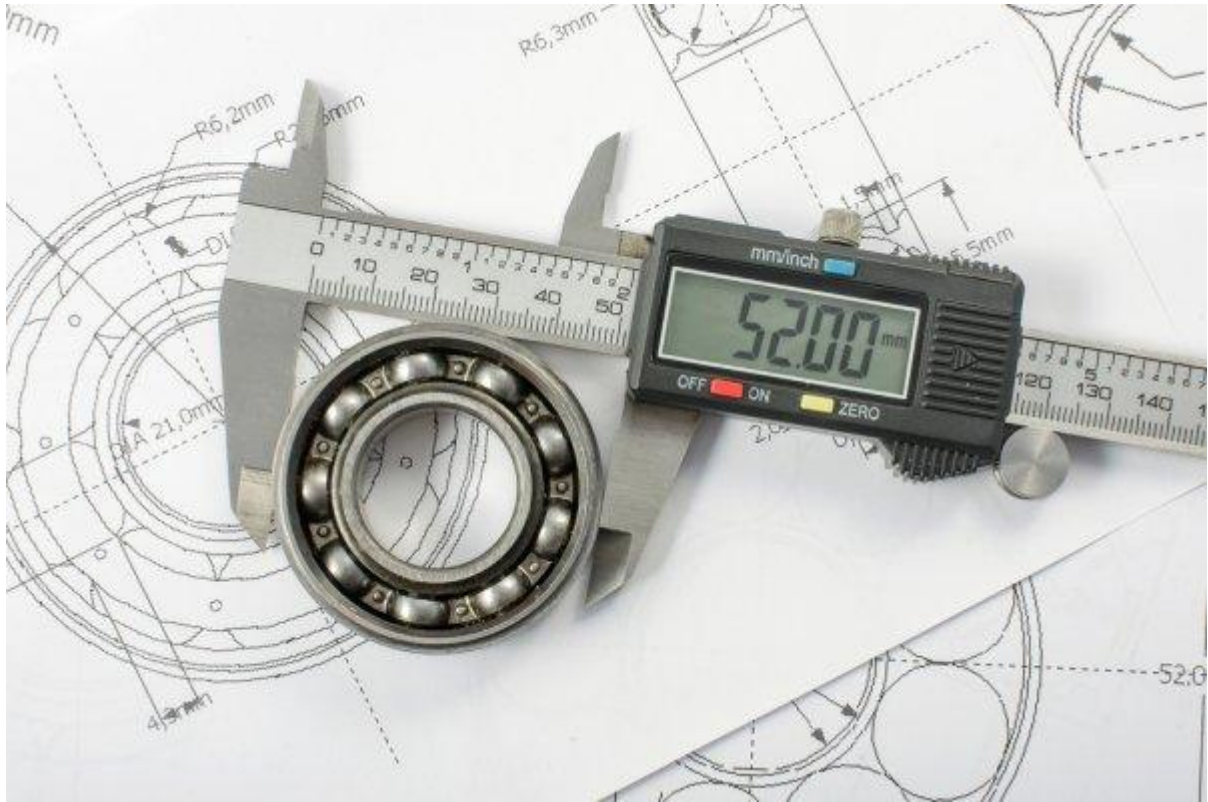


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВСП «КОВЕЛЬСЬКИЙ ПРОМИСЛОВО-ЕКОНОМІЧНИЙ ФАХОВИЙ
КОЛЕДЖ ЛНТУ»**



**«Взаємозамінність, стандартизація та
технічні вимірювання»**

Методичні вказівки до **практичних та лабораторних**
занять для студентів спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»,
274 «Автомобільний транспорт»
денної та заочної форми навчання.

ЗМІСТ

		Сторінка
1.	Практична робота №1 Показчики стандартів і порядок роботи з ними.	3
2.	Практична робота №2 Робота з державними показниками стандартів.	6
3.	Практична робота №3 Розрахунок зазорів та натягів посадок гладких циліндричних з'єднань.	8
4.	Практична робота №4 Розшифрування умовних позначень шорсткості на кресленнях.	14
5.	Практична робота №5 Розрахунок посадок вальниць котіння в з'єднаннях.	18
6.	Практична робота №6 Розрахунок розмірних ланцюгів за методом «максимум-мінімум».	25
7.	Практична робота №7 Розрахунок різьбових з'єднань.	30
8.	Практична робота №8 Розрахунок посадок шпонкових з'єднань.	36
9.	Практична робота №9 Розрахунок посадок шліцьових з'єднань.	42
10.	Практична робота №10 Розрахунок виконавчих та граничних розмірів гладких граничних калібрів.	50
11.	Лабораторна робота №1 Вивчення різних конструкцій калібрів та перевірка розмірів скоби кінцевими мірами довжини.	60
12.	Лабораторна робота №2 Вимірювання і контроль розмірів деталей штангенінструментами.	71
13.	Лабораторна робота №3 Вимірювання розмірів деталей мікрометричними інструментами та приладами.	86
	Лабораторна робота № 4 Вимірювання гільз циліндрів двигунів індикаторним нутромірор. Перевірка радіального і торцевого биття деталей за допомогою індикаторної головки.	97
15.	Лабораторна робота № 5 Налагодження приладів для відносних вимірювань за допомогою кінцевих мір довжини плоскопаралельних.	102
16.	Лабораторна робота № 6ч1 Вимірювання кутів і конусів за допомогою кутоміра та синусної лінійки	105
17	Лабораторна робота № 6ч2 Вимірювання і контроль різьб.	110

Практична робота №1

Тема: Показчики стандартів і порядок роботи з ними.

Мета: Ознайомитись із показчиками державних стандартів. Вивчити побудову, зміст показників стандартів та набути навиків роботи з ними.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
2. Показчики державних стандартів;
3. Креслення деталей, вузлів, агрегатів та механізмів машин тощо.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

Завдання 1. Ознайомитися з побудовою і змістом класифікатора стандартів. У звіті по роботі вказати: порядок класифікації стандартів за класифікатором; кодування стандартів за групами.

Завдання 2. Вивчити побудову та зміст державних показників стандартів. Показники випускаються в 4 (5) томах. Щоб ознайомитися з їх побудовою, необхідно уважно прочитати «**Передмову**» і звернення до читача (див. т.1). Ознайомившись з побудовою і змістом показника стандартів, в звіті відзначити наступне: структуру державних показників, зміст і призначення окремих частин показника, особливості побудови основних частин.

Записати з конспекту структуру показників.....

Завдання 3. Для закріплення навичок роботи з показником стандартів необхідно вирішити наступні завдання:

1. За класифікатором державних стандартів розшифрувати Н12, Н19, М24, М78, У14, У29, Е26 і записати в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1. Види стандартів в залежності від змісту

Шифр	Розділ	Клас	Група
			Н12
			Н19
			М24
			М78
			У14
			У29
			Е26

2. Перевірте дію стандартів: ГОСТ 2.116-84; ГОСТ 4.120-87; СТБ 5.1.03-96, СТБ ИСО 9001-96, ISO 11453:1996, ГОСТ 5950-73, ГОСТ 26791-89, ГОСТ 22732-77, ГОСТ 7702.0-74, ГОСТ 9980.5-86.

ГОСТ 2.116-84 (назва стандарту)-

3 Встановіть, чи існують стандарти на вироби (за завданням викладача), і вкажіть їх номери (5 найменувань виробів):

а) Волокна й нитки текстильні. Терміни, визначення; Лакофарбові матеріали. Терміни, визначення та позначення; Сталь вуглецева звичайної якості. Марки. Єдина система класифікації та кодування техніко-економічної інформації. Основні положення; Борошно пшеничне хлібопекарське. Технічні умови; Консерви риби натуральні.

б) Вироби кріпильні. Упаковка, маркування, транспортування і зберігання; Тканини текстильні. Методи визначення міцності; Маркування вантажів; Управління якістю продукції. Основні поняття і визначення; Статистичні методи управління якістю продукції. Терміни та визначення; Борошно, крупа, пластівці вівсяні і толокно. Упаковка, маркування, транспортування і зберігання.

в) Нитки текстильні. Позначення структури; Посуд та декоративні вироби зі скла. Терміни та визначення видів скла, способів вироблення і декорування; Методи визначення зовнішнього вигляду, герметичності тари та стану внутрішньої поверхні металевої тари; Експертні методи оцінки якості промислової продукції. Основні положення; Тканини лляні і напівлляні для спецодягу. Метод визначення стійкості до стирання по площині; Консерви риби в томатному соусі.

г) Тканини та штучні вироби. Упаковка та маркування; Шпалери. Технічні умови; Методи оцінки рівня якості промислової продукції. Основні положення; Крупа гречана; Державний первинний еталон і державна перевірна схема для засобів вимірювань маси; Шкіра. Метод визначення стійкості до згинання.

д) Посуд порцеляновий. Метод визначення просвічуваності; Статистичний контроль якості. Методи випадкового відбору вибірок штучної продукції; Крупа ячмінна; Шкіра. Метод випробування на розтяг; Еталони одиниць фізичних величин. Основні положення; Система показників якості продукції; Тканини чистолляні, лляні та напівлляні технічні. Номенклатура показників.

е) Дефекти тканин. Терміни та визначення; Прутки і смуги з інструментальної легированої сталі. Технічні умови; Посуд та декоративні вироби з кришталевого скла. Технічні умови; Пляшки скляні для харчових продуктів. Технічні умови; Пластмаси. Методи визначення гігієнічних показників.

ж) Прокат сортовий з інструментальної сталі. Загальні технічні умови; Нафта і нафтопродукти. Упаковка, маркування, транспортування і зберігання; Поліетиленові мішки; Цегла та камені керамічні. Технічні умови; Волокна й нитки текстильні. Терміни та визначення; Крупа пшона шліфоване.

з) Посуд та декоративні вироби з натрій-кальцій-силікатного скла. Технічні умови; Папір для шпалер; Лакофарбові матеріали. Правила приймання. Відбір проб для випробувань. Упаковка. Маркування.

Транспортування і зберігання; Нитки текстильні. Позначення структури; Крупа рисова; Консерви риби натуральні з додаванням олії.

Завдання 4. Визначити найменування та термін дії зазначених викладачем НД за покажчиком державних стандартів. Результати оформити в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Види стандартів

Шифр НТД	Група за класифікатором	Категорія стандарту	Найменування НТД	Термін дії
ГОСТ 1050-88	B11	Міждержавний	Сталь....	

Завдання 5. За покажчиком державних стандартів визначити найменування та умовне позначення заданих викладачем стандартів, а також вказати, діє, скасовано або введений замість якого стандарту. Заповнити таблицю 1.3 (приклад заповнення).

Таблиця 1.3. Види стандартів

Стандарт	Код	Найменування стандарту	Висновки
1 ГОСТ 9825-73	Л00	Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения	Діє
2 И т. д.			

Питання для самоконтролю

1. Що являє собою покажчик державних стандартів і в чому полягає його значення?
2. Яка структура покажчика державних стандартів?
3. Який порядок класифікації стандартів за класифікатором?
4. Поясніть зміст і призначення окремих частин покажчика.
5. У чому особливість побудови основних частин стандарту?
6. У чому полягає сутність кодування стандартів за групами?

Рекомендована література

1. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учеб. для вузов / Г.Д. Крылова. – М.: ЮНИТА, 1999. – 711с.
2. Стандартизация и управление качеством продукции: учеб. для вузов. – М.: ЮНИТА, 1999. – 496с.
3. Швандар В.А. Стандартизация и управление качеством / В.А. Швандар – М.: ЮНИТИ, 2000. – 487с.

Практична робота №2

Тема: Робота з державними показниками стандартів.

Мета: Ознайомитись із державними показниками стандартів. Навчитись визначати номер стандарту за атрибутивною ознакою та категорії і тип стандарту за його номером.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
2. Показники державних стандартів;
3. Креслення деталей, вузлів, агрегатів та механізмів машин тощо.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

За виданими кресленнями деталей, вузлів, агрегатів та механізмів машин виберіть позначення стандарту: категорію стандарту (ДСТУ, ГОСТ...) внесіть в колонку №3, індекс, реєстраційний номер та рік затвердження внесіть в колонку №4 таблиці 1. З показника стандартів (том №4), за реєстраційним номером та індексом стандарту знайдіть групу стандарту та її порядковий номер. Внесіть позначення в колонку №2 таблиці 1. В показнику стандартів (том №1, 2 або 3) знайдіть назву стандарту, загальнотехнічні терміни, позначення та величини, що відносяться до виписаного стандарту. Занесіть інформацію в колонку №5 та №6 таблиці 1 відповідно.

Приклад виконання

Таблиця 1.1. Визначення номеру стандарту за атрибутивною ознакою

№ ³ / _п	Група стандарту та її номер	Категорія стандарту	Індекс, реєстраційний номер та рік затвердження	Назва стандарту	Загальнотехнічні терміни, позначення та величини
1	2	3	4	5	6
1	Г17	Міждержавний стандарт	ГОСТ 14059-68	Насоси поршневі	Ряди основних параметрів
2					
3					
4					
5					
6					
7					

8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

Питання для самоконтролю

1. Які категорії нормативних документів використовують в Україні?
2. Які атрибути включають до позначення стандартів?
3. Які основні умови розробки стандартів?
4. На прикладі пояснить позначення стандарту?
5. Які стандарти відносять до стандартів інших видів?
6. Що перевіряють при здійсненні державного нагляду за стандартами?
7. Які форми державного нагляду ви знаєте?

Рекомендована література

1. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Ученик для вузов. – М.: Машиностроение, 1987. – 352с.
2. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учеб. для вузов / Г.Д. Крылова. – М.: ЮНИТА, 1999. – 711с.
3. Стандартизация и управление качеством продукции: учеб. для вузов. – М.: ЮНИТА, 1999. – 496с.
4. Швандар В.А. Стандартизация и управление качеством / В.А. Швандар – М.: ЮНИТИ, 2000. – 487с.

Практична робота №3

Тема: Розрахунок зазорів та натягів посадок гладких циліндричних з'єднань.

Мета: Навчитись виконувати розрахунок посадок гладких циліндричних з'єднань та виконувати побудову схем полів допусків посадок гладких циліндричних з'єднань.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
2. Додаткові матеріали навчального призначення: плакати, зразки деталей тощо;
3. Креслення деталей, вузлів, агрегатів та механізмів машин тощо.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

1. Для заданих трьох посадок (табл. 3.1) визначте систему (система отвору або система вала) та характер з'єднання (посадка з зазором, з натягом чи перехідна).
2. Відповідно до ДСТУ ISO 286-2:2002, визначте числові значення граничних відхилень отвору та валу і розрахуйте їх розмірні параметри в з'єднанні, а саме: значення граничних розмірів, зазорів та натягів посадок та їх допусків.
3. Запишіть отримані результати в таблицю, складену за формою таблиці 3.3.
4. Зобразіть графічно (у довільному масштабі 1000:1, або 500:1) схеми розташування полів допусків валу та отвору для кожної посадки і зазначте на них граничні розміри, відхилення, зазори, натяги та допуски.
5. Для будь якої з трьох заданих посадок виконайте креслення валу, втулки та їх з'єднання. Вкажіть номінальні розміри, граничні відхилення та допуски. Креслення виконати згідно з вимогами ЄСКД (див. рис. 3.4).

Таблиця 3.1. Варіанти та завдання до виконання роботи

Завдання (остання цифра шифру)	Номінальний розмір з'єднання і посадки, мм	Варіант (передостання цифра шифру)	Умовне позначення посадки		
			перша	друга	третя
1	20	1	H8/e8	M7/h6	H8/u8
2	50	2	N7/h6	H8/e8	H7/s6
3	80	3	P7/h6	K7/h7	H9/d9
4	110	4	S7/h6	H11/h11	Js7/h6
5	140	5	H7/g6	M8/h7	H8/x8
6	170	6	H7/n6	H11/d11	R7/h6
7	210	7	U8/n7	H7/k6	H7/h6
8	240	8	H7/r6	E9/h8	Js8/h7
9	270	9	F8/h6	H7/js6	H7/p6
0	300	0	K8/h7	H7/f7	H8/z8

Приклад виконання

Згідно вихідних даних (див. табл. 3.1) маємо наступні посадки: $\varnothing 54 H9/d9$; $\varnothing 54 N8/h7$; $\varnothing 54 H7/p6$.

1. За ГОСТ 25347-82, для кожного з'єднання виписуємо числові значення граничних відхилень отвору і валу.

$$1.1. \varnothing 54 H9, ES = +74 \text{ мкм}; EI = 0 \text{ мкм};$$

$$\varnothing 54 d9, es = -100 \text{ мкм}; ei = -174 \text{ мкм}.$$

$$1.2. \varnothing 54 N8, ES = -4 \text{ мкм}; EI = -50 \text{ мкм};$$

$$\varnothing 54 h7, es = 0 \text{ мкм}; ei = -30 \text{ мкм}.$$

$$1.3. \varnothing 54 H7, ES = +30 \text{ мкм}; EI = 0 \text{ мкм};$$

$$\varnothing 54 p6, es = +51 \text{ мкм}; ei = +32 \text{ мкм}.$$

2. Визначаємо, до якої системи відноситься з'єднання і його характер.

$$2.1. \varnothing 54 \frac{H9(+0,074)}{d9(-0,100 \text{ } -0,174)} - \text{система основного отвору, посадка з зазором.}$$

$$2.2. \varnothing 54 \frac{N8(-0,004)}{h7(-0,050 \text{ } -0,030)} - \text{система основного валу, посадка перехідна.}$$

$$2.3. \varnothing 54 \frac{H7(+0,030)}{p6(+0,051 \text{ } +0,032)} - \text{система основного отвору, посадка з натягом.}$$

3. Визначаємо значення допусків, граничних розмірів, граничних зазорів і натягів для валів і отворів.

$$3.1. \varnothing 54 \frac{H9(+0,074)}{d9(-0,100 \atop -0,174)},$$

Отвір:

Номінальний розмір – 54 мм;

$$ES = +0,074 \text{ мм}; EI = 0 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = 54 + 0,074 = 54,074 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 54 \text{ мм}.$$

Вал:

Номінальний розмір – 54 мм;

$$es = -0,100 \text{ мм}; ei = -0,174 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = 54 - 0,100 = 53,900 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = 54 - 0,174 = 53,826 \text{ мм}.$$

З'єднання:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 54,074 - 53,826 = 0,248 \text{ мм}; S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 54,0 - 53,9 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,248 - 0,100 = 0,148 \text{ мм};$$

$$S_c = (S_{\max} + S_{\min}) / 2 = (0,248 + 0,100) / 2 = 0,174 \text{ мм}.$$

$$3.2. \varnothing 54 \frac{N8(-0,004 \atop -0,050)}{h7(-0,030)},$$

Отвір:

Номінальний розмір – 54 мм;

$$ES = -0,004 \text{ мм}; EI = -0,050 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = 54 - 0,004 = 53,996 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 54 - 0,050 = 53,950 \text{ мм}.$$

Вал:

Номінальний розмір – 54 мм;

$$es = 0 \text{ мм}; ei = -0,030 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = 54 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = 54,00 - 0,03 = 53,97 \text{ мм}.$$

З'єднання:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 53,996 - 53,970 = 0,026 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 54,00 - 53,95 = 0,05 \text{ мм};$$

$$TSN = S_{\max} + N_{\max} = 0,026 + 0,050 = 0,076 \text{ мм};$$

$$N_c = (N_{\max} + N_{\min}) / 2 = (0,050 + (-0,026)) / 2 = 0,012.$$

$$3.3. \varnothing 54 \frac{H7(+0,030)}{p6(+0,051 \atop +0,032)},$$

Отвір:

Номінальний розмір – 54 мм;

$$ES = +0,030 \text{ мм}; EI = 0 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = 54 + 0,030 = 54,030 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 54 \text{ мм}.$$

Вал:

Номінальний розмір – 54 мм;

$$es = +0,051 \text{ мм}; ei = +0,032 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = 54 + 0,051 = 54,051 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = 54 + 0,032 = 54,032 \text{ мм}.$$

З'єднання:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 54,051 - 54,000 = 0,051 \text{ мм};$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = 54,032 - 54,030 = 0,002 \text{ мм};$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 0,051 - 0,002 = 0,049 \text{ мм};$$

$$N_c = (N_{\max} + N_{\min}) / 2 = (0,051 + 0,002) / 2 = 0,0265 \text{ мм}.$$

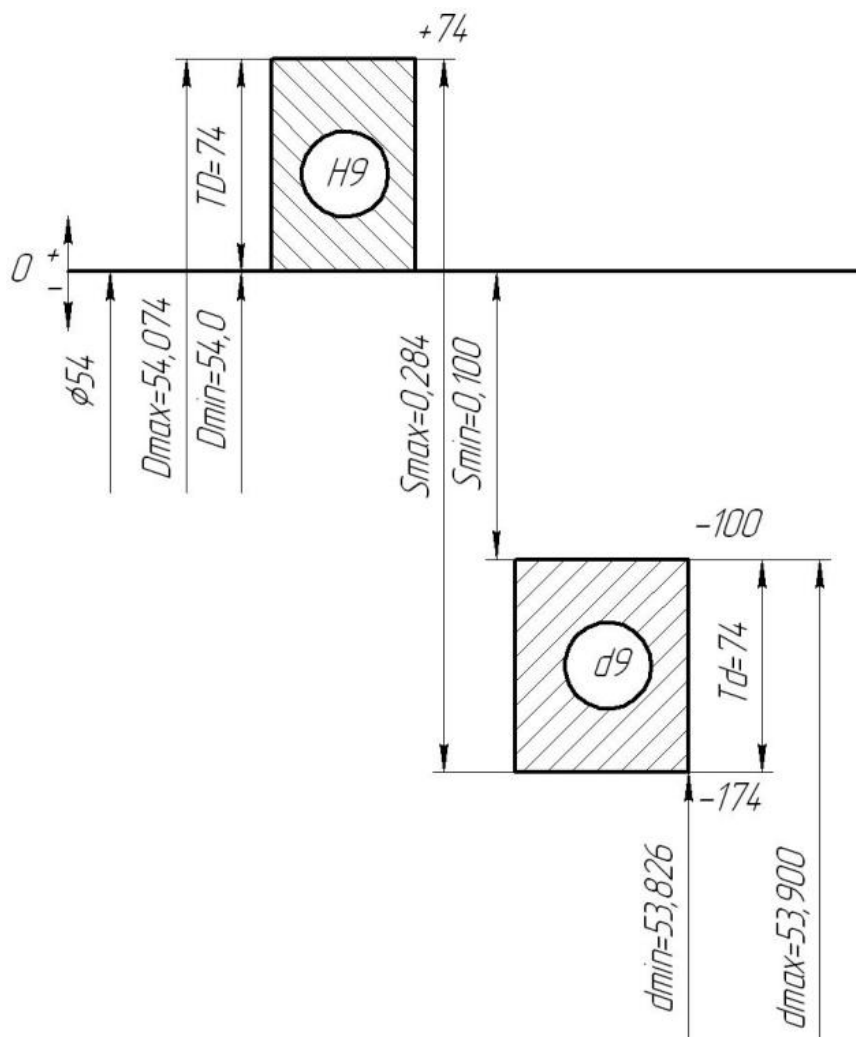


Рис. 3.1. Схема розташування полів допусків з'єднання $\emptyset$
 $54 \frac{H9(+0,074)}{d9(-0,100, -0,174)}$, (масштаб не зазначено)

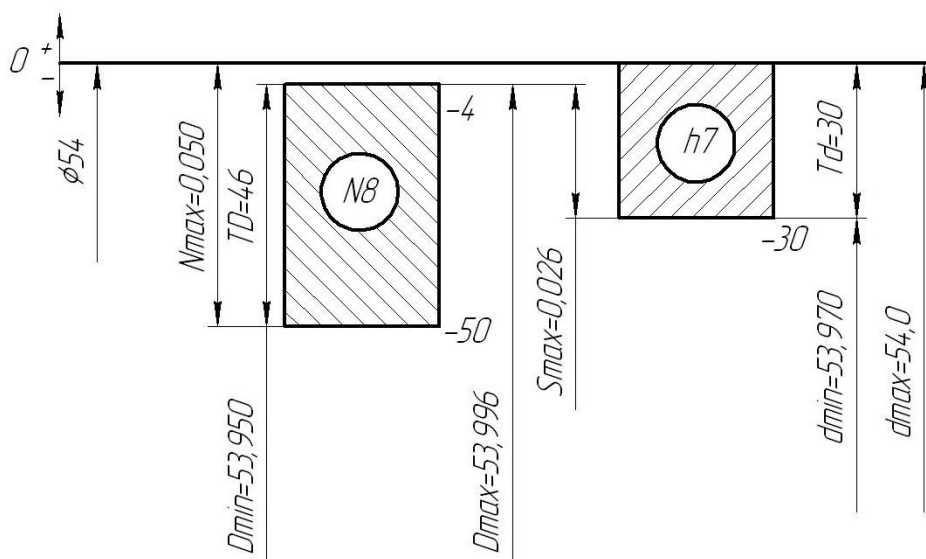


Рис. 3.2. Схема розташування полів допусків з'єднання $\emptyset$

$$54 \frac{N8 \begin{pmatrix} -0,004 \\ -0,050 \end{pmatrix}}{h7 \begin{pmatrix} -0,030 \end{pmatrix}}, \text{ (масштаб не зазначено)}$$

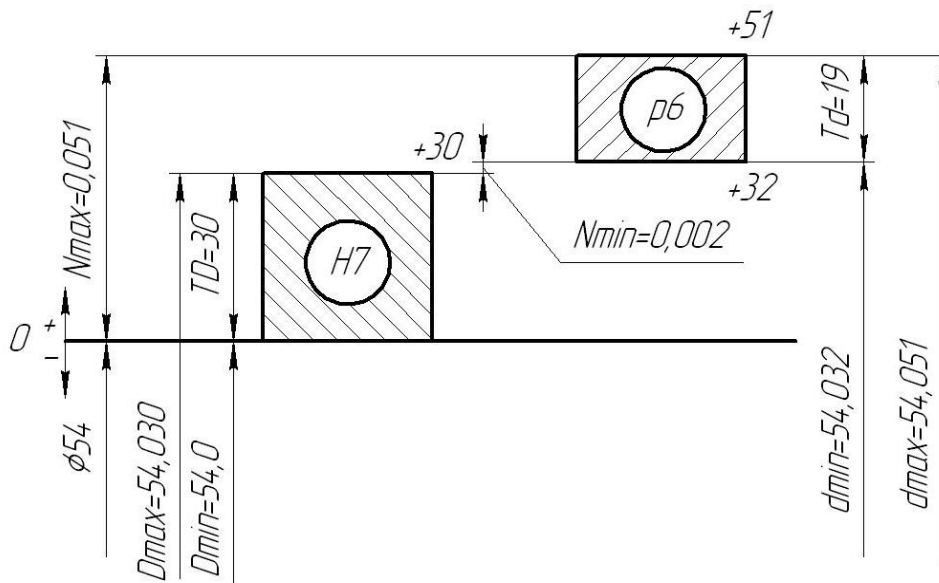


Рис. 3.3. Схема розташування полів допусків з'єднання $\emptyset$

$$54 \frac{H7 \begin{pmatrix} +0,030 \end{pmatrix}}{p6 \begin{pmatrix} +0,051 \\ +0,032 \end{pmatrix}}, \text{ (масштаб не зазначено)}$$

Таблиця 3.3. Зведена таблиця розрахунків параметрів в з'єднанні

Посадка		Перша		Друга		Третя	
Позначення посадки		$54 \frac{H9 \begin{pmatrix} +0,074 \end{pmatrix}}{d9 \begin{pmatrix} -0,100 \\ -0,174 \end{pmatrix}}$		$54 \frac{N8 \begin{pmatrix} -0,004 \\ -0,050 \end{pmatrix}}{h7 \begin{pmatrix} -0,030 \end{pmatrix}}$		$54 \frac{H7 \begin{pmatrix} +0,030 \end{pmatrix}}{p6 \begin{pmatrix} +0,051 \\ +0,032 \end{pmatrix}}$	
Система		Отвору		Валу		Отвору	
Тип посадки		З зазором		Перехідна		З натягом	
Позначення отвору, вала		Отвір	Вал	Отвір	Вал	Отвір	Вал
		H9	d9	N8	h7	H7	p6
Граничне відхилення	Верхнє	+0,074	-0,100	-0,004	0	+0,030	+0,051
	Нижнє	0	-0,174	-0,050	-0,030	0	+0,032
Граничний розмір	Найбільш.	54,074	53,900	53,996	54,0	54,030	54,051
	Найменш.	54,0	53,826	53,950	53,970	54,0	54,032
Допуск TD, Td		0,074	0,074	0,046	0,030	0,030	0,019
Smax		0,248		0,026		-	
Smin		0,100		-		-	
Nmax		-		0,050		0,051	
Nmin		-		-		0,002	
Допуск посадки		0,148		0,076		0,049	

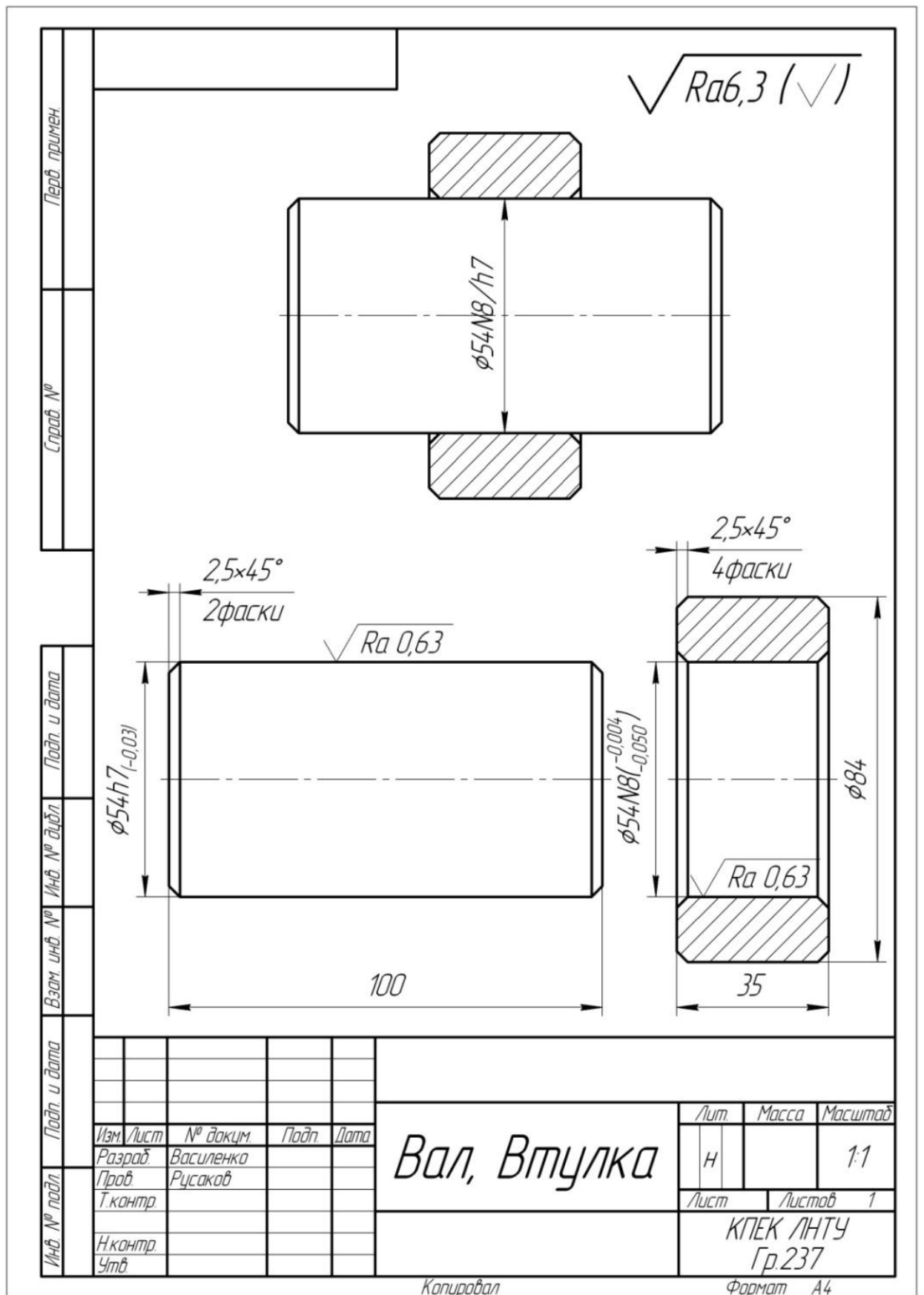


Рис. 3.5. Приклад оформлення креслення до практичної роботи

Практична робота №4

Тема: Розшифрування умовних позначень шорсткості на кресленнях.

Мета: Навчитись читати та розшифровувати позначення шорсткості поверхонь на кресленнях деталей машин.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Креслення плоских шаблонів;
2. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
3. Довідники, додатки до виконання практичних робіт тощо.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

1. Викреслити ескіз деталі за розмірами, зазначених в завданні.
2. Вказати параметри шорсткості згідно завдання.
3. Позначити допуски форми та розташування поверхонь.
4. Розшифрувати умовні позначення параметрів п.2 та п.3., а також не вказану на ескізі шорсткість поверхонь (див. рис. 5.2).

Таблиця 5.1. Шифри до виконання практичної роботи

Номінальне значення розмірів	Номер шифрів до виконання									
	01-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Номінальний розмір D_1	8	10	15	18	20	23	25	28	30	32
Номінальний розмір D_2	6	8	10	12	15	18	20	25	28	32
Номінальний розмір l_1	20	22	24	25	30	32	36	40	45	50
Номінальний розмір l_2	50	55	60	65	70	75	80	82	85	90
Номінальний розмір l_3	38	40	45	48	50	55	60	65	75	80
Номінальний розмір l_4	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Степінь точності										
Рамка 1. Допуск площинності	10	9	-	8	5	10	-	-	7	6
Рамка 2. Допуск перетину осей відносно поверхонь Б в радіальному виразі	8	-	9	10	7	8	-	6	10	-
Рамка 3. Допуск симетричності відносно розміру А в	6	11	-	-	9	6	9	-	-	11

радіальному виразі										
Рамка 4. Допуск перпендикулярності відносно поверхні Б.	-	-	10	6	-	-	7	10	9	-
Рамка 5. Допуск співвісності відносно поверхні Б в діаметральному виразі	-	6	7	-	-	-	5	8	-	9

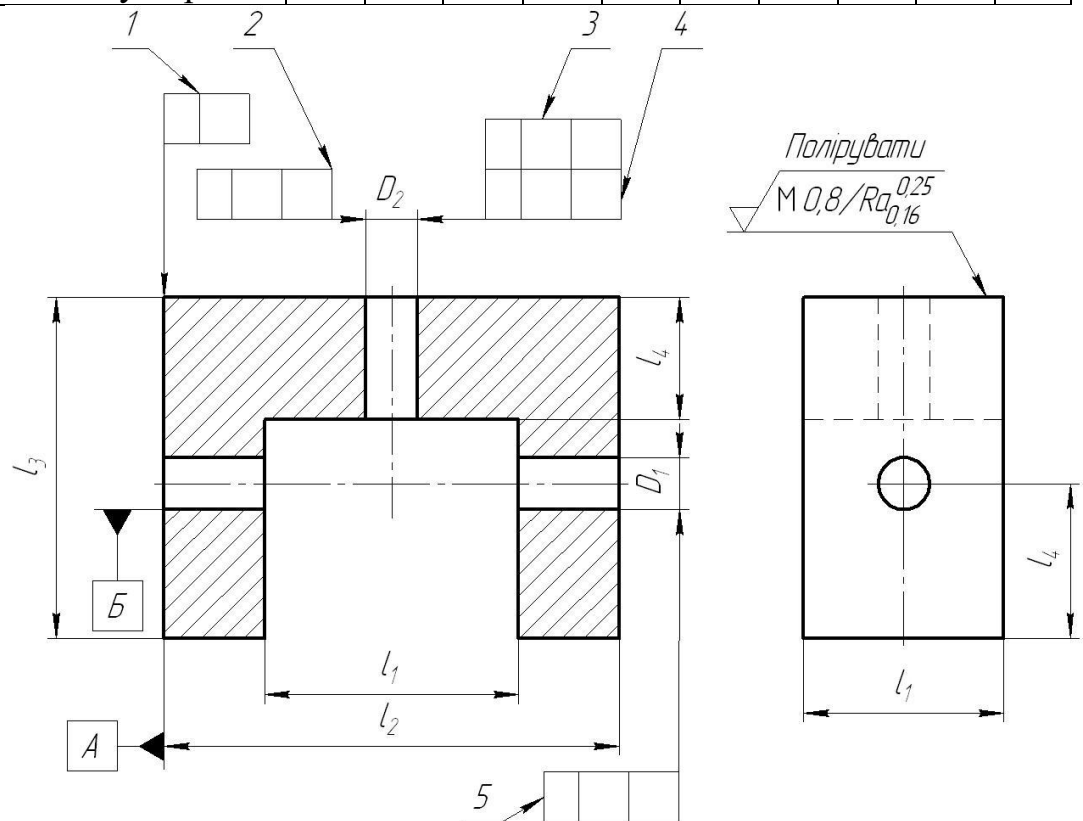


Рис. 5.1. Ескіз деталі типу «Корпус» до виконання практичної роботи



Рис. 5.2. Не вказана шорсткість до виконання практичної роботи

* Примітка: Рамки, для яких степінь точності в таблиці 5.1 не вказана, на ескізі (кресленні) деталі не викреслювати.

Приклад виконання

1. Виконаємо ескіз (креслення) деталі згідно вихідних даних (див. рис. 5.3).

2. Позначення допуску симетричності.

2.1. З таблиці додатку I знаходимо знак допуску симетричності (ГОСТ 2.308-79) і заносимо його в першу частину рамки.

2.2. Визначаємо числове значення допуску симетричності за ГОСТ 24643-81.

В умові до розв'язку заданий 5-й ступінь точності. Згідно примітки до таблиці додатка, при призначенні допуску симетричності під номінальним розміром розуміється діаметр даної поверхні обертання або розмір між поверхнями, що утворюють даний елемент. У даному прикладі номінальний розмір складає 30 мм. Для ступеня точності 5 і інтервалу розмірів від 18 до 30 мм, числове значення допуску в діаметральному виразі рівне 10 мкм, або 0,01 мм (див. додаток К). Значення допуску в міліметрах заносимо в другу частину рамки, причому літера «Т» указує на його діаметральний вираз ($\varnothing/2$ - радіусний).

2.3. У третю частину рамки заносимо позначення бази. У даному прикладі за базу прийнято ліву торцеву поверхню деталі типу «П'ята» і позначено як А.

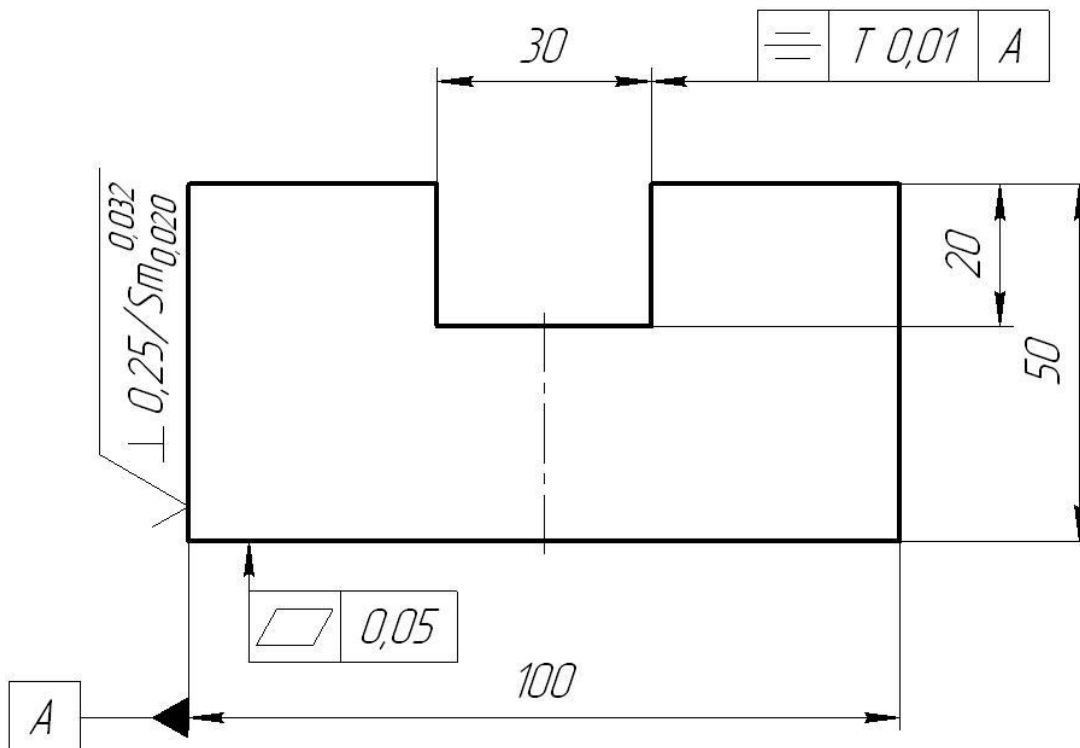


Рис. 5.3. Ескіз деталі типу «П'ята»

3. Позначаємо допуск площинності.

3.1. З таблиці додатку І знаходимо знак допуску площинності (ГОСТ 2.398-79) і заносимо його в першу частину рамки (див. рис. 5.3).

3.2. Визначаємо числове значення допуску площинності за ГОСТ 24643-81. В умові до розв'язку заданий 10-й ступінь точності. Згідно примітки до таблиці додатка, під номінальним розміром розуміється довжина нормованої ділянки. У даному прикладі номінальний розмір складає 100 мм. Для ступеня точності 10 і інтервалу розмірів від 63 до 100 мм, числове значення допуску рівне 50 мкм, або 0,05 мм.

4. Розшифровуємо позначення шорсткості.

На кресленні позначено шорсткість поверхні А, яка задана параметром S_m - середній крок нерівностей профілю по базовій лінії, причому його значення повинне бути в межах 20 – 32 і $\hat{e}_i$ на базовій

довжині $l = 0,25 \text{ мм}$. Напрямок нерівностей поверхні – перпендикулярний (ГОСТ 2789-73).

Не зазначена шорсткість поверхонь.

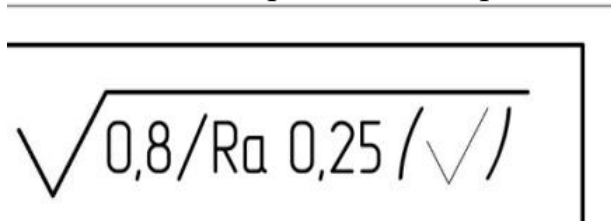


Рис. 5.4. Знак не вказаної шорсткості поверхонь

Позначення розміщується в правому верхньому кутку креслення у вигляді знака (див. рис. 5.4) з відповідним розташуванням відносно рамки формату і встановлює вимоги по параметру шорсткості Ra (середнє арифметичне відхилення профілю) – не більше $0,25 \text{ мм}$ для решти поверхонь, для яких шорсткість на кресленні не зазначена конструктором, на базовій довжині $l = 0,8 \text{ мм}$ (в даному випадку базова довжина l визначається по ГОСТ 2789-73).

Питання для самоконтролю

1. Як умовно позначають відхилення форми циліндричних поверхонь?
2. Як умовно позначають відхилення форми плоских поверхонь?
3. Як умовно позначають відхилення розташування поверхонь?
4. Як на кресленні проставляють відхилення форми і розташування поверхонь?
5. Що таке залежний і незалежний допуски розташування поверхонь?
6. Перечисліть рівні відносної геометричної точності.
7. Що таке хвилястість поверхонь деталей?
8. Що таке шорсткість поверхонь деталей?
9. Як позначають шорсткість поверхонь на кресленні?

Рекомендована література

1. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. – 144с.
2. Допуски и посадки: Справочник. В 2х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. Ч.1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543с.
3. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1982. – 286с.
4. Козловский Н.С., Ключников В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». Учебное пособие для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 304с.
5. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1987. – 352с.

Практична робота №5

Тема: Розрахунок посадок вальниць котіння в з'єднаннях.

Мета: Навчитись розраховувати посадки з'єднань кілець вальниць котіння в з'єднаннях з валом та отвором. Навчитись будувати схеми розташування полів допусків валу і отвору, спряжених з кільцями вальниць котіння.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
2. Довідники, додатки до виконання практичних робіт тощо;
3. Вальниці котіння.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

1. Визначте граничні значення зазорів, натягів в спряженні внутрішнього кільця вальниці d з валом і зовнішнього кільця D з отвором корпусної деталі, а також для стандартної посадки (табл. 6.1. і табл. 6.2.) побудувавши відповідно схеми розміщення полів допусків.
2. Запишіть висновок, порівнявши зазори, натяги внутрішнього кільця вальниці з валом та стандартної посадки отвору з валом.
3. Всі одержані результати запишіть в зведену таблицю обрахунків.
4. Викресліть по типу рис. 6.1. ескізи (креслення) підшипникового з'єднання та стандартної посадки рис.6.2 і проставте їх розміри.

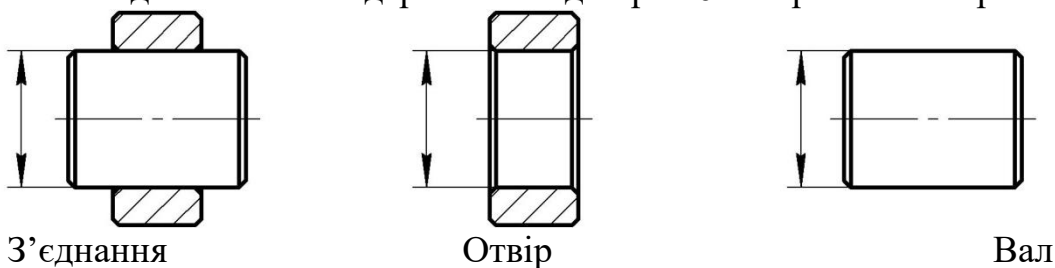


Рис. 6.1. Ескіз підшипникового з'єднання

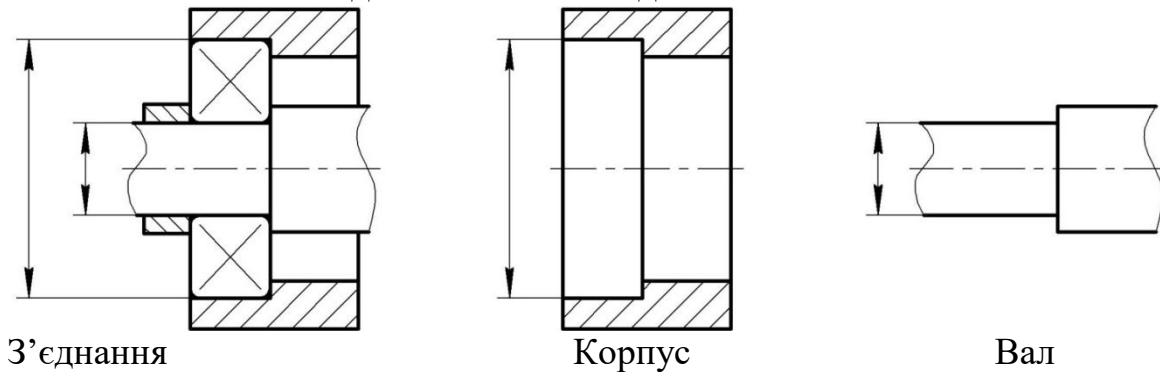


Рис. 6.2. Ескіз підшипникового з'єднання

Таблиця 6.1. Варіанти до виконання практичної роботи

Передостання цифра шифру	Позначення вальниці за ГОСТ 8338-75	Діаметр кілець вальниці, мм	
		внутрішній d	зовнішній D
0	416	80	20
1	136	180	280
2	152	260	400
3	26	6	19
4	228	140	250
5	240	200	360
6	300	10	35
7	306	30	72
8	324	120	260
9	410	50	130

Таблиця 6.2. Завдання до виконання практичної роботи

Остання цифра шифру	Клас точності вальниці	Умовне позначення полів допусків		
		Валу	Отвору корпуса	Стандартн ої посадки
0	0	k6	G7	H6/k6
1	2	js4	K5	H5/js4
2	4	n6	Js6	H5/n6
3	5	m5	H6	H5/m5
4	6	n6	Js7	H6/n6
5	0	g6	H8	H6/g6
6	2	k4	M5	H4/k4
7	4	k5	N6	H5/k5
8	5	js5	M6	H5/js6
9	6	h6	N7	H6/h6

Приклад виконання

Для кулькової вальниці 0-416 ГОСТ 520-71 знайдіть граничні значення зазорів, натягів в sprzęженні внутрішнього кільця вальниці $d=80$ мм з валом $\varnothing 80k6$ і зовнішнього кільця вальниці $D=200$ мм з отвором корпуса $\varnothing 200G7$, а також для стандартної посадки $\varnothing 80H6/k6$, побудувавши схеми розміщення полів допусків. Запишіть одержані результати в таблицю. Накресліть ескізи підшипникового з'єднання і стандартної посадки.

За ГОСТ 520-71 або з додатків вибираємо граничні відхилення внутрішнього кільця вальниці класу точності 0: $d=\varnothing 80_{-0.015}$

За ГОСТ 520-71 або додатків вибираємо граничні відхилення зовнішнього кільця вальниці класу точності 0: $D=\varnothing 200_{-0.030}$

За ГОСТ 25347-82 або з додатків вибираємо граничні відхилення для валу: $\varnothing 80k6 \begin{pmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{pmatrix}$. За ГОСТ 25347-82 або з додатків вибираємо граничні відхилення для отвору корпуса: $\varnothing 200G7 \begin{pmatrix} +0,061 \\ +0,015 \end{pmatrix}$.

За ГОСТ 25347-82 або з додатків вибираємо граничні відхилення для отвору $\varnothing 80H6$ стандартної посадки $\varnothing 80H6/k6$. Отвір $\varnothing 80H6 \begin{pmatrix} +0,019 \end{pmatrix}$.

Розраховуємо розмірні параметри в спряженні внутрішнього кільця вальниці $d=80$ мм з валом $\varnothing 80k6$.

Для отвору $D=80$ мм; $ES=0$; $EI=-0,015$ мм;

Для вала $\varnothing 80k6$, $d=80$ мм; $es=+0,021$ мм; $ei=+0,002$ мм.

Дана посадка з натягом, отже розраховуємо максимальний і мінімальний натяги:

$$N_{max}=d_{max}-D_{min}=80,021-79,985=0,036 \text{ мм}; \quad N_{max}=es-EI=0,021-(-0,015)=0,036 \text{ мм.}$$

$$N_{min}=d_{min}-D_{max}=80,002-80,0=0,002 \text{ мм}; \quad N_{min}=ei-ES=0,002-0=0,002 \text{ мм.}$$

Розраховуємо розмірні параметри в спряженні зовнішнього кільця вальниці $d=200$ мм з отвором корпуса $\varnothing 200G7$.

Для отвору $\varnothing 200G7$; $D=200$ мм; $ES=+0,061$ мм; $EI=+0,015$ мм;

Для вала $d=200$ мм; $es=0$; $ei=-0,030$ мм.

Дана посадка з зазором, отже розраховуємо максимальний і мінімальний зазори:

$$S_{max}=D_{max}-d_{min}=200,061-199,970=0,091 \text{ мм}; \quad S_{max}=ES-ei=0,061-(-0,030)=0,091 \text{ мм.}$$

$$S_{min}=D_{min}-d_{max}=200,015-200,000=0,015 \text{ мм}; \quad S_{min}=EI-es=0,015-0,000=0,015 \text{ мм.}$$

Розраховуємо розмірні параметри для стандартної посадки $\varnothing 80H6/k6$.

Для отвору $\varnothing 80H6$; $D=80$ мм; $ES=+0,019$ мм; $EI=0$.

Для вала $\varnothing 80k6$; $d=80$ мм; $es=+0,021$ мм; $ei=+0,002$ мм.

Дана посадка перехідна. Отже розраховуємо максимальний зазор і натяг, а також допуск цієї посадки.

$$N_{max}=d_{max}-D_{min}=80,021-80,000=0,021 \text{ мм}; \quad N_{max}=es-EI=+0,021-0,000=0,021 \text{ мм};$$

$$S_{max}=D_{max}-d_{min}=80,019-80,002=0,017 \text{ мм}; \quad S_{max}=ES-ei=0,019-0,002=0,017 \text{ мм};$$

$$TSN=S_{max}+N_{max}=0,017+0,021=0,038 \text{ мм};$$

$$TSN=TD+Td=0,019+0,019=0,038 \text{ мм.}$$

Будуємо схеми розміщення полів допусків для підшипників і стандартних посадок (рис.6.3 і 6.4.)

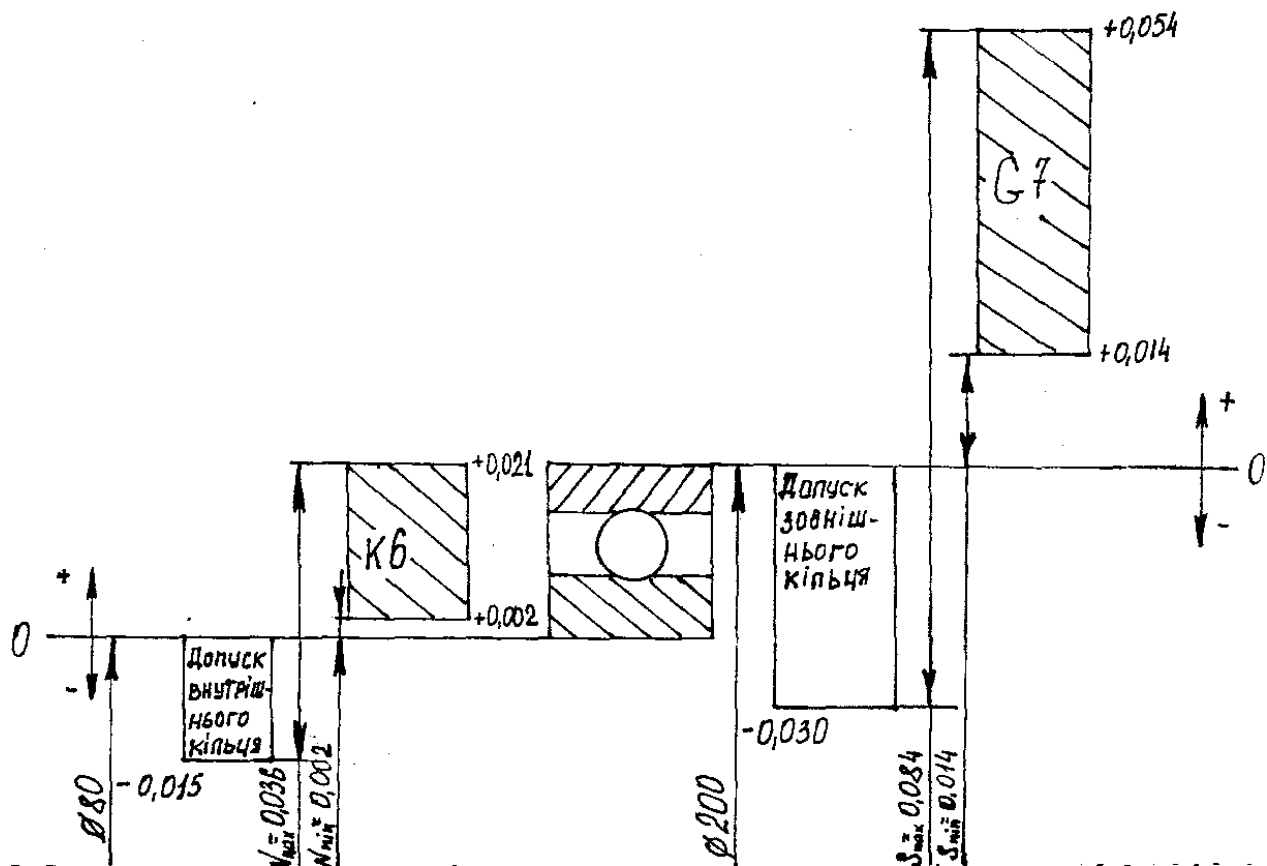


Рис. 6.3. Схема розміщення полів допусків вальниці в з'єднанні

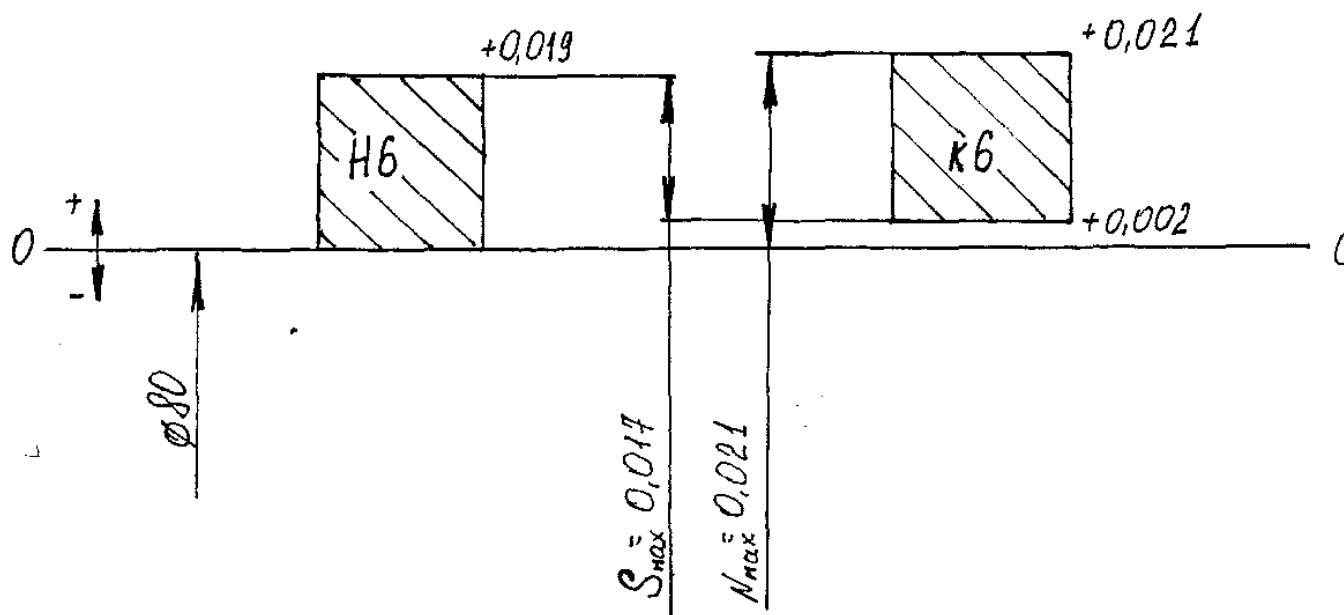


Рис. 6.4. Схема розміщення полів допусків стандартної посадки
Результати розрахунків заносимо в таблицю 6.3

Таблиця 6.3. Зведена таблиця розрахунків

Умовне позначення посадки	Елемент	Граничне відхилення, мм		Граничне значення зазорів, натягів, мм			
		верхнє	нижнє	S_{max}	S_{min}	N_{max}	N_{min}
Посадка внутрішнього кільця вальниці на вал $\varnothing 80k6$	внутрішнє кільце вальниці $d=80$	0,000	-0,015	—	—	0,036	0,002
	вал $\varnothing 80k6$	+0,021	+0,002				
Посадка зовнішнього кільця вальниці в отворі корпусу $\varnothing 200G7$	зовнішнє кільце вальниці $D=200$ мм	0,000	-0,030	0,091	0,015	—	—
	отвір корпусу $\varnothing 200G7$	+0,061	+0,015				
Стандартна посадка $\varnothing 80H6/k6$	отвір $\varnothing 80H6$	+0,019	0,000	0,017	—	0,021	—
	вал $\varnothing 80k6$	+0,021	+0,002				

Висновок: порівнюючи посадку внутрішнього кільця вальниці на вал $\varnothing 80k6$ із стандартною посадкою $\varnothing 80H6/k6$ (див. рис. 6.3 і 6.4) можна зазначити, що вал $\varnothing 80k6$ з внутрішнім кільцем вальниці утворює посадку з гарантованим зазором, а цей вал в стандартній посадці з отвором $\varnothing 80H6$ утворює перехідну посадку.

Викреслюємо ескізи (креслення) підшипникового з'єднання і стандартної посадки (див. рис. 6.5).

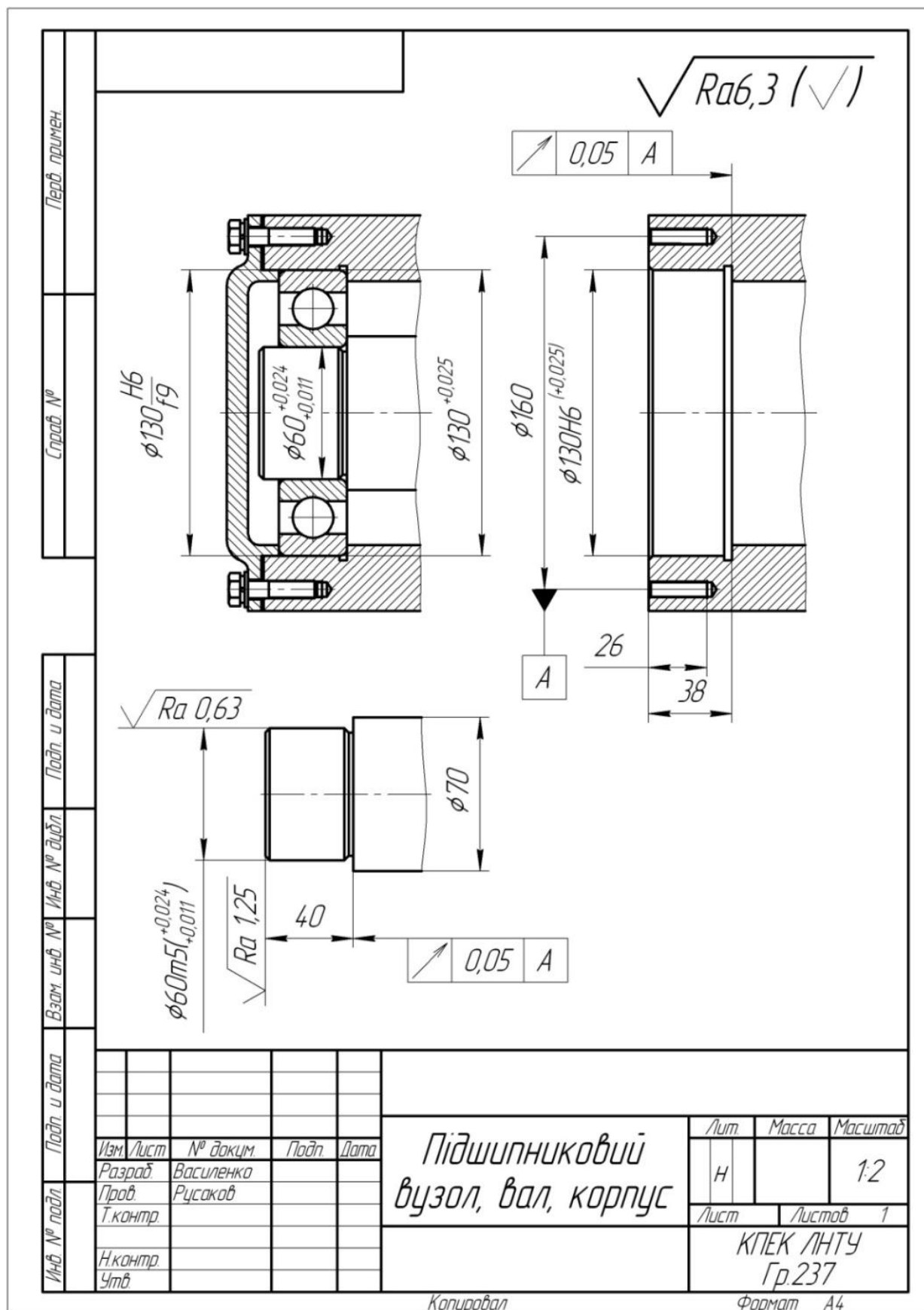


Рис. 6.5. Приклад оформлення креслення з'єднань кілець вальниці котіння з валом та корпусом

Питання для самоконтролю

1. Назвіть основні геометричні параметри кулькових вальниць котіння.
2. Перелічіть класи точності вальниць котіння.
3. Які види навантаг можуть сприймати кільця вальниць котіння?
4. Який принцип покладено в основу утворення посадок вальниць котіння?
5. Як вибираються посадки для внутрішнього та зовнішнього кілець вальниць в залежності від характеру навантаження?
6. Що слід враховувати при розрахунку і виборі стандартних посадок вальниць котіння?
7. Як позначаються на кресленнях посадки вальниць котіння?

Рекомендована література

1. Допуски и посадки: Справочник. В 2х ч. / Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. – Л.: Машиностроение, 1982. – Ч.1. 543с. / – Ч.2. 445с.
2. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Приклади розв'язку задач: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 194с.
3. Козловский Н.С., Ключников В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». Учебное пособие для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 304с.

Практична робота №6

Тема: Розрахунок розмірних ланцюгів за методом «максимум-мінімум».

Мета: Для розмірів складальної одиниці навчитись складати розмірний ланцюг. Навчитись визначати номінальне значення, граничні відхилення та граничні розміри і допуск замикаючої ланки.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
2. Довідники, плакати, додатки до виконання практичних робіт тощо;
3. Деталі, складальні одиниці.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

1. Для розмірів складальної одиниці (рис. 7.1, табл. 7.1. і 7.2) побудуйте розмірний ланцюг.
2. Визначте номінальне значення, граничні відхилення, граничні розміри і допуск замикаючої ланки.
3. Розрахунок проведіть за методом максимум-мінімум.

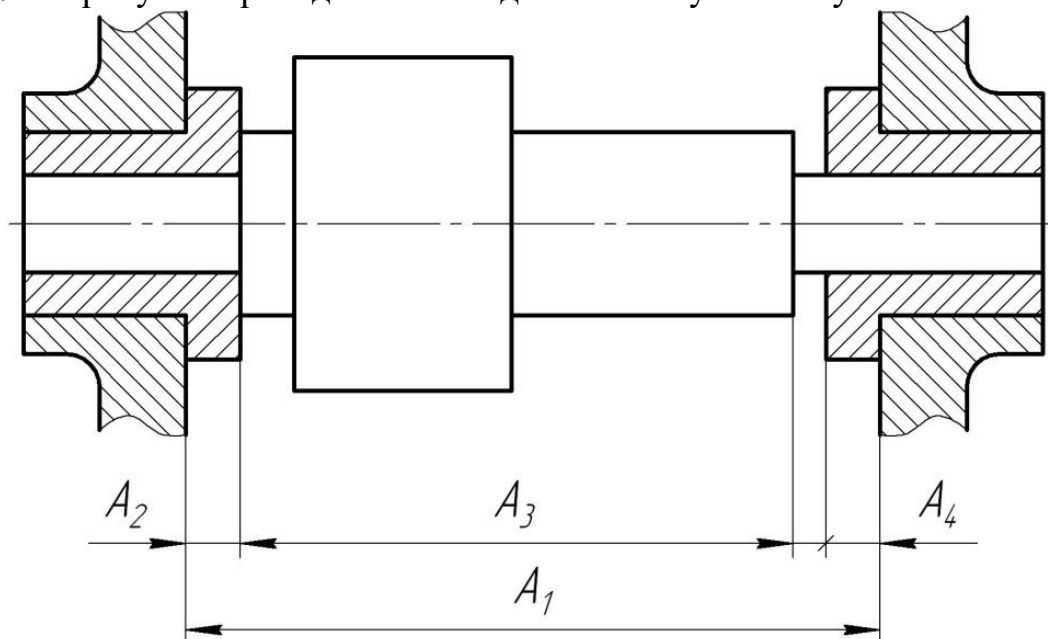


Рис. 7.1. Ескіз складальної одиниці

Таблиця 7.1. Варіанти до виконання практичної роботи

Передостання цифра шрифту	Розмір, мм		
	A_1	$A_2=A_4$	A_3
0	200	9	180
1	120	7	105
2	80	5	68
3	50	4	40
4	180	8	162
5	250	10	228
6	315	9	295
7	400	12	375
8	30	3	23
9	18	2	13

Таблиця 7.2. Завдання до виконання практичної роботи

Остання цифра шрифту	Умове позначення поля допуску розміру		
	A_1	$A_2=A_4$	A_3
0	Js12	h12	h10
1	H10	js9	h9
2	h11	h12	js11
3	H9	js10	h8
4	H14	js14	h13
5	Js8	h8	h9
6	H12	js12	h11
7	H14	h14	js13
8	Js10	h10	h11
9	H8	js8	h7

Приклад виконання

1. Виконаємо ескіз складальної одиниці. Проставимо розміри та допуски згідно завдання до практичної роботи.

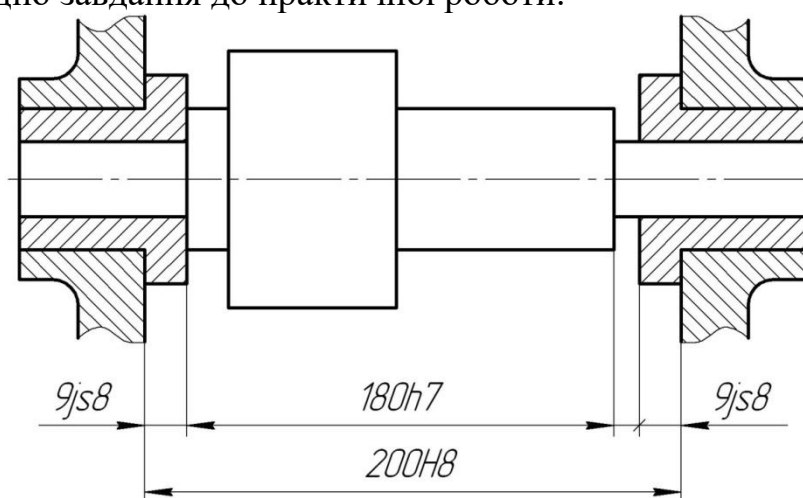


Рис 7.2. Складальна одиниця з проставленими розмірами та допусками

2. За ГОСТ 25347-82, або з додатків вибираємо граничні відхилення розмірів:

$$200H8^{+0,072};$$

$$9js8^{+0,011}_{-0,011};$$

$$180h7_{-0,040};$$

Будуємо розмірний ланцюг, який викреслюється без масштабу (див. рис. 7.3).

A_1 – замикаюча ланка;

A_2, A_3, A_4 – зменшуючі ланки;

A_1 – збільшуюча ланка.

$$A_1 = 200 \text{ мм}; \quad ESA_1 = +0,072 \text{ мм}; \quad EIA_1 = 0;$$

$$A_2 = A_4 = 9 \text{ мм}; \quad es_{A_{2,4}} = +0,011; \quad ei_{A_{2,4}} = -0,011 \text{ мм};$$

$$A_3 = 180 \text{ мм}; \quad es_{A_3} = 0; \quad ei_{A_3} = -0,040 \text{ мм}.$$

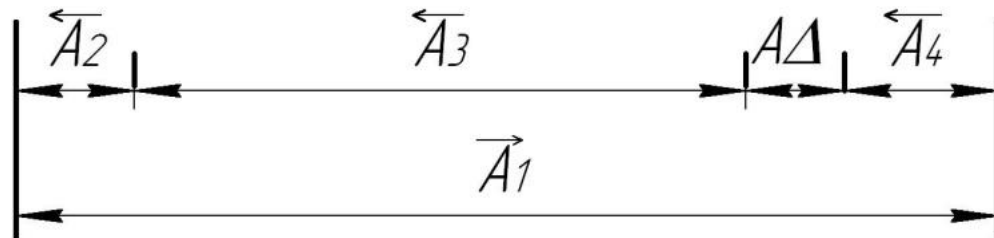


Рис. 7.3. Схема розмірного ланцюга

3. Розраховуємо номінальний розмір замикаючої ланки:

$$A_1 = A_1 - (A_2 + A_3 + A_4) = 200 - (9 + 180 + 9) = 2 \text{ мм}.$$

Розраховуємо граничні розміри складових (збільшуючих і зменшуючих) ланок:

$$A_1^{\max} = A_1 + ESA_1 = 200 + 0,072 = 200,072 \text{ мм};$$

$$A_1^{\min} = A_1 + EIA_1 = 200 + 0 = 200,000 \text{ мм};$$

$$A_2^{\max} = A_2 + es_{A_2} = 9 + 0,011 = 9,011 \text{ мм};$$

$$A_2^{\min} = A_2 + ei_{A_2} = 9 + (-0,011) = 8,989 \text{ мм};$$

$$A_3^{\max} = A_3 + es_{A_3} = 180 + 0 = 180,000 \text{ мм};$$

$$A_3^{\min} = A_3 + ei_{A_3} = 180 + (-0,040) = 179,960 \text{ мм};$$

$$A_4^{\max} = A_4 + es_{A_4} = 9 + 0,011 = 9,011 \text{ мм};$$

$$A_4^{\min} = A_4 + ei_{A_4} = 9 + (-0,011) = 8,989 \text{ мм}.$$

4. Розраховуємо допуски складових ланок.

$$TA_1 = A_1^{\max} - A_1^{\min} = 200,072 - 200,000 = 0,072 \text{ мм},$$

або:

$$TA_1 = ES_{A_1} - EI_{A_1} = 0,072 - 0 = 0,072 \text{ мм};$$

$$TA_2 = A_2^{\max} - A_2^{\min} = 9,011 - 8,989 = 0,022 \text{ мм},$$

або:

$$TA_2 = es_{A_2} - ei_{A_2} = 0,011 - (-0,011) = 0,022 \text{ мм};$$

$$TA_3 = \dot{A}_3^{\max} - \dot{A}_3^{\min} = 180,0 - 179,960 = 0,040 \text{ ò ò } .$$

або:

$$TA_3 = es_{A_3} - ei_{A_3} = 0 - (-0,040) = 0,040 \text{ ò ò } ;$$

$$TA_4 = \dot{A}_4^{\max} - \dot{A}_4^{\min} = 9,011 - 8,989 = 0,022 \text{ ò ò } ,$$

або:

$$TA_4 = es_{A_4} - ei_{A_4} = 0,011 - (-0,011) = 0,022 \text{ ò ò } ;$$

5. Розрахуємо граничні розміри замикаючої ланки.

$$\dot{A}_\Delta^{\max} = A_1^{\max} - (A_2^{\min} + A_3^{\min} + A_4^{\min}) = 200,072 - (8,989 + 179,960 + 8,989) = 2,134 \text{ ò ò } ;$$

$$\dot{A}_\Delta^{\min} = A_1^{\min} - (A_2^{\max} + A_3^{\max} + A_4^{\max}) = 200,000 - (9,011 + 180,000 + 9,011) = 1,978 \text{ ò ò } .$$

6. Розрахуємо граничні відхилення замикаючої ланки:

$$ESA_\Delta = A_\Delta^{\max} - A_\Delta = 2,134 - 2 = +0,134 \text{ ò ò } ;$$

$$EIA_\Delta = A_\Delta^{\min} - A_\Delta = 1,978 - 2 = -0,022 \text{ ò ò } .$$

Граничні відхилення також можна визначити шляхом заміни у вище наведених формулах значень $A_\Delta^{\max}$, $A_\Delta^{\min}$ та A_Δ і виконати ряд перетворень, то отримаємо наступні вирази:

$$ESA_\Delta = ES_{A_1} - (ei_{A_2} + ei_{A_3} + ei_{A_4}) = 0,072 - (-0,011 - 0,040 - 0,011) = +0,134 \text{ ò ò } ;$$

$$EIA_\Delta = EI_{A_1} - (es_{A_2} + es_{A_3} + es_{A_4}) = 0 - (+0,011 + 0 + 0,011) = +0,022 \text{ ò ò } .$$

Таким чином верхнє граничне відхилення замикаючої ланки обчислюється як різниця між сумою верхніх відхилень збільшуючих ланок і сумою нижніх відхилень зменшуючих ланок.

Нижнє граничне відхилення замикаючої ланки обчислюється як різниця між сумою нижніх відхилень збільшуючих ланок замикаючих ланок і сумою верхніх відхилень зменшуючих ланок.

7. Розрахуємо допуск замикаючої ланки:

$$TA_\Delta = \dot{A}_\Delta^{\max} - \dot{A}_\Delta^{\min} = 2,134 - (-1,978) = 0,156 \text{ ò ò } ,$$

Або:

$$TA_\Delta = ESA_\Delta - EIA_\Delta = 0,134 - (-0,022) = 0,156 \text{ ò ò } .$$

Допуск замикаючої ланки також визначається як сума допусків всіх складових ланок:

$$TA_\Delta = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 = 0,072 + 0,022 + 0,040 + 0,022 = 0,156 \text{ ò ò } .$$

Відповідно, розмір замикаючої ланки рівний: $A_\Delta = 2^{+0,134}_{-0,022}$.

Таблиця 7.3. Зведена таблиця розрахунків

Замикаюча ланка	Верхнє відхилення замикаючої ланки	Нижнє відхилення замикаючої ланки	Допуск замикаючої ланки
$A_\Delta = 2 \text{ ò ò }$	$ESA_\Delta = 0,134 \text{ ò ò }$	$EIA_\Delta = -0,022 \text{ ò ò }$	$TA_\Delta = 0,156 \text{ ò ò }$

Питання для самоконтролю

1. Що називають розмірним ланцюгом, замикаючою, збільшуючою та зменшуючою ланками?
2. Сутність розрахунку оберненої задачі.
3. Сутність розрахунку прямої задачі.
4. У чому ви вважаєте перевагу методу компенсації?
5. Сутність розрахунку методом регулювання.
6. Сутність розрахунку методом пригонки.

Рекомендована література

1. Допуски и посадки: Справочник. В 2х ч. / Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. – Л.: Машиностроение, 1982. – Ч.1. 543с. / – Ч.2. 445с.
2. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Приклади розв'язку задач: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 194с.
3. Козловский Н.С., Ключников В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». Учебное пособие для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 304с.

Практична робота №7

Тема: Розрахунок різьбових з'єднань.

Мета: Навчитись визначати граничні відхилення, граничні розміри і допуски для з'єднання метричної різі з крупним кроком.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
2. Довідники, додатки до виконання практичних робіт тощо;
3. Зразки з'єднань з метричною різзю;
4. Калібри для контролю параметрів метричної різі.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

1. Виписати за номером залікової книжки вихідні дані з таблиці 8.1.

Таблиця 8.1. Варіанти та завдання до виконання роботи

Передостання цифра шифру	номінальний діаметр d, мм	Остання цифра шифру	Умовне позначення полів допусків різевого з'єднання
0	56	0	$\frac{8G}{5g6g}$
1	6	1	$\frac{7H}{6d}$
2	8	2	$\frac{7H}{7g6g}$
3	10	3	$\frac{8H}{8g}$
4	12	4	$\frac{5H}{6e}$
5	20	5	$\frac{7G}{8g}$
6	24	6	$\frac{6G}{6h}$
7	30	7	$\frac{4H5H}{4h}$
8	36	8	$\frac{6H}{4g}$
9	42	9	$\frac{4H}{4h}$

2. Згідно з ГОСТ 24705-81 визначити номінальні розміри зовнішнього, середнього і внутрішнього діаметрів різі болта і гайки.

3. За ГОСТ 16093-81, для різьбового з'єднання з нормальним (крупним) кроком визначити граничні відхилення діаметрів різі болта і гайки, посадки.
4. Записати позначення різьбового з'єднання деталей з внутрішньою і зовнішньою різьбою з будь-яким дрібним кроком, який відповідає заданому номінальному діаметру різі.
5. Для з'єднання з крупним кроком записати одержані результати в зведену таблицю, складену за формою табл. 8.2 та 8.3.
6. Викреслити по типу рис. 8.1. ескізи з дрібним кроком різьбового з'єднання; деталі з внутрішньою різзю та деталі з зовнішньою різзю.
7. Накреслити схему розташування полів допусків за профілем різі болта і гайки для кожного із діаметрів, обмежених допусками, вказати номінальні та граничні розміри, відхилення та допуски.

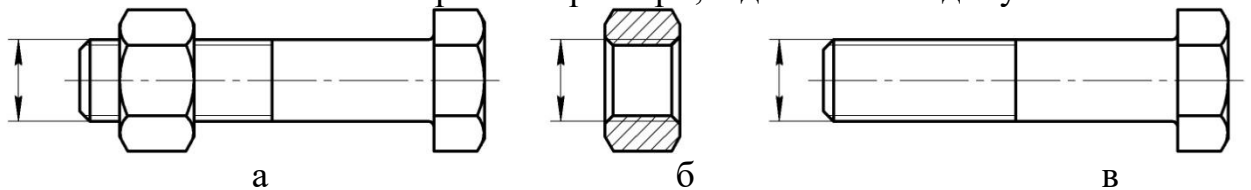


Рис. 8.1. а – ескізи різьбового з'єднання; б – деталь з внутрішньою різзю; в – деталь з зовнішньою різзю

Приклад виконання

Для різьбового з'єднання з нормальним (крупним) кроком М30 знайдіть граничні відхилення, розміри і допуски. Запишіть позначення з'єднання деталей з внутрішньою і зовнішньою різзю з будь-яким дрібним кроком, який би відповідав заданому номінальному діаметру різі.

Запишемо позначення посадки заданого різьбового з'єднання:

$$M30 - \frac{6H}{6h}.$$

Згідно завдання, для заданого з'єднання вибираємо основні параметри зовнішньої і внутрішньої різі.

По ГОСТ 8724-2002 приймаємо нормальний (крупний) крок різі – $P = 3,5 \text{ мм}$.

По ГОСТ 24705-81 визначаємо номінальні значення діаметрів метричної різі:

$$d(D) = 30 \text{ мм};$$

$$d_1(D_1) = 26,211 \text{ мм};$$

$$d_2(D_2) = 27,727 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 16093-81 вибираємо граничні відхилення і визначаємо граничні розміри зовнішнього, внутрішнього і середнього діаметрів різі та запишемо їх в таблицю 5.2.

Вибираємо граничні відхилення діаметрів внутрішньої різби.

ES_D – верхнє відхилення зовнішнього діаметра внутрішньої різби не встановлюється, воно обмежується формою западин внутрішньої різі (гайки).

$$EI_D = 0.$$

$$ES_{D2} = +280 \text{ мкм} ; EI_{D2} = 0 \text{ мкм} .$$

$$ES_{D1} = +560 \text{ мкм} , EI_{D1} = 0 \text{ мкм} ;$$

Запишемо діаметри внутрішньої різьби з граничними відхиленнями:

$$D = 30 \text{ мм} ; D_2 = 27,727^{+0,28} \text{ мм} ; D_1 = 26,211^{+0,56} \text{ мм} .$$

Визначимо граничні розміри діаметрів внутрішньої різьби гайки *M30 – 6H*.

$$D_{\max} - \text{не встановлюється}; D_{\min} = D + EI_D = 30 + 0 = 30 \text{ мм} .$$

$$D_{2\max} = D_2 + ES_{D2} = 27,727 + 0,280 = 28,007 \text{ мм} ;$$

$$D_{2\min} = D_2 + EI_{D2} = 27,727 + 0 = 27,727 \text{ мм} ;$$

$$D_{1\max} = D_1 + ES_{D1} = 26,211 + 0,560 = 26,771 \text{ мм} ;$$

$$D_{1\min} = D_1 + EI_{D1} = 26,211 + 0 = 26,211 \text{ мм} .$$

Визначаємо допуски діаметрів внутрішньої різьби гайки *M30 – 6H*.

TD – допуск зовнішнього діаметра внутрішньої різьби, його точність забезпечується різьотворюючим інструментом.

$$TD_2 = D_{2\max} - D_{2\min} = 28,007 - 27,727 = 0,28 \text{ мм} ;$$

$$TD_2 = ES_{D2} - EI_{D2} = 0,28 - 0 = 0,28 \text{ мм} ;$$

$$TD_1 = D_{1\max} - D_{1\min} = 26,771 - 26,211 = 0,560 \text{ мм} ;$$

$$TD_1 = ES_{D1} - EI_{D1} = 0,56 - 0 = 0,56 \text{ мм} .$$

Із ГОСТ 16093-81 вибираємо граничні відхилення діаметрів зовнішньої різьби *M30 – 6h*.

$$es_d = 0 \text{ мм} ; ei_d = -0,425 \text{ мм} ;$$

$$es_{d2} = 0 \text{ мм} ; ei_{d2} = -0,212 \text{ мм} ;$$

$$es_{d1} = 0 \text{ мм} .$$

ei_{d1} - нижнє граничне відхилення внутрішнього діаметра зовнішньої різьби не встановлюється. Воно обмежується формою западин зовнішньої різьби (болта).

Записуємо діаметри зовнішньої різьби *M30 – 6h* з граничними відхиленнями.

$$d = 30_{-0,425} \text{ мм} ; d_2 = 27,727_{-0,212} \text{ мм} ; d_1 = 26,211 \text{ мм} .$$

Визначаємо граничні розміри діаметрів зовнішньої різьби

$$d_{\max} = 30 \text{ мм} ; d_{\min} = d + ei_d = 30 + (-0,425) = 29,575 \text{ мм} ;$$

$$d_{2\max} = d_2 + es_{d2} = 27,727 + 0 = 27,727 \text{ мм} ;$$

$$d_{2\min} = d_2 + ei_{d2} = 27,727 + (-0,212) = 27,515 \text{ мм} .$$

$$d_{1\max} = d_1 + es_{d1} = 26,211 + 0 = 26,211 \text{ мм} ;$$

$$d_{1\min} - \text{не встановлюється};$$

Визначаємо допуски діаметрів зовнішньої різьби *M30 – 6h*:

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 30,00 - 29,575 = 0,425 \text{ мм} , \text{ або}$$

$$Td = es_d - ei_d = 0 - (-0,425) = 0,425 \text{ мм} ;$$

$$Td_2 = d_{2\max} - d_{2\min} = 27,727 - 27,515 = 0,212 \text{ мм} ;$$

$$Td_2 = es_{d2} - ei_{d2} = 0 - (-0,212) = 0,212 \text{ мм} .$$

Td_1 – допуск внутрішнього діаметра зовнішньої різі стандартом не регламентується, його точність забезпечується різеутворюючим інструментом.

За ГОСТ 8724-2002, або з додатків виберемо будь-який дрібний крок різі для номінального діаметра з'єднання 30 мм: .

Запишемо позначення різьби з дрібним кроком:

$M30 \times 2 - \frac{6H}{6h}$ – позначення різьбового з'єднання;

$M30 \times 2 - 6H$ – позначення внутрішньої різі;

$M30 \times 2 - 6h$ – позначення зовнішньої різі.

Викреслюємо ескізи різьбового з'єднання, деталі з внутрішньою і зовнішньою різзю та кроком $P=2$ мм (див. рис. 8.2).

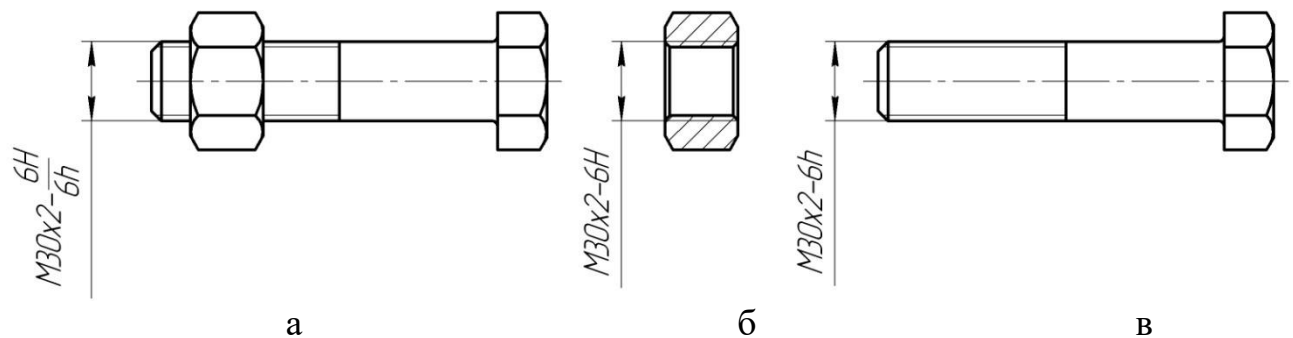


Рис. 8.2. а – ескізи різьбового з'єднання; б – деталь з внутрішньою різзю; в – деталь з зовнішньою різзю.

Результати обрахунків занесемо у зведені таблиці 8.2. та 8.3.

Таблиця 8.2. Допуски та граничні розміри зовнішньої і внутрішньої різі $M30 - \frac{6H}{6h}$

Позначення різі	Параметр різі	Розміри			Допуск
		Номінальний	Мінімальні	Максимальні	
Зовнішня $M30 - 6h$	d	30	29,575	30,0	0,425
	d_2	27,727	27,515	27,727	0,212
	d_1	26,211	Не встановлюється	26,211	-
Внутрішня $M30 - 6H$	D	30,0	30,0	Не встановлюється	-
	D_2	27,727	27,727	28,007	0,280
	D_1	26,211	26,211	26,771	0,560

Таблиця 8.3. Розміри і допуски різьбового з'єднання $M30 - \frac{6H}{6h}$ з

крупним кроком різьби $P=3,5$ мм

Позначення різі		Внутрішня різьба $M30 - 6H$			Зовнішня різьба $M30 - 6h$		
Діаметр		Зовнішній	Середній	Внутрішній	Зовнішній	Середній	Внутрішній
Номінальний діаметр, мм		$D=30,0$	$D_2=27,727$	$D_1=26,211$	$d=30,0$	$d_2=27,727$	$d_1=26,211$
граничне відхилення	верхнє	-	+0,280	+0,560	0	0	0
	нижнє	0	0	0	-0,425	-0,212	-
граничний розмір	Max.	-	28,007	26,771	30,0	27,727	26,211
	Min.	30,0	27,727	26,211	29,575	27,515	-
Допуск		-	0,280	0,560	0,425	0,212	-

Нижче побудуємо поля допусків посадки різьбового з'єднання – $M30 - \frac{6H}{6h}$.

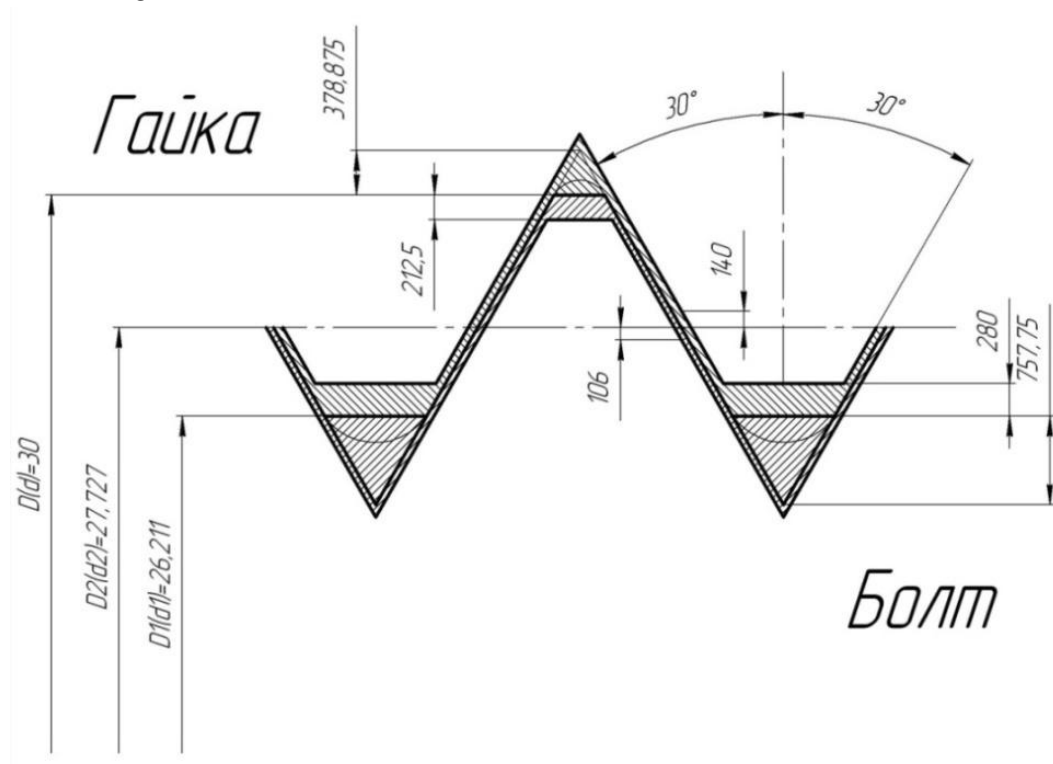


Рис. 8.3. Схема розташування полів допусків по профілю різі

Питання для самоконтролю

1. Класифікація різей.
2. Назвіть основні параметри метричної різі.

3. Як визначається висота контуру метричної різі та співвідношення між зрізами вершин болта та гайки?
4. Що таке довжина згвинчування різі та які групи довжин згвинчування ви знаєте?
5. Як утворюються поля допусків в посадках метричної різі?
6. Як позначаються посадки метричної різі на кресленнях?

Рекомендована література

1. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання, методичні вказівки до виконання курсової роботи для машинобудівних спеціальностей денної та заочної форм навчання / М.Г. Грушецька. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 56с.
2. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. – 144с.
3. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Приклади розв'язку задач: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 194с.
4. Допуски и посадки: Справочник. В 2х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. Ч.1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543с.
5. Козловский Н.С., Ключников В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». Учебное пособие для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 304с.

Практична робота №8

Тема: Розрахунок посадок шпонкових з'єднань.

Мета: Навчитись визначати розміри та допуски шпонкового з'єднання з призматичною шпонкою.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Зразки призматичних шпонок, вали, осі, шків, зубчасті колеса, зірочки тощо;
2. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
3. Довідники, додатки до виконання практичних робіт тощо.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

1. За номером залікової книжки виписати вихідні дані з таблиць 7.1 та 7.2.
2. Для заданого в таблиці 7.2 виду шпонкового з'єднання, користуючись ГОСТ 23360-78 та додатками, визначити граничні відхилення та допуски непосадочних розмірів: висоти та довжини шпонки, глибини пазу валу та втулки тощо.
3. Визначити граничні відхилення, допуски і граничні розміри всіх елементів шпонкового з'єднання.
4. Викреслити схему розташування полів допусків по ширині шпонки, визначити параметри посадки шпонки в паз валу і в паз втулки.
5. Виконати креслення шпонкового з'єднання і вказати всі розміри і відхилення.

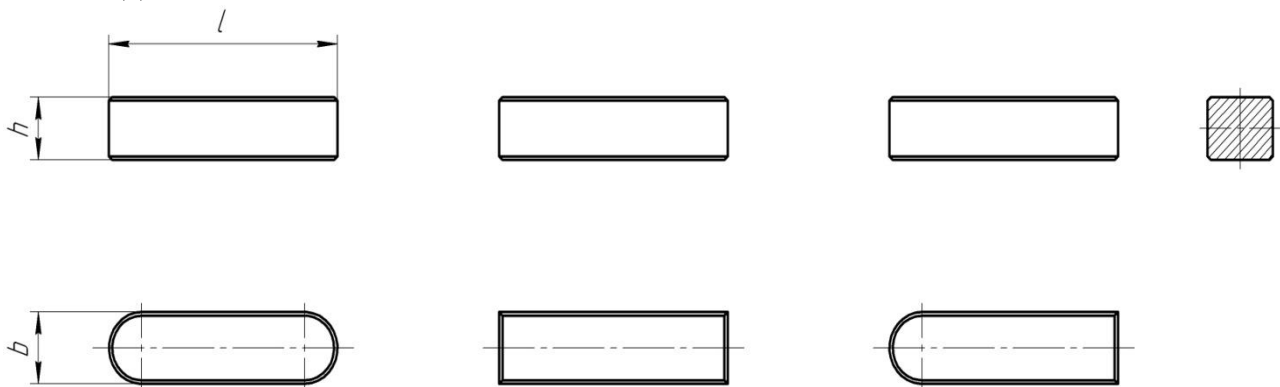


Рис. 7.1. Ескізи призматичних шпонок

Таблиця 7.1. Варіанти до виконання практичної роботи

Передостання цифра шрифту	Виконання шпонки	Діаметр вала d , мм	Довжина шпонки
0	1	440	500
1	1	10	18
2	2	22	40
3	3	30	50
4	1	50	80
5	2	75	120
6	3	150	220
7	1	230	360
8	2	260	400
9	3	330	4

Таблиця 7.2. Завдання до виконання практичної роботи

Остання цифра шрифту	Вид з'єднання по ширині шпонки	Умовне позначення полів допусків елементів з'єднання	
		отвору	вала
0	щільне	H8	k6
1	вільне	H7	js7
2	нормальне	H8	h7
3	щільне	M8	h6
4	вільне	K7	h6
5	нормальне	N7	h7
6	щільне	K8	h6
7	вільне	Js7	h7
8	нормальне	N8	n6
9	щільне	H7	m7

Приклад виконання

Згідно завдання задано шпонкове з'єднання з призматичною шпонкою виконання 1. Вид з'єднання шпонки – нормальне ($h9 - N9 - Js9$).

За ГОСТ 23360-78 шпонкове з'єднання отвору $\varnothing 150H9$ та валу $\varnothing 150d9$ має наступні основні параметрами: ширина шпонки $b = 36 \text{ мм}$, висота шпонки $h = 20 \text{ мм}$, номінальний діаметр з'єднання – $d = 150 \text{ мм}$, довжина шпонки – 220 мм (за умовою), $h9$ – поле допуску по ширині шпонки; $N9$ – поле допуску по ширині пазу валу; $Js9$ – поле допуску по ширині пазу втулки.

Таким чином, задана шпонка виконання 1 матиме позначення: Шпонка 36×20×220 ГОСТ 23360-78. Зверніть увагу, що ця шпонка виконання 2 буде мати позначення: Шпонка 2-36×20×220 ГОСТ 23360-78, а виконання 3 – шпонка 3-36×20×220 ГОСТ 23360-78.

За ГОСТ 23360-78 або з додатків по заданому діаметру вала $d=150$ мм вибираємо розміри з відхиленнями:

1. Визначаємо граничні розміри для шпонки $b = 36 \pm 0,062$ мм.

Поле допуску для ширини – $h9$ (за умовою).

Граничні відхилення: $es = 0, ei = -0,062$ мм, тоді:

$$b_{\max} = 36 \pm 0,062 \text{ мм}; b_{\min} = 35,938 \pm 0,062 \text{ мм}; Tb = es - ei = 0 - (-0,062) = 0,062 \pm 0,062 \text{ мм}.$$

2. Визначаємо граничні розміри висоти шпонки $h = 20 \pm 0,13$ мм. Поле допуску на висоту шпонки $h11-(20h11)$.

Граничні відхилення: $es = 0, ei = -0,13$ мм, тоді:

$$h_{\max} = 20 \pm 0,13 \text{ мм}; h_{\min} = 19,87 \pm 0,13 \text{ мм}; Th = es - ei = 0 - (-0,13) = 0,13 \pm 0,13 \text{ мм}.$$

3. Визначаємо граничні розміри ширини паза на вал.

Номінальна ширина пазу на валу дорівнює номінальній ширині шпонки – $b = 36 \pm 0,062$ мм.

Поле допуску для ширини пазу на валу – $N9$ (за умовою).

Граничні відхилення: $ES = 0, EI = -0,062$ мм, тоді:

$$b_{\max} = 36 \pm 0,062 \text{ мм}; b_{\min} = 35,938 \pm 0,062 \text{ мм};$$

$$Tb = ES - EI = 0 - (-0,062) = 0,062 \pm 0,062 \text{ мм}.$$

4. Визначимо граничні розміри ширини паза у втулці.

Номінальна ширина пазу у втулці дорівнює номінальній ширині шпонки – $b = 36 \pm 0,062$ мм.

Поле допуску для ширини паза у втулці – $Js9$ (за умовою задачі).

Граничні відхилення:

$$ES = +0,031 \text{ мм}, EI = -0,031 \text{ мм},$$

$$\text{тоді: } b_{\max} = 36,031 \pm 0,031 \text{ мм}; b_{\min} = 35,969 \pm 0,031 \text{ мм};$$

$$Tb = ES - EI = 0,031 - (-0,031) = 0,062 \pm 0,062 \text{ мм}.$$

5. Визначаємо граничні розміри глибини паза валу t_1 (t_1 має перевагу над розміром $d - t_1$).

Для січення шпонки $36 \times 20 \pm 0,13$ мм і діаметра валу 150 мм глибина паза валу $t_1 = 12,0 \pm 0,2$ мм (ГОСТ 23360 - 78).

Граничні відхилення: $es = +0,2$ мм, $ei = 0$, тоді:

$$t_{1\max} = 12,02 \pm 0,2 \text{ мм}; t_{1\min} = 12,0 \pm 0,2 \text{ мм}; Tt_1 = es - ei = 0,2 - 0 = 0,2 \pm 0,2 \text{ мм}.$$

6. Визначаємо граничні розміри розміру, зв'язаного з глибиною паза втулки $d + t_2$.

Для січення шпонки $36 \times 20 \pm 0,13$ мм і діаметра валу 150 мм глибина паза у втулці $t_2 = 8,4 \pm 0,4$ мм, тоді: $d + t_2 = 150,0 + 8,4 = 158,4 \pm 0,4$ мм.

Граничні відхилення: $es = +0,2$ мм, $ei = 0$, тоді:

$$(d + t_2)_{\max} = d + t_2 + es = 158,4 + 0,2 = 158,6 \pm 0,4 \text{ мм};$$

$$(d + t_2)_{\min} = d + t_2 + ei = 158,4 \pm 0,4 \text{ мм};$$

$$T_{(d+t_2)} = es - ei = 0,2 - 0 = 0,2 \pm 0,2 \text{ мм}.$$

7. Будуємо схему розташування полів допусків шпонкового з'єднання:

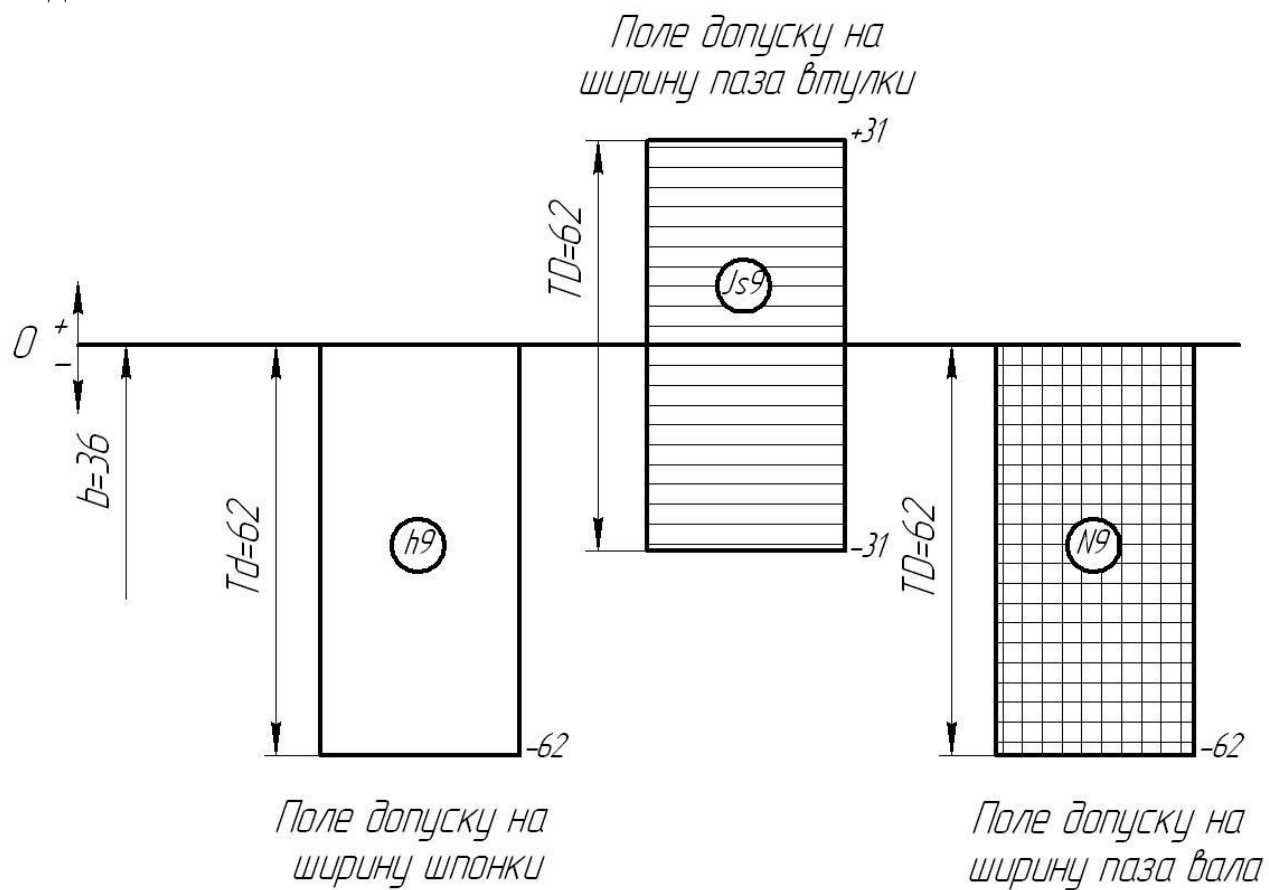


Рис. 9.2. Схема розташування полів допусків шпонкового з'єднання

Питання для самоконтролю

1. Які види шпонкового з'єднання ви знаєте?
2. Для чого призначене шпонкове з'єднання?
3. Назвіть основні параметри з'єднання з призматичною шпонкою.
4. Як отримуються посадки з'єднання з призматичною шпонкою?
5. Які допуски призначаються на непосадочні розміри з'єднання?
6. Які види посадок можуть бути отриманні при з'єднанні валу та корпусу призматичними шпонками?
7. У чому особливість з'єднання сегментною шпонкою?

Рекомендована література

1. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання, методичні вказівки до виконання курсової роботи для машинобудівних спеціальностей денної та заочної форм навчання / М.Г. Грушецька. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 56с.
2. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. – 144с.
3. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Приклади розв'язку задач: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 194с.
4. Допуски и посадки: Справочник. В 2х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. Ч.1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543с.
5. Козловский Н.С., Ключников В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». Учебное пособие для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 304с.

Практична робота №9

Тема: Розрахунок посадок шліцевих з'єднань.

Мета: Навчитись вибирати граничні відхилення для заданого шліцевого з'єднання. Навчитись розраховувати розмірні параметри для виготовлення шліцевої втулки і вала.

Контроль засвоєння: Захист звітів в усній чи письмовій формі, або тестування.

Обладнання та оснащення робочого місця

1. Зразки прямо бічних шліцевих поверхонь на валах, осях, шківках, зубчастих колесах, зірочках тощо;
2. Технічні нормативно-правові акти (ТНПА);
3. Довідники, додатки до виконання практичних робіт тощо.

Завдання, хід і порядок виконання роботи

1. Виписати за номером залікової книжки вихідні дані з таблиці 9.1.
2. Визначити за вихідними даними серію та нормальні розміри основних геометричних параметрів шліцевих деталей для прямобічного шліцевого з'єднання – d , D , b .
3. За ГОСТ 1139-80 визначити граничні відхилення розмірів шліцевого прямобічного з'єднання: виберіть граничні відхилення на виготовлення шліцевих втулки і вала.
4. Розрахуйте розмірні параметри шліцевого прямобічного з'єднання.
5. Дані розрахунків занесіть в таблиці за формою таблиць 9.3-9.5.
6. Накреслити схеми розташування полів допусків і нормальне січення з'єднання (креслення), вказати розміри і допуски шліцевих поверхонь і їх умовних позначень.
7. Записати повне умовне позначення прямобічного шліцевого з'єднання згідно варіанту.

Таблиця 9.1. Варіанти до виконання практичної роботи

Передостання цифра шифру	Основні параметри з'єднання ($z \times d \times D$) розміри, мм	Ширина шліців b , мм
0	$20 \times 92 \times 102$	7
1	$6 \times 26 \times 30$	6
2	$8 \times 46 \times 50$	9
3	$10 \times 112 \times 120$	18
4	$6 \times 16 \times 20$	4
5	$6 \times 26 \times 32$	6
6	$8 \times 36 \times 42$	7
7	$10 \times 72 \times 82$	12
8	$10 \times 32 \times 40$	5
9	$16 \times 26 \times 72$	6

Таблиця 9.2. Завдання до виконання практичної роботи

Остання цифра шифру	Центруюча поверхня	Умовне позначення посадки		
		Діаметр		По ширині
		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>b</i>
1	<i>d</i>	-	-	<i>D9 / e8</i>
2	<i>b</i>	<i>H8 / e8</i>	<i>H12 / a11</i>	<i>F8 / js7</i>
3	<i>D</i>	-	<i>H7 / js6</i>	<i>F8 / h8</i>
4	<i>d</i>	-	-	<i>F8 / f7</i>
5	<i>b</i>	<i>H7 / g6</i>	<i>H12 / a11</i>	<i>D9 / e8</i>
6	<i>D</i>	-	<i>H7 / f7</i>	<i>F8 / f8</i>
7	<i>d</i>	-	-	<i>D9 / e8</i>
8	<i>b</i>	<i>H7 / js6</i>	<i>H12 / a11</i>	<i>D9 / f8</i>
9	<i>D</i>	-	<i>H7 / n7</i>	<i>F8 / js7</i>
0	<i>D</i>	-	<i>H7 / h7</i>	<i>D9 / f7</i>

Приклад виконання**Приклад 1.**

Дано: вид шліцьового з'єднання – прямобічне; центруючий параметр (поверхня) – *D*. Вид серії розмірів – легка.

$$z = 10; d = 72; D = 78, \text{ посадка по } D - \frac{H7}{c8}.$$

1. Визначаємо номінальний розмір за ГОСТ 1139-80:

$$b = 12 \text{ мм}; d_1 = 69,6 \text{ мм}; (\text{не менше}); c = 0,5^{+0,3} \text{ мм}; (\text{не більше}), r = 0,5 \text{ мм}; (\text{не більше}).$$

2. Визначаємо поля допусків нецентруючих діаметрів за ГОСТ 1139-80:

d - вал не менше $d_1 = 69,6 \text{ мм}$; *D* - втулка *H11*;

b - вал - *h9*; *b* - втулка - *F8*.

Запис умовного позначення шліцьового з'єднання:

$$D - 10 \times 72 \times 78 \frac{H7}{c8} \times 12 \frac{F8}{h9}.$$

Таблиця 10.3. Граничні відхилення шліцьового з'єднання

Деталь	Параметри	Розмір	Поле допуску	Верхнє відхилення	Нижнє відхилення	Допуск
Втулка	<i>D</i>	78	<i>H7</i>	+0,03	0	0,03
	<i>d</i>	72	<i>H11</i>	+0,19	0	0,19
	<i>b</i>	12	<i>F8</i>	+0,043	+0,016	0,27
Вал	<i>D</i>	78	<i>c8</i>	-0,150	-0,196	0,046
	<i>d</i>	$d > d_1$	$d_1 = 69,6$			
	<i>b</i>	12	<i>h9</i>	0	-0,043	0,043

Приклад 2.

Задано шліцьове з'єднання: $d - z \times d \times D \times b$;

$d-6 \times 23H8/e8 \times 28H12/a11 \times 6D9/d9$.

Записуємо позначення шліцьових втулки і вала:

$d-6 \times 23H8 \times 28H12 \times 6D9$ - втулка;

$d-6 \times 23e8 \times 28a11 \times 6d9$ - вал;

де: d – літера, яка вказує на вид центрування по внутрішньому діаметру;

$z=6$ - число шліців;

$d=23$ - внутрішній діаметр, мм;

$D=28$ - зовнішній діаметр, мм;

$b=6$ - ширина шліців, мм;

За ГОСТ 25347-82 (СТ СЕВ 144-75) або з додатків вибираємо граничні відхилення розмірів:

$$d = 23H8 / e8; \varnothing 23H8^{+0,033}_{-0,073}; \varnothing 23e8^{-0,040}_{-0,073};$$

$$D = 28H12 / a11; \varnothing 28H12^{+0,210}_{-0,43}; \varnothing 28a11^{-0,30}_{-0,43};$$

$$b = 6D9 / d9; 6D9^{+0,06}_{+0,03}; 6d9^{-0,03}_{-0,06}.$$

Всі вибрані дані записуємо в таблиці 10.4 і 10.5.

Таблиця

9.4.

Втулка

шліцьова

$$d - 6 \times 23H8^{+0,033}_{+0,03} \times 28H12^{+0,210}_{+0,03} \times 6D9^{+0,06}_{+0,03}$$

Номінальний розмір, мм	Умовне позначення поля допуску	Граничне відхилення розміру, мм		Граничний розмір, мм		Допуск, мм
		Верхн є ES	Нижн є EI	Найбільш ий	Найменш ий	
$d=23$	$H8$	+0,033	0	23,033	23,000	0,030
$D=28$	$H12$	+0,210	0	28,210	28,000	0,210
$b=6$	$D9$	+0,060	+0,030	6,060	6,030	0,030

Таблиця 9.5. Вал шліцьовий $d - 6 \times 23e8^{-0,040}_{-0,073} \times 28a11^{-0,30}_{-0,43} \times 6d9^{-0,03}_{-0,06}$

Номінальний розмір, мм	умовне позначення поля допуску	Граничне відхилення розміру, мм		Граничний розмір, мм		Допуск, мм
		Верхн є es	Нижн є ei	Найбільш ий	Найменш ий	
$d=23$	$e8$	-0,040	-0,073	22,960	22,927	0,033
$D=28$	$a11$	-0,300	-0,430	27,700	27,570	0,130
$b=6$	$d9$	-0,030	-0,060	5,970	5,940	0,030

Викреслюємо схеми розміщення полів допусків.

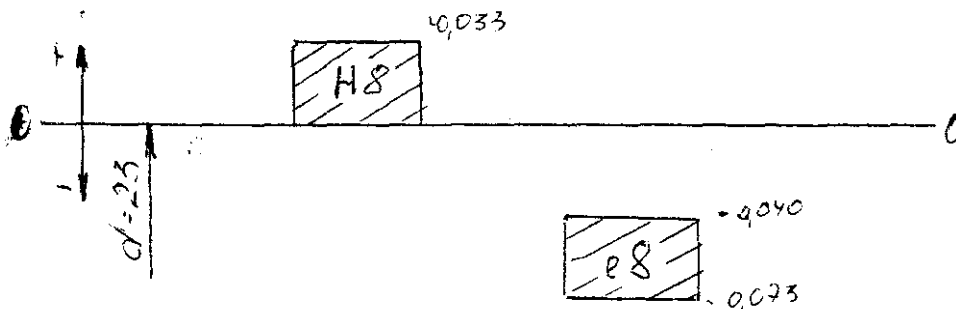


Рис.9.1.Схема розміщення полів допусків для розміру d

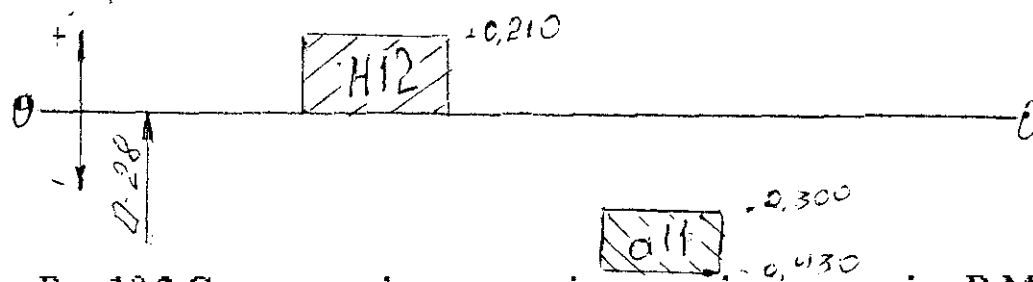


Рис.9.2.Схема розміщення полів допусків для розміру D

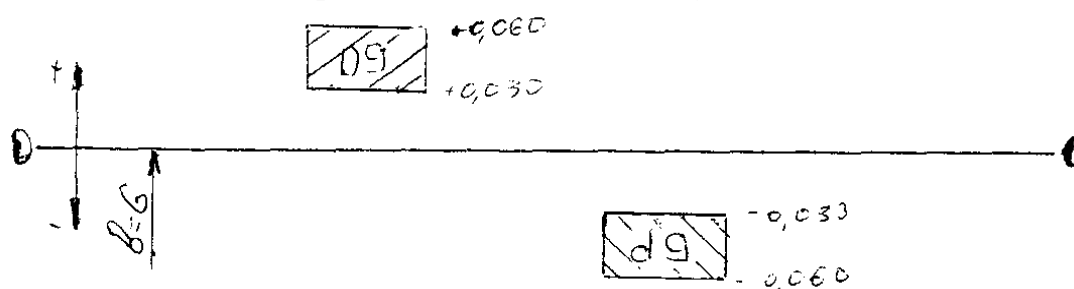


Рис.9.3.Схема розміщення полів допусків для розміру b

Приклад 3.

Задано шліцьове з'єднання $b-6 \times 23 \times 28 \times 6D9/d9$.

Записуємо позначення шліцьових втулки і вала:

$d-6 \times 23 \times 28 \times 6D9$ - втулка;

$d-6 \times 23 \times 28 \times 6d9$ - вал ;

де: b - літера, що вказує на вид центрування по боковим сторонам шліців, інші дані такі як і в попередньому прикладі.

За ГОСТ 1139-80 або з додатків вибираємо поля допусків нецентруючих діаметрів. Шліцьове з'єднання можна записати вже інакше, записавши поля допусків наступним чином:

$d-6 \times 23H11 \times 28H12 \times 6D9$ – втулка;

$d-6 \times 23* \times 28a11 \times 6d9$ – вал.

* - діаметр d повинен бути не менший діаметра $d=21,3$ мм по ГОСТ 1139-80 або додаткам.

За ГОСТ 25347-82 або з додатків вибираємо граничні відхилення розмірів.

$$d = 23; \text{ до } \text{Ø}23H11^{+0,130}; \text{ до } \text{Ø}23^*;$$

$$D = 28; \text{ до } \text{Ø}28H12^{+0,210}; \text{ до } \text{Ø}28a11^{-0,30}_{-0,43};$$

$$b = 6; \text{ до } 6D9^{+0,06}_{+0,03}; \text{ до } 6d9^{-0,03}_{-0,06}.$$

Всі вибрані дані записуємо в таблицю 10.6 і 10.7.

Таблиця

9.6.

Втулка

шліцьова

$$d - 6 \times 23H11^{+0,130} \times 28H12^{+0,210} \times 6D9^{+0,06}_{+0,03}$$

Номінальний розмір, мм	Умовне позначення поля допуску	Граничне відхилення розміру, мм		Граничний розмір, мм		Допуск, мм
		Верхнє ES	Нижнє EI	Max	Min	
$d=23$	$H11$	+0,130	0	23,130	23,000	0,130
$D=28$	$H12$	+0,210	0	28,210	28,000	0,210
$b=6$	$D9$	+0,060	+0,030	6,060	6,030	0,030

Таблиця 9.7. Вал шліцьовий $d - 6 \times 23 \times 28a11^{-0,30}_{-0,43} \times 6d9^{-0,03}_{-0,06}$

Номінальний Розмір, мм	Умовне позначення поля допуску	Граничне відхилення розміру, мм		Граничний розмір, мм		Допуск, мм
		Верхнє es	Нижнє ei	Max	Min	
$d=23$	*	-	-	-	$d \geq 21,3$	-
$D=28$	$a11$	-0,300	-0,430	27,700	27,570	0,130
$b=6$	$d9$	-0,030	-0,060	5,970	5,940	0,030

Викреслюємо схеми розміщення полів допусків.

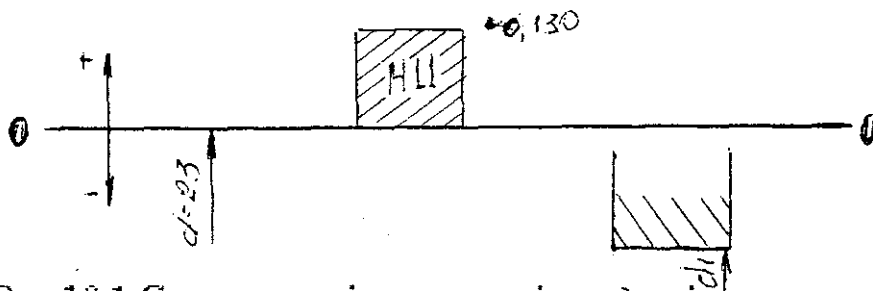


Рис.9.4.Схеми розміщення полів допусків для розміру d

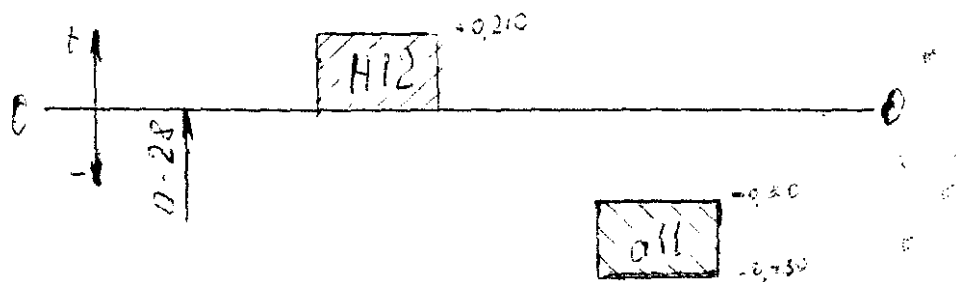


Рис.9.5. Схема розміщення полів допусків для розміру D

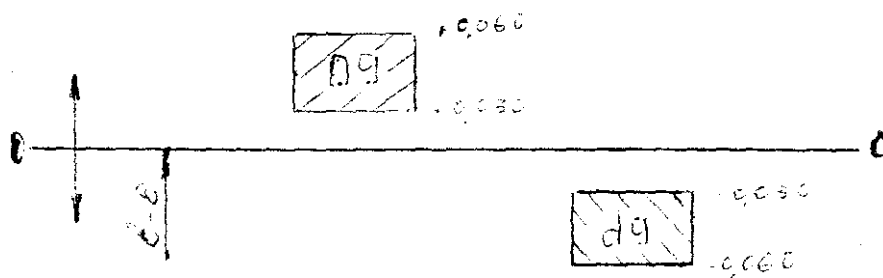


Рис.9.6. Схема розміщення полів допусків для розміру b

Питання для самоконтролю

1. У яких випадках застосовуються прямобічні шліцьові з'єднання?
2. Як вибираються поля допусків залежно від способу центрування?
3. Як позначаються шліцьові з'єднання з прямобічним профілем на кресленнях?

Рекомендована література

1. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання, методичні вказівки до виконання курсової роботи для машинобудівних спеціальностей денної та заочної форм навчання / М.Г. Грушецька. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 56с.
2. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. – 144с.
3. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Приклади розв'язку задач: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. – 194с.
4. Допуски и посадки: Справочник. В 2х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. Ч.1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543с.
5. Козловский Н.С., Ключников В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». Учебное пособие для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 304с.

Практична робота №10

Тема: Розрахунок виконавчих та граничних розмірів гладких граничних калібрів.

Методичні вказівки призначені для самостійного оволодіння знань з контролю деталей в умовах серійного та масового виробництва і формування вмінь забезпечення принципів взаємозамінності під час проектування та виробництва машинобудівної продукції, а саме в частині «Контроль гладких валів та отворів».

Метою самостійної роботи є закріплення теоретичних положень; ознайомлення з основними розрахунками; набуття практичних навичок у користуванні довідниковим матеріалом.

Для цього необхідно засвоїти загальні положення; для одного з варіантів (Додаток 1) розрахувати граничні та виконавчі розміри робочих та контрольних калібрів (якщо вони передбачені стандартом) для контролю деталей з'єднання.

Загальні положення

Калібри – це безшкальні засоби вимірювання, призначені для контролю розмірів, форми та розташування поверхонь деталей. Калібри застосовують для контролю деталей з допусками IT6-IT17 здебільшого в умовах серійного та масового виробництва. Деталі з допусками IT5 і точніше контролюють універсальними засобами вимірювання – оптиметрами, мікроскопами, оптикаторами та ін.

Розрізняють калібри нормальні та калібри граничні. **Нормальними калібрами** називають калібри, розміри яких відповідають номінальним розмірам об'єкта, що контролюється. Серед нормальних калібрів знаходять застосування такі калібри як шаблони, щупи, конусні калібри.

Граничні калібри призначені для контролю граничних розмірів деталі, тобто за допомогою граничного калібру визначають, чи розміщується дійсний розмір вимірюваної поверхні між найбільшим та найменшим граничними розмірами. Граничні калібри мають прохідний бік - ПР і непрохідний - НЕ. Якщо прохідний калібр проходить через контрольовану поверхню, а непрохідний - не проходить, то це означає, що розмір даної поверхні розміщується між заданими граничними розмірами і деталь придатна (рис.1.1).

Калібрами неможливо виміряти величину дійсного розміру або величину відхилення контрольованої поверхні від заданого розміру, форми або взаємного розташування поверхонь. За допомогою калібрів деталі лише сортують на три групи: придатні деталі, брак за завищеними розмірами та брак за заниженими розмірами.

Граничні калібри класифікують таким чином:

- за формою контрольованої поверхні розрізняють калібри для контролю отворів (пробки), калібри для контролю валів (скоби),

калібри для перевірки лінійних розмірів (довжин, висот, глибин і т.п.), для контролю правильності розміщення різних частин і поверхонь деталей;

- залежно від контрольованої границі поверхні поділяють калібри на прохідні ПР та непрохідні НЕ;
- за призначенням калібри поділяють на робочі та контрольні. Робочими калібрами контролюють деталь під час її виготовлