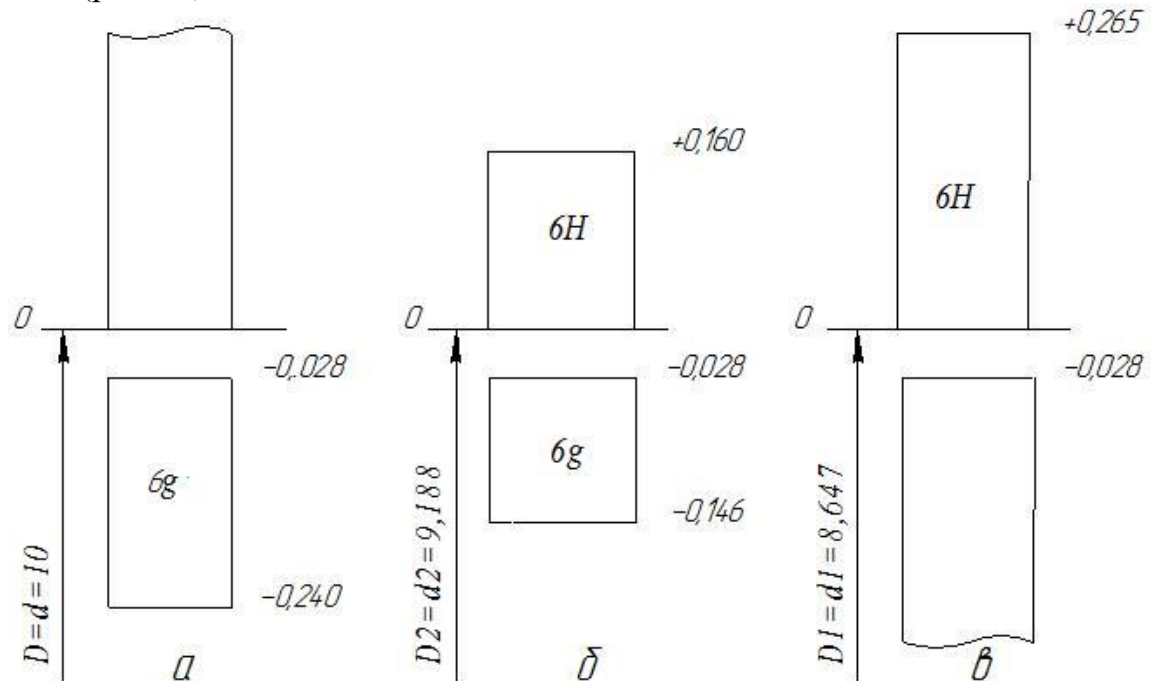


Рис.13. Схеми розташування полів допусків деталей різьбового з'єднання  $M10 \times 1,25 - 6H/6g$  по зовнішньому (а), середньому (б), внутрішньому (в) діаметрам.

4. Розраховуємо граничні розміри діаметрів і будемо схеми розташування граничних контурів різьбових деталей (рис. 14).

5. Креслимо ескіз різьбового з'єднання і різьбових деталей і вказуємо позначення різьби (рис. 15).

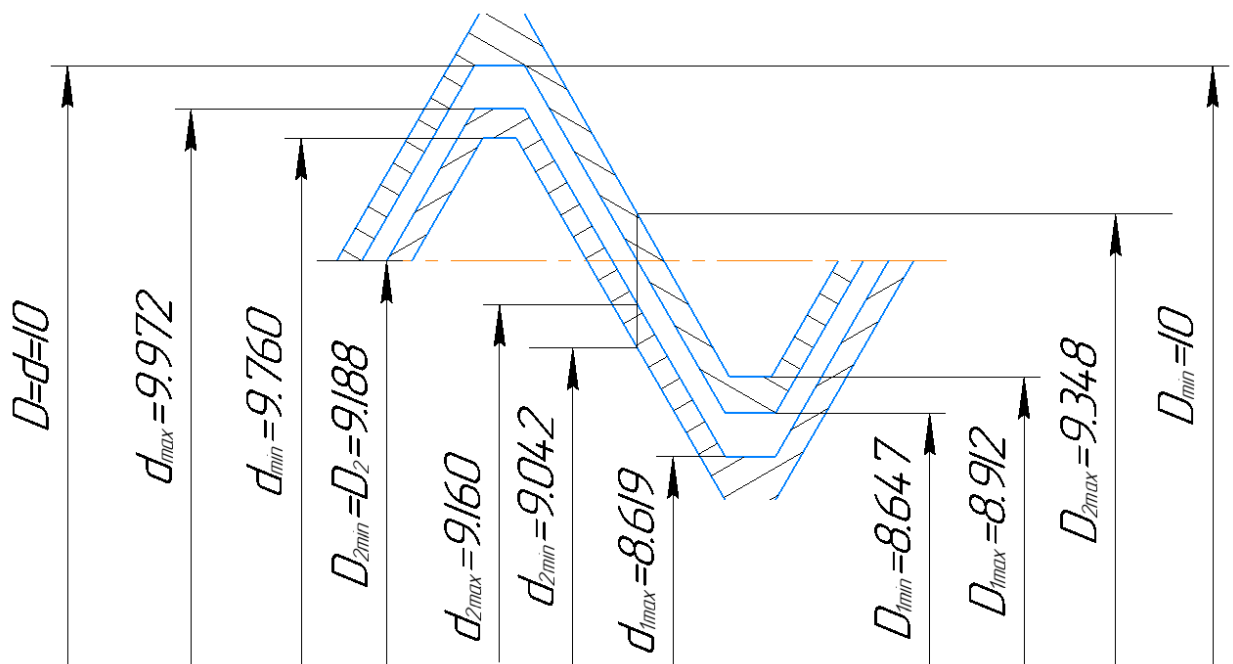


Рис. 14. Граничні розміри контурів різбових деталей спряження М10х1,25-6Н/6g:  
1-внутрішньої різьби (гайки); 2-зовнішньої різьби (болта)

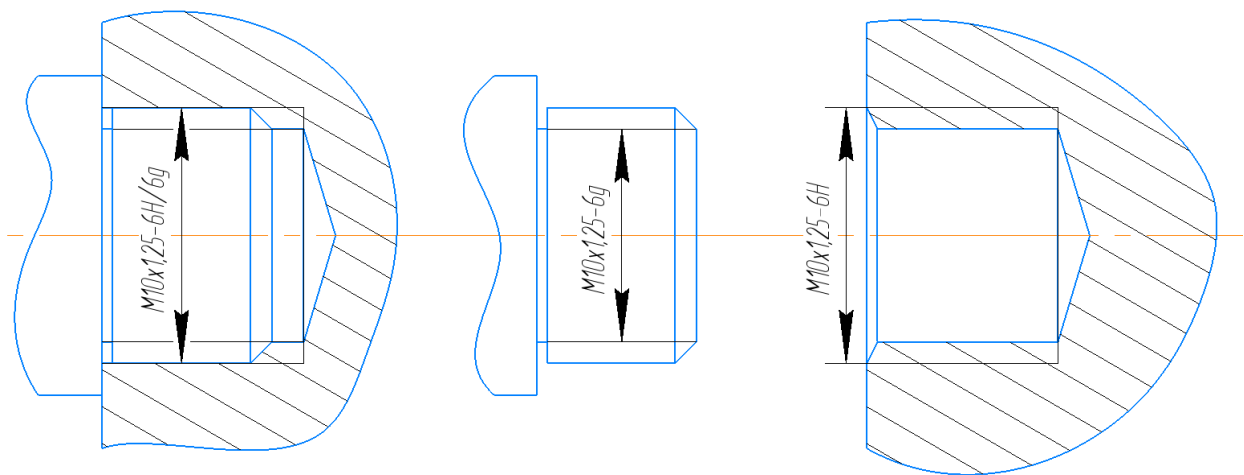


Рис.15. Позначення різьби на складальних і робочих кресленнях

Граничні відхили діаметрів внутрішньої різьби, мкм

Таблиця 11

Крок P, мм	Номинальний діаметр різьби D, мм	Поля допусків																				
		4H5H			6H			6G			7H			7G			8H			8G		
		EI	ES		EI	ES		EI	ES		EI	ES		EI	ES		EI	ES		EI	ES	
		D, D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D, D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D, D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D, D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D, D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D, D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D, D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
1.0	Понад 11.2 до 22.4	0	+190	+100	0	+236	+160	+26	+262	+186	0	+300	+200	+26	+326	+226	0	+375	+250	+26	+401	+276
	22.4 до 45.0			+106			+170			+196			+212			+238			+265			+291
	45.0 до 90.0			+118			+190			+216			+262			+262			+300			+326
1.25	Понад 5.6 до 11.2	0	+212	+100	0	+263	+160	+28	+293	+188	0	+335	+200	+28	+363	+228	0	+425	+250	+28	+453	+278
	11.2 до 22.4			+112			+180			+208			+224			+252			+280			+308
1.5	Понад 11.2 до 22.4	0	+236	+118	0	+300	+190	+32	+332	+222	0	+375	+236	+32	+407	+268	0	+475	+300	+32	+507	+332
	22.4 до 45.0			+125			+200			+232			+250			+282			+315			+347
	45.0 до 90.0			+132			+212			+244			+265			+297			+335			+367
1.75	Понад 11.2 до 22.4	0	+265	+125	0	+335	+200	+34	+369	+234	0	+425	+250	+34	+459	+284	0	+530	+315	+34	+564	+349
2.0	Понад 11.2 до 22.4	0	+300	+132	0	+375	+212	+38	+413	+250	0	+475	+265	+38	+513	+300	0	+600	+335	+38	+638	+373
	22.4 до 45.0			+140			+224			+262			+280			+318			+355			+393
	45.0 до 90.0			+150			+236			+274			+300			+338			+375			+413
2.5	Понад 11.2 до 22.4	0	+355	+140	0	+450	+224	+42	+492	+266	0	+560	+280	+42	+602	+332	0	+710	+355	+42	+752	+397
3.0	Понад 22.4 до 45.0	0	+400	+170	0	+500	+265	+48	+548	+313	0	+630	+335	+48	+618	+383	0	+800	+425	+48	+848	+473
	45.0 до 90.0			+180			+280			+328			+355			+403			+450			+498
3.5	Понад 22.4 до 45.0	0	+450	+450	0	+560	+280	+52	+613	+33	0	+710	+355	+53	+763	+408	0	+900	+450	+53	+953	+503



Граничні відхили діаметрів зовнішньої різьби, мкм

Таблиця 12

Крок P, мм	Номинальний діаметр різьби d, мм	Поля допусків																				
		6h			6g			6f			6e			6d			7g6g			8g		
		es	ei		es	ei		es	ei		es	ei		ei	es		ei	es		ei	Es	
		d, d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	d	d <sub>2</sub>	d, d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	d	d <sub>2</sub>	d, d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	d	d <sub>2</sub>	d, d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	d	d <sub>2</sub>	d, d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	d	d <sub>2</sub>	d, d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	d	d <sub>2</sub>	d, d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	d	d <sub>2</sub>
1.0	Понад 11.2 до 22.4	0	-18	-118	-26	-206	-144	-40	-220	-158	-80	-240	-178	-90	-270	-206	-26	-206	-176	-26	-306	-216
	22.4 до 45.0			-125			-151			-165			-185			-215			-186			-226
	45.0 до 90.0			-140			-166			-180			-200			-230			-206			-250
1.25	Понад 5.6 до 11.2	0	-212	-118	-28	-240	-146	-42	-154	-160	-63	-275	-181	-95	-307	-213	-28	-240	-178	-28	-363	-218
	11.2 до 22.4			-132			-160			-174			-195			-227			-198			-240
1.5	Понад 11.2 до 22.4	0	-236	-140	-32	-268	-172	-45	-281	-185	-67	-303	-207	-95	-331	-235	-32	-268	-212	-32	-407	-256
	22.4 до 45.0			-150			-182			-195			-217			-245			-222			-268
	45.0 до 90.0			-160			-192			-205			-227			-255			-232			-282
1.75	Понад 11.2 до 22.4	0	-265	-150	-34	-299	-184	-48	-313	-198	-71	-336	-221	-100	-365	-250	-34	-299	-224	-34	-459	-270
2.0	Понад 11.2 до 22.4	0	-280	-160	-38	-318	-198	-52	-332	-212	-71	-351	-231	-100	-380	-260	-38	-318	-238	-38	-488	-288
	22.4 до 45.0			-170			-208			-222			-241			-270			-250			-303
	45.0 до 90.0			-180			-218			-232			-251			-280			-265			-318
2.5	Понад 11.2 до 22.4	0	-355	-170	-42	-377	-212	-58	-393	-228	-80	-415	-250	-106	-441	-276	-42	-377	-254	-42	-572	-307
3.0	Понад 22.4 до 45.0	0	-375	-200	-48	-423	-248	-63	-438	-263	-85	-460	-285	-112	-487	-312	-48	-423	-248	-48	-648	-363
	45.0 до 90.0			-212			-260			-			-297			-324			-313			-383
3.5	Понад 22.4 до 45.0	0	-425	-425	-53	-478	-265	-	-	-	-90	-515	-302	-118	-543	-330	-53	-478	-318	-53	-723	-388

## ЗАДАЧА № 5

### Розрахунок розмірного ланцюга

1. Відповідно до номеру варіанта виписати з табл.17 вихідні дані.
2. Побудувати схему розмірного ланцюга, позначити замикаючу, збільшувальні та зменшувальні ланки.
3. За стандартом вибрати допуски розмірів складових ланок ланцюга відповідно заданим квалітетам і назначити їх граничні відхилення.
4. Визначити номінальний розмір та граничні відхилення замикальної ланки методами максимум-мінімум та ймовірнісним методом, проаналізувати отримані результати розрахунків.

### Теоретичні відомості

Розмірним ланцюгом називають сукупність взаємопов'язаних розмірів, що утворюють замкнутий контур та визначають взаємне положення поверхонь (або осей) одної або декількох деталей. Якщо в ланцюг входять розміри одної деталі, ланцюг називається подетальним, якщо декількох – складальним.

Розміри, що утворюють розмірний ланцюг, називають складовими ланками і позначаються прописними літерами російського алфавіту з індексом у вигляді порядкового номера, наприклад,  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ .

Розмір, який виходить останнім у результаті обробки деталі або складання вузла, називається замикальною ланкою. У розрахунках та на схемах ця ланка позначається тією ж літерою, що і інші ланки, але з індексом  $\Delta$  (наприклад,  $A_\Delta$ ).

На рис. 16, а зображений ступінчастий вал і проставлені розміри, які визначають таку послідовність токарної обробки цієї деталі: проточка за розміром  $A_2$ , потім проточка за розміром  $A_3$  та відрізка за розміром  $A_1$ . Останньою при такій обробці виходить ланка  $A_\Delta$ , яка і буде замикальною. На рис.19, б показаний приклад складального розмірного ланцюга, у якому замикальною є ланка  $B_\Delta$ , тобто зазор, отриманий в результаті складання.

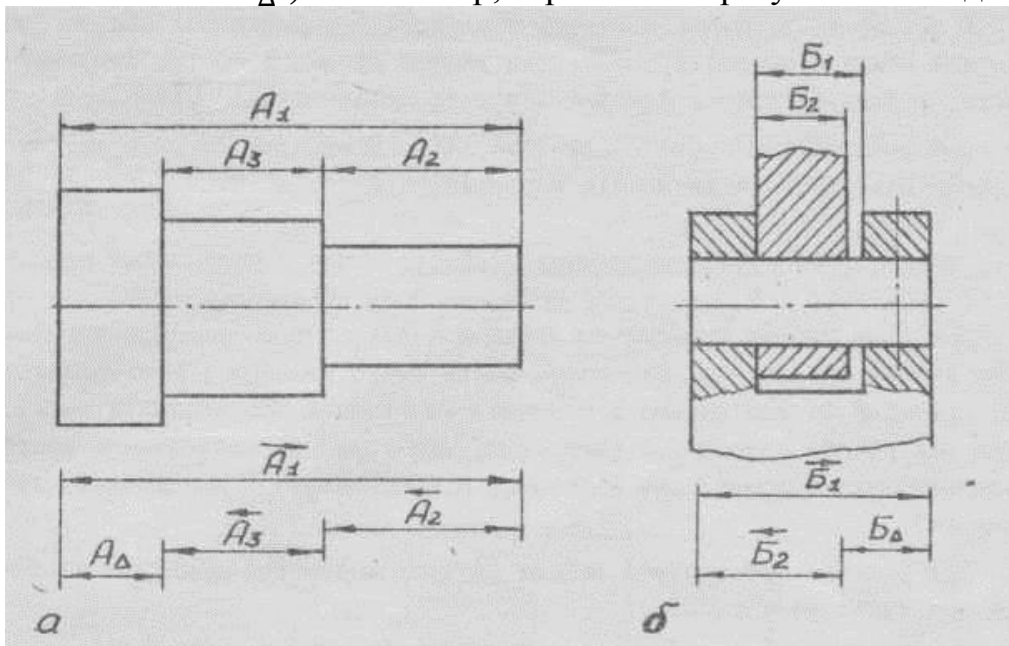


Рис.16. Приклади подетального (а) і складального (б) розмірного ланцюгів

Усі складові ланки поділяють на зменшувальні та збільшувальні в залежності від того, як вони впливають на замикаючу ланку.

Збільшувальними називають такі ланки, при збільшенні яких розмір замикальної ланки збільшується, зменшувальними – такі, при збільшенні яких розмір замикальної ланки зменшується.

Збільшувальні ланки на схемах позначають стрілками, напрямленими праворуч (на рис.19  $\overrightarrow{A_1}$  та  $\overrightarrow{B_1}$ ), а зменшувальні – стрілками, напрямленими ліворуч ( $\overleftarrow{A_1}$ ,  $\overleftarrow{A_2}$ ,  $\overleftarrow{B_2}$ ).

При вирішенні розмірних ланцюгів зазвичай має місце одна з двох задач: пряма (проектна) або зворотна (перевірочна).

Пряма (проектна) задача полягає в тому, що виходячи з заданих номінальних розмірів складових ланок, а також номінального розміру і граничних відхилів замикальної ланки необхідно визначити допуски і граничні відхилення складових ланок.

Зворотна (перевірочна) задача полягає в тому, щоб виходячи з заданих номінальних розмірів і граничних відхилів складових ланок знайти номінальний розмір та граничні відхилення замикальної ланки.

В даних контрольних завданнях розглядається вирішення тільки перевіркової задачі.

При розв'язанні розмірних ланцюгів застосовують один з двох методів: максимум-мінімум або ймовірнісний.

#### Метод максимум-мінімум

При цьому методі виходять з припущення, що в процесі виготовлення деталі або складання вузла можуть мати місце розміри з протилежними граничними значеннями у найбільш невідповідних для точності виготовлення або складання поєднаннях (наприклад, усі збільшувальні ланки будуть мати найбільші граничні значення, а зменшувальні – найменші, або навпаки).

При вирішенні перевіркової задачі методом максимум-мінімум використовують наступні залежності:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \overrightarrow{A_i} - \sum_{i=1}^n \overleftarrow{A_i} \quad (1)$$

де  $A_{\Delta}$  - номінальний розмір замикальної ланки;  $A_i$  - номінальні розміри складових ланок;  $m$ ,  $n$  - кількість відповідно збільшувальних та зменшувальних ланок.

Верхній та нижній граничний відхилення замикальної ланки визначаються за формулами

$$\Delta b A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m b A_i - \sum_{i=1}^n H A_i; \quad (2)$$

$$\Delta H A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m H A_i - \sum_{i=1}^n b A_i;$$

де  $\Delta b A_{\Delta}$ ,  $\Delta H A_{\Delta}$  - відповідно верхній і нижній граничні відхилення замикальної ланки;  $\Delta b A_i$ ,  $\Delta H A_i$  - відповідно верхні і нижні граничні відхилення складових ланок.

Для перевірки правильності розв'язання використовують наступну формулу:

$$T A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m+n} T A_i \quad (3)$$

де  $TA_{\Delta}$  - допуск замикальної ланки ;  $TA_i$  - допуски складових ланок.

### Ймовірнісний метод

Цей метод заснований на відомому положенні теорії вірогідностей, згідно якого поєднання розмірів з протилежними граничними значеннями зустрічається значно рідше, ніж розмірів з середніми значеннями.

При знаходженні граничних відхилів в розрахунок вводять середнє відхилення, тобто координату середини поля допуску  $\Delta_0 A_i$  (рис. 17)

$$\Delta_0 A_i = \frac{\Delta b A_i + \Delta n A_i}{2} \quad (4)$$

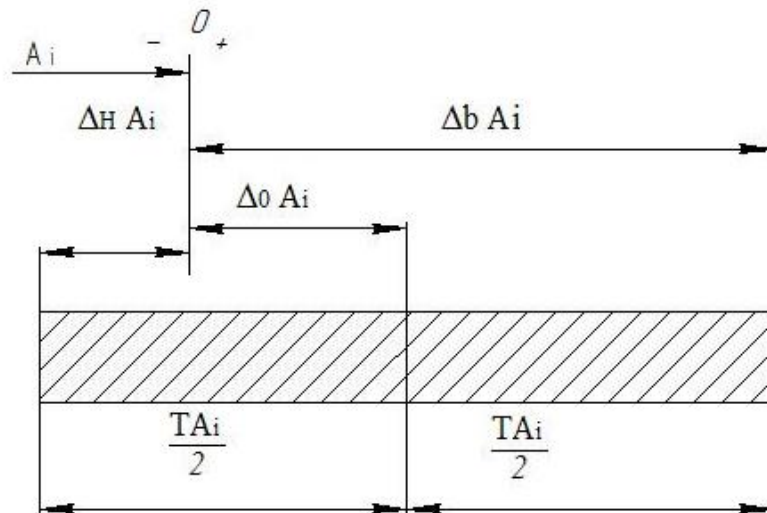


Рис. 17 - До визначення координати середини поля допуску

Координату середини поля допуску замикальної ланки знаходять за формулою:

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \Delta_0 \vec{A}_i - \sum_{i=1}^n \Delta_0 \vec{A}_i \quad (5)$$

Допуск замикальної ланки в загальному випадку:

$$TA_{\Delta} = t \sqrt{\sum_{i=1}^{\Sigma} \lambda_i^{m+n} TA_i^2}, \quad (6)$$

де  $TA_i$  - допуски складових ланок;  $\lambda$  - коефіцієнт відносного розсіювання, вибирається в залежності від закону розподілу випадкових розмірів;  $t$  - коефіцієнт ризику, вибирається в залежності від відсотка ризику, який являє собою ймовірність виходу розміру замикальної ланки за розраховані межі.

Якщо зміни розмірів при обробці деталей залежить від великої кількості факторів, але жоден з цих факторів не має переважного значення, прийнято вважати, що розсіювання випадкових розмірів відбувається за законом нормального розподілу.

Оскільки для закону нормального розподілу значення імовірнісних коефіцієнтів

$t=3$  та  $\lambda_i = 1/9$  вираз (6) спрощується.

$$TA_{\Delta} = \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} TA_i^2}, \quad (7)$$

Верхнє і нижнє граничні відхилення замикаючої ланки визначаються за формулами:

$$\begin{aligned} \Delta bA_{\Delta} &= \Delta_0 A_{\Delta} + \frac{TA_{\Delta}}{2}, \\ \Delta HA_{\Delta} &= \Delta_0 A_{\Delta} - \frac{TA_{\Delta}}{2}, \end{aligned} \quad (8)$$

Застосування ймовірнісного методу розрахунку розмірних ланцюгів в порівнянні з методом максимум-мінімуму дозволяє отримати більш вузький діапазон розсіювання розмірів замикальної ланки. Це означає, що при розрахунку ймовірнісним методом досягається більш висока точність замикальної ланки, ніж при використанні методу максимум-мінімуму.

### Приклад виконання завдання № 5

Для деталі, зображеної на рис. 19, а задані наступні розміри:  
 $A_1=180$ ;  $A_2=60$ ;  $A_3=35$ .

1. Згідно умови завдання приймаємо для цих розмірів граничні відхилення для  $A_1$  по  $h11$ , для  $A_2, A_3$  – по  $j_s 11$  (див. табл. 1 та 3):

$$A_1=180_{-0,25}; A_2=60 \pm 0.085; A_3=35 \pm 0,08.$$

2. Будуємо схему розмірного ланцюга і позначаємо на ньому збільшувальні та зменшувальні ланки (рис.18):

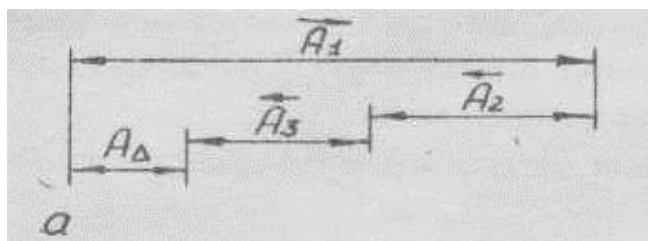


Рис. 18. Схема розмірного ланцюга

3. Визначаємо номінальний розмір замикаючої ланки:

$$A_{\Delta} = \bar{A}_1 - (\bar{A}_2 + \bar{A}_3) = 180 - (60 + 35) = 85.$$

4. За формулою 2 визначаємо верхнє і нижнє граничні відхилення замикальної ланки методом максимум-мінімуму.

$$\Delta bA_{\Delta} = 0 - (-0.085 - 0.080) = +0.165;$$

$$\Delta HA_{\Delta} = -0.250 - (+0.085 + 0.080) = -0.415.$$

5. Таким чином, замикальна ланка  $A_{\Delta} = 85_{-0.415}^{+0.165}$ , а її допуск  $TA_{\Delta}=0.58$  мм.

6. За формулою 3 перевіряємо розв'язання:

$$TA_{\Delta} = TA_1 + TA_2 + TA_3 = 0.25 + 0.17 + 0.16 = 0.58.$$

Перевірка показує, що завдання виконане вірно.

7. Тепер визначимо верхнє та нижнє граничне відхилення замикальної ланки ймовірнісним методом. Для цього за формулою 4 знайдемо координати середин полів допусків складових ланок:

$$\Delta_0 A_1 = -0.125; \Delta_0 A_2 = 0; \Delta_0 A_3 = 0.$$

8. за формулою 5 знаходять координату середини поля допуску замикальної ланки:

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \Delta_0 A_1 - (\Delta_0 A_2 + \Delta_0 A_3) = -0.125 - (0 + 0) = -0.125.$$

9. За формулою 7 знайдемо допуск замикальної ланки:

$$TA_{\Delta} = \sqrt{TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2} = \sqrt{0.25^2 + 0.17^2 + 0.16^2} = 0.34$$

10. Граничні відхили замикаючої ланки за формулою 8:

$$\Delta b A_{\Delta} = -0.125 + \frac{0.34}{2} = +0.045;$$

$$\Delta n A_{\Delta} = -0.125 - \frac{0.34}{2} = -0.295.$$

11. Таким чином замикальна ланка  $A_{\Delta} = 85^{+0.045}_{-0.295}$ .

Рішення однієї і тієї ж задачі розмірного ланцюга двома різними методами дає різні результати, допуск замикальної ланки, розрахований методом максимуму-мінімуму ( $TA_{\Delta} = 0.58$  мм), виявився значно більше допуску, розрахованого ймовірнісним методом ( $TA_{\Delta} = 0.34$  мм). Це означає, що в другому випадку точність замикальної ланки в результаті обробки деталі виявиться вищою.

Метод максимуму-мінімуму зазвичай використовується для розрахунків в одиничному і дрібносерійному виробництві, а ймовірнісний в - серійному та масовому.

		Остання цифра номеру залікової книжки студента				
		0	1	2	3	4
		0	1	2	3	4
0	Номінальний розмір	8	10	15	20	25
	Посадки	$\frac{G5}{h4}; \frac{Js5}{h4}; \frac{P6}{h5}$	$\frac{H5}{h4}; \frac{K5}{h4}; \frac{P7}{h6}$	$\frac{G6}{h5}; \frac{N5}{h4}; \frac{S7}{h6}$	$\frac{H6}{h5}; \frac{Js6}{h5}; \frac{T7}{h6}$	$\frac{F7}{h5}; \frac{M5}{h4}; \frac{R7}{h6}$
1	Номінальний розмір	30	35	40	45	50
	Посадки	$\frac{D8}{h6}; \frac{K6}{h5}; \frac{U8}{h7}$	$\frac{E8}{h6}; \frac{M6}{h5}; \frac{H6}{p5}$	$\frac{F7}{h6}; \frac{N6}{h5}; \frac{H6}{r5}$	$\frac{F7}{h6}; \frac{Js7}{h6}; \frac{H6}{s5}$	$\frac{F8}{h6}; \frac{K7}{h6}; \frac{H7}{p6}$
2	Номінальний розмір	55	60	65	70	75
	Посадки	$\frac{G7}{h6}; \frac{M7}{h6}; \frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{h6}; \frac{N7}{h6}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{D8}{h7}; \frac{P7}{h6}; \frac{H7}{s7}$	$\frac{E8}{h7}; \frac{H7}{t6}; \frac{Js8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}; \frac{K8}{h7}; \frac{H7}{u7}$
3	Номінальний розмір	80	85	90	95	100
	Посадки	$\frac{H8}{h7}; \frac{M8}{h7}; \frac{H8}{s7}$	$\frac{D8}{h8}; \frac{N8}{h7}; \frac{H8}{u8}$	$\frac{D9}{h8}; \frac{H7}{m6}; \frac{H8}{x8}$	$\frac{E8}{h8}; \frac{H7}{n6}; \frac{H8}{z8}$	$\frac{E9}{h8}; \frac{H7}{k6}; \frac{P6}{h5}$
4	Номінальний розмір	110	115	120	125	130
	Посадки	$\frac{F8}{h8}; \frac{H8}{js7}; \frac{P7}{h6}$	$\frac{F9}{h8}; \frac{H8}{k7}; \frac{R7}{h6}$	$\frac{H8}{h8}; \frac{H8}{m7}; \frac{S7}{h6}$	$\frac{H9}{h8}; \frac{H8}{n7}; \frac{T7}{h6}$	$\frac{D9}{h9}; \frac{H7}{m6}; \frac{U8}{h7}$
5	Номінальний розмір	135	140	145	150	155
	Посадки	$\frac{D10}{h9}; \frac{H7}{k7}; \frac{H7}{p6}$	$\frac{E9}{h9}; \frac{H8}{n7}; \frac{H7}{r6}$	$\frac{F9}{h9}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{H8}{h9}; \frac{Js6}{h5}; \frac{H7}{t6}$	$\frac{H9}{h9}; \frac{K6}{h5}; \frac{H7}{u7}$
6	Номінальний розмір	160	165	170	175	180
	Посадки	$\frac{H10}{h9}; \frac{M6}{h5}; \frac{H8}{s7}$	$\frac{D10}{h10}; \frac{N6}{h5}; \frac{H8}{u8}$	$\frac{H10}{h10}; \frac{Js7}{h6}; \frac{H8}{x8}$	$\frac{D8}{h6}; \frac{K7}{h6}; \frac{H8}{z8}$	$\frac{E8}{h6}; \frac{M7}{h6}; \frac{P7}{h6}$
7	Номінальний розмір	105	110	115	120	125
	Посадки	$\frac{F7}{h6}; \frac{N7}{h6}; \frac{P7}{h6}$	$\frac{F8}{h6}; \frac{Js8}{h7}; \frac{S7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}; \frac{k8}{h7}; \frac{T7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}; \frac{M8}{h7}; \frac{U8}{h7}$	$\frac{D8}{h7}; \frac{N8}{h7}; \frac{H7}{p6}$
8	Номінальний розмір	120	130	24	25	28
	Посадки	$\frac{E8}{h7}; \frac{H8}{h7}; \frac{H7}{r6}$	$\frac{F8}{h7}; \frac{H8}{h9}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{H8}{h7}; \frac{H8}{e8}; \frac{H7}{s7}$	$\frac{D8}{h8}; \frac{H9}{h8}; \frac{H7}{t6}$	$\frac{F9}{h8}; \frac{H7}{h6}; \frac{H7}{u7}$
9	Номінальний розмір	28	30	32	35	40
	Посадки	$\frac{E8}{h8}; \frac{H8}{k7}; \frac{H8}{s7}$	$\frac{D8}{h9}; \frac{H7}{k6}; \frac{H8}{u8}$	$\frac{M8}{h8}; \frac{D8}{h7}; \frac{H8}{x8}$	$\frac{H9}{h8}; \frac{N8}{h7}; \frac{H8}{z8}$	$\frac{E9}{h8}; \frac{N7}{h6}; \frac{H7}{t6}$

Передостання цифра залікової книжки студента

		Остання цифра номеру залікової книжки студента					
		5	6	7	8	9	
Передостання цифра залікової книжки студента	0	Номінальний розмір	16	12	63	48	34
		Посадки	$\frac{H7}{f6}; \frac{H6}{js5}; \frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{g5}; \frac{H6}{k6}; \frac{H7}{z5}$	$\frac{H6}{h5}; \frac{H6}{n5}; \frac{H6}{s6}$	$\frac{H7}{e7}; \frac{H7}{js6}; \frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{d8}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{r6}$
	1	Номінальний розмір	21	24	36	52	56
		Посадки	$\frac{H7}{e7}; \frac{H7}{m6}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{e8}; \frac{H7}{n6}; \frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{f7}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{g6}; \frac{H7}{m5}; \frac{H7}{u7}$	$\frac{H7}{h6}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{s7}$
	2	Номінальний розмір	42	45	58	60	65
		Посадки	$\frac{H8}{c8}; \frac{H8}{js7}; \frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{d8}; \frac{H8}{k7}; \frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{e8}; \frac{H8}{m7}; \frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{f7}; \frac{H8}{n7}; \frac{H8}{z8}$	$\frac{H8}{f8}; \frac{H8}{js7}; \frac{H8}{s7}$
	3	Номінальний розмір	70	72	75	80	85
		Посадки	$\frac{H8}{h7}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{s7}$	$\frac{H8}{h8}; \frac{H7}{n6}; \frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{d9}; \frac{H7}{js6}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{H8}{e9}; \frac{H7}{k6}; \frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{f9}; \frac{H7}{m6}; \frac{H8}{u8}$
	4	Номінальний розмір	35	32	40	35	50
		Посадки	$\frac{H8}{h9}; \frac{H7}{n6}; \frac{H7}{t6}$	$\frac{H9}{d9}; \frac{H6}{js5}; \frac{H6}{p6}$	$\frac{H9}{e8}; \frac{H6}{k5}; \frac{H6}{r6}$	$\frac{H9}{e9}; \frac{H6}{m5}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{H9}{f8}; \frac{H6}{n6}; \frac{H7}{p6}$
	5	Номінальний розмір	90	95	100	110	120
		Посадки	$\frac{H9}{f9}; \frac{H7}{js6}; \frac{H7}{r6}$	$\frac{H9}{h8}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{H9}{h9}; \frac{H7}{n6}; \frac{H7}{s6}$	$\frac{H10}{d10}; \frac{H7}{n6}; \frac{H7}{t6}$	$\frac{H10}{h9}; \frac{H8}{js7}; \frac{H7}{u8}$
	6	Номінальний розмір	125	130	135	140	150
		Посадки	$\frac{H10}{h10}; \frac{H8}{k7}; \frac{H8}{s7}$	$\frac{H11}{d11}; \frac{H8}{m7}; \frac{H8}{u7}$	$\frac{H11}{b11}; \frac{H8}{n7}; \frac{H8}{x8}$	$\frac{H11}{c11}; \frac{H6}{js5}; \frac{H8}{z8}$	$\frac{H11}{d11}; \frac{H6}{k5}; \frac{H6}{p6}$
	7	Номінальний розмір	160	165	170	180	20
		Посадки	$\frac{H11}{a11}; \frac{H6}{m5}; \frac{H6}{r6}$	$\frac{H12}{b12}; \frac{H6}{n5}; \frac{H6}{s6}$	$\frac{H7}{c8}; \frac{H7}{js6}; \frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{d8}; \frac{H7}{k6}; \frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{e7}; \frac{H7}{m6}; \frac{H7}{s6}$
	8	Номінальний розмір	24	25	30	35	50
		Посадки	$\frac{H7}{e8}; \frac{H7}{n6}; \frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{f7}; \frac{H8}{js7}; \frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{g6}; \frac{H8}{k7}; \frac{H7}{u7}$	$\frac{H7}{h6}; \frac{H8}{m7}; \frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{c8}; \frac{H8}{n7}; \frac{H8}{u8}$
9	Номінальний розмір	85	55	45	12	48	
	Посадки	$\frac{H8}{d8}; \frac{H6}{js5}; \frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{e8}; \frac{H8}{k7}; \frac{H8}{z8}$	$\frac{H8}{f7}; \frac{H7}{m6}; \frac{H7}{p6}$	$\frac{H8}{f8}; \frac{H7}{n6}; \frac{H7}{r6}$	$\frac{H8}{h7}; \frac{H8}{m7}; \frac{H7}{s6}$	





Остання цифра номера залікової книжки студента

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	$\varnothing 8 \frac{P6}{h6}$	$\varnothing 10 \frac{P7}{h6}$	$\varnothing 15 \frac{S7}{h6}$	$\varnothing 20 \frac{T7}{h6}$	$\varnothing 25 \frac{R7}{h6}$	$\varnothing 16 \frac{H7}{f6}$	$\varnothing 12 \frac{H6}{k6}$	$\varnothing 63 \frac{H6}{s6}$	$\varnothing 48 \frac{H7}{e7}$	$\varnothing 34 \frac{H7}{k6}$
1	$\varnothing 30 \frac{U8}{h7}$	$\varnothing 35 \frac{E8}{h6}$	$\varnothing 40 \frac{F7}{h6}$	$\varnothing 45 \frac{J6}{h6}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{p6}$	$\varnothing 21 \frac{H7}{e7}$	$\varnothing 24 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 36 \frac{H7}{f7}$	$\varnothing 52 \frac{H7}{g6}$	$\varnothing 56 \frac{H7}{h6}$
2	$\varnothing 55 \frac{H7}{z6}$	$\varnothing 60 \frac{N7}{h6}$	$\varnothing 65 \frac{H7}{s7}$	$\varnothing 70 \frac{J8}{h7}$	$\varnothing 75 \frac{H7}{u7}$	$\varnothing 42 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 45 \frac{H8}{k7}$	$\varnothing 58 \frac{H8}{m7}$	$\varnothing 60 \frac{H8}{n7}$	$\varnothing 65 \frac{H8}{f8}$
3	$\varnothing 80 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 85 \frac{D8}{h8}$	$\varnothing 90 \frac{H7}{m6}$	$\varnothing 95 \frac{H8}{z8}$	$\varnothing 100 \frac{E9}{h8}$	$\varnothing 70 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 72 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 75 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 80 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 85 \frac{H7}{m6}$
4	$\varnothing 110 \frac{H8}{js7}$	$\varnothing 115 \frac{H8}{k7}$	$\varnothing 120 \frac{H8}{ms}$	$\varnothing 125 \frac{H8}{n7}$	$\varnothing 130 \frac{H7}{ms}$	$\varnothing 35 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 32 \frac{H6}{p6}$	$\varnothing 40 \frac{H6}{z6}$	$\varnothing 35 \frac{H7}{s6}$	$\varnothing 50 \frac{H7}{p6}$
5	$\varnothing 135 \frac{H7}{p6}$	$\varnothing 140 \frac{H8}{n7}$	$\varnothing 145 \frac{H7}{s6}$	$\varnothing 150 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 155 \frac{H7}{ms}$	$\varnothing 90 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 95 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 100 \frac{H7}{ms}$	$\varnothing 110 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 120 \frac{H8}{js?}$
6	$\varnothing 160 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 165 \frac{H8}{u8}$	$\varnothing 170 \frac{H7}{js7}$	$\varnothing 175 \frac{K7}{h6}$	$\varnothing 180 \frac{M7}{H6}$	$\varnothing 125 \frac{H8}{ms}$	$\varnothing 130 \frac{H8}{u7}$	$\varnothing 135 \frac{H8}{ms}$	$\varnothing 140 \frac{H8}{z8}$	$\varnothing 150 \frac{H7}{p6}$
7	$\varnothing 105 \frac{F7}{h6}$	$\varnothing 110 \frac{S7}{h6}$	$\varnothing 115 \frac{K8}{ms}$	$\varnothing 120 \frac{M8}{h7}$	$\varnothing 125 \frac{H7}{p6}$	$\varnothing 160 \frac{H6}{z6}$	$\varnothing 165 \frac{H6}{s6}$	$\varnothing 170 \frac{H7}{js6}$	$\varnothing 180 \frac{H7}{z6}$	$\varnothing 20 \frac{H7}{m6}$
8	$\varnothing 120 \frac{E8}{h7}$	$\varnothing 130 \frac{H7}{s6}$	$\varnothing 24 \frac{H8}{e8}$	$\varnothing 25 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 28 \frac{H7}{u7}$	$\varnothing 24 \frac{H7}{e8}$	$\varnothing 25 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 30 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 35 \frac{H8}{s7}$	$\varnothing 50 \frac{H8}{n7}$
9	$\varnothing 28 \frac{H8}{k7}$	$\varnothing 30 \frac{H7}{k6}$	$\varnothing 32 \frac{D8}{h7}$	$\varnothing 35 \frac{N8}{h7}$	$\varnothing 40 \frac{H7}{t6}$	$\varnothing 85 \frac{H8}{d8}$	$\varnothing 55 \frac{H8}{z8}$	$\varnothing 12 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 12 \frac{H7}{n6}$	$\varnothing 48 \frac{H8}{m7}$
Передостання цифра номеру залікової книжки студента										

Остання цифра номера залікової книжки студента										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	M22 – 7H/6g	M24 – 6H/6e	M27 – 7H/6d	M30 – 7G/8q	M33 – 8H/8g	M36×2 – 8G/6g	M39×1.5 – 8H/7g6g	M48×3 – 4H5H/6g	M12 – 6H/6g	M14 – 7H/6f
1	M42×2 – 8H/8g	M45×1.5 – 6H/6d	M48×2 – 6G/6h	M52×3 – 7H/6d	M56×3 – 7G/6h	M60×3 – 6H/6g	M64×2 – 7H/6g	M16×1.5 – 6H/6f	M18 – H/6e	M20 – 8G/6h
2	M27×2 – 4H5H/6e	M72×2 – 6H/6f	M80×1.5 – 6H/6g	M68×2 – 6G/6g	M22×2 – 7H/6d	M85×3 – 7G/6h	M30×2 – 8H/8g	M27×1.5 – 8g/6e	M22×1.5 – 4H5H/6g	M52×1.5 – 6H/6e
3	M18×2 – 6G/6h	M68×3 – 7H/7g6g	M20×2 – 7G/6g	M42×1.5 – 8H/6g	M16 – 8G/6h	M33×2 – 4H5H/6e	M14×1.5 – 6H/6g	M10×1.25 – 6G/6f	M8 – 7H/6d	M18×1 – 7G/6h
4	M30×1 – 8H/8g	M24×2 – 8G/6h	M20×1.5 – 4H5H/6g	M16×1.5 – 6H/6d	M33×1 – 6G/6f	M16×1 – 7H/8g	M36×1.5 – 7G/6g	M24×1.5 – 8H/6e	M33×1.5 – 8G/8g	M60×2 – 4H5H/6e
5	M12×1 – 6H/6f	M24×1 – 6G/6g	M48×1.5 – 7H/6d	M12×1.5 – 7G/6e	M52×1.5 – 8H/8q	M22×1 – 8G/6h	M14×1 – 4H5H/6f	M42×1 – 6H/6g	M30×1.5 – 6G/6f	M42×3 – 7H/7g6g
6	M36×3 – 7G/6d	M60×1 – 8H/8g	M18×1.5 – 8G/7g6g	M14×1.25 – 4H5H/6g	M20×1 – 6G/6h	M12×1.25 – 6H/6d	M36×1 – 7H/7g6h	M39×3 – 7G/6f	M68×1.5 – 8H/8g	M72×3 – 8G/8g
7	M45×3 – 4H5H/6g	M39×2 – 6G/6h	M48×1 – 6H/6e	M52×2 – 7H/6d	M60×1.5 – 8H/8g	M39×1 – 7G/6h	M56×2 – 8G/6f	M45×2 – 4H5H/6e	M72×1.5 – 6G/6h	M80×3 – 6H/6e
8	M56×1.5 – 7H/6f	M64×3 – 7G/6h	M72×1 – 8H/6d	M45×1 – 8G/6e	M80×2 – 4H5H/6e	M52×1 – 6H/6g	M64×1.5 – 6G/6f	M80×1.5 – 7H/6d	M56×1 – 8H/8g	M85×2 – 7G/6h
9	M90×3 – 6G/6h	M68×1 – 6H/6e	M80×1 – 4H5H/6f	M90×2 – 7H/6g	M64×1 – 7G/6h	M85×1.5 – 8G/7g6g	M90×1.5 – 8H/6g	M27×1 – 6G/6h	M16 – 7G/6e	M24 – 8H/6d
Передостання цифра номера залікової книжки студента										

			Остання цифра номера залікової книжки студента									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Передостання цифра номера залікової книжки студента	0	$A_1$	40	52	55	60	80	75	65	70	90	100
		$A_2$	12	10	15	24	40	20	15	28	36	30
		$A_3$	18	22	25	16	20	35	25	12	24	50
	1	$A_1$	54	65	85	102	70	95	68	120	132	140
		$A_2$	14	10	15	22	20	25	24	40	32	80
		$A_3$	16	25	30	50	30	40	12	52	60	40
	2	$A_1$	55	68	95	82	60	114	75	90	72	65
		$A_2$	15	18	15	32	15	24	35	28	12	15
		$A_3$	20	20	30	18	25	60	15	42	40	32
	3	$A_1$	98	104	108	112	120	125	130	140	180	150
		$A_2$	28	34	28	32	28	45	40	25	60	48
		$A_3$	48	20	50	60	50	30	52	65	52	62
	4	$A_1$	135	150	170	200	145	180	160	124	162	112
		$A_2$	45	20	80	50	15	62	70	64	24	32
		$A_3$	60	100	40	120	90	48	30	40	78	55
	5	$A_1$	95	145	82	64	82	135	102	75	170	80
		$A_2$	15	28	14	16	12	55	14	50	36	12
		$A_3$	60	72	48	36	56	60	78	15	54	48
	6	$A_1$	150	124	132	60	112	90	145	68	100	180
		$A_2$	32	24	48	12	52	14	38	14	18	58
		$A_3$	68	60	24	40	20	42	72	36	52	12
	7	$A_1$	98	68	160	102	150	72	64	162	145	80
		$A_2$	24	12	28	36	65	12	12	48	35	10
		$A_3$	38	42	72	24	45	28	32	84	70	52
	8	$A_1$	105	135	80	118	60	92	170	102	95	112
		$A_2$	15	40	8	36	5	16	56	16	15	22
		$A_3$	55	25	42	62	40	56	24	64	55	65
	9	$A_1$	145	90	180	72	132	80	114	160	90	100
		$A_2$	25	16	38	14	18	16	24	24	24	16
		$A_3$	80	54	112	48	84	40	65	100	36	54

Примітка: Граничні відхили для розміру  $A_1$  приймати по  $h11$ , для розмірів  $A_2$  та  $A_3$  по  $js11$  (див.табл. 1...3).

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.-Изд.5-е,-М.: Машиностроение, 1979.-344 с.
2. Зябрева Н.Н., Перельман Е.И., Шегал М.Я. Пособие к решению задач по курсу "Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения". -М.: Высшая школа, 1977.-208 с.
3. Допуски и посадки: Справочник /Под ред. В.Д.Мягкова.-Л.: Машиностроение, 1982. - Ч. I, 543 с.
4. Допуски и посадки: Справочник /Под ред. В.Д.Мягкова.-Л.: Машиностроение, 1982. - Ч. 2, 447 с.
5. ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75). ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
6. ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75). ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
7. СТ СЭВ 157-75. Калибры гладкие для' размеров до 500 мм. Допуски.
8. ГОСТ 14807-69 - ГОСТ 14827-69. Калибры-пробки гладкие диаметром от 1 до 360 мм. Конструкция и размеры.
9. ГОСТ 18358-73 - ГОСТ 18369-73. Калибры-скобы гладкие для диаметров от 1 до 360 мм. Конструкция и размеры.
10. ГОСТ 2.316-68. ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.
11. ГОСТ 23360-78 (СТ СЭВ 189-79). ОНВ. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски.
12. ГОСТ 1643-81. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски.
13. ГОСТ 6636-69 (СТ СЭВ 514-77). Нормальные линейные размеры.
14. ГОСТ 24642-81 (СТ СЭВ 301-76). ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.
15. ГОСТ 24643-81 (СТ СЭВ 636-77). ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.
16. ГОСТ 2.308-79 (СТ СЭВ 368-76). ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
17. ГОСТ 2.309-73. ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей.
18. ГОСТ 2.403-75. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес.
19. ГОСТ 620-71. Подшипники шариковые и роликовые. Технические требования.
- 20- ГОСТ 18855-82 (СТ СЭВ 2793-80). Подшипники качения. Расчет динамической грузоподъемности, эквивалентной динамической нагрузки и долговечности.
21. ГОСТ 3325-85 (СТ СЭВ 773-77). Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки.
22. ГОСТ 1139-80 (СТ СЭВ 187-76, СТ СЭВ 188-75). ОНВ. Соединения шлицевые прямобоочные. Размеры и допуски.
23. ГОСТ 16319-80. Цепи размерные. Основные положения. Термины,

обозначения и определения.

24. ГОСТ 16320-80. Цепи размерные. Расчет плоских цепей.

25. ГОСТ 24643-81 (СТ СЭВ 636-77). ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

26. ГОСТ 16093-81 (СТ СЭВ 640-77). ОНВ. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором.

27. ДСТУ 2500-94. Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми.

28. ДСТУ ISO 286-1-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок (ISO 286-1:1988, IDT).

29. ДСТУ ISO 286-2-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилень отворів і валів (ISO 286-2:1988).

30. ДСТУ ISO 2768-1-2001. Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків (ISO 2768-1:1989, IDT).

31. ДСТУ ISO 2768-2-2001. Основні допуски. Частина 2. Допуски геометричні для елементів без спеціального позначення допусків (ISO 2768-2:1989, IDT).

32. ДСТУ 2498-94. Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення.

33. ДСТУ 2499-94. Основні норми взаємозамінності. Конуси та конічні з'єднання. Терміни та визначення.

34. ДСТУ ISO 53-2001. Передачі зубчасті циліндричні для загального і важкого машинобудування. Стандартний вихідний контур (ISO 53:1998, IDT).

35. ДСТУ ISO 54-2001. Передачі зубчасті циліндричні для загального і важкого машинобудування. Модулі (ISO 54:1996, IDT).

36. ДСТУ ISO 1122-1:2006. Передачі зубчасті. Словник термінів. Частина 1. Визначення, що стосуються геометрії (ISO 1122-1:1998, IDT).

37. ДСТУ ISO 1328-1:2006. Колеса зубчасті циліндричні. Системи точності ISO. Частина 1. Терміни та визначення понять і встановлені допуски відхилень бокових поверхонь зубців зубчастого колеса (ISO 1328-1:1995, IDT).

38. ДСТУ ISO 1328-2:2006. Колеса зубчасті циліндричні. Системи точності ISO. Частина 2. Терміни та визначення понять і встановлені допуски відхилень радіальних складових і биття (ISO 1328-2:1997, IDT).

39. ДСТУ 3175-95. (ГОСТ 30224-96) Передачі зубчасті Новікова циліндричні з твердістю поверхні зубців не менше ніж 35 HRC<sub>э</sub>. Вихідний контур.

40. ДСТУ 3423-96. Передачі зубчасті. Похибки та допуски. Терміни та визначення.

41. ДСТУ 2497-94. Основні норми взаємозамінності. Різьба і різьбові з'єднання. Терміни та визначення.

42. ДСТУ ISO 68-1:2005. Нарізі ISO загального призначення. Основний профіль. Частина 1. Нарізі метричні (ISO 68-1:1998, IDT).

43. ДСТУ ISO 261:2005. Нарізі метричні ISO загальної призначеності.

Загальні положення (ISO 261:1998, IDT).

44. ДСТУ ISO 262:2005. Нарізи метричні ISO загальної призначеності. Вибірання розмірів для гвинтів, болтів та гайок (ISO 262:1998, IDT).

45. ДСТУ ISO 888:2005. Болти, гвинти і шпильки. Номінальні довжини та довжини нарізей болтів загального призначення (ISO 888:1976, IDT).

46. ДСТУ ISO 1502:2006. Нарізи ISO метричні загальної призначеності. Калібри та калібрування (ISO 1502:1996, IDT).

47. ДСТУ 2234-93. Калібри. Терміни та визначення.

48. ДСТУ ISO 965-1:2005. Нарізи метричні ISO загального призначення. Допуски. Частина 1. Основні характеристики (ISO 965-1:1998, IDT).

49. ДСТУ ISO 965-2:2005. Нарізи метричні ISO загального призначення. Допуски. Частина 2. Граничні розміри зовнішніх і внутрішніх нарізей. Середній клас точності (ISO 965-2:1998, IDT).

50. ДСТУ ISO 965-3:2005. Нарізи метричні ISO загальної призначеності. Допуски. Частина 3. Відхили (ISO 965-3:1998, IDT).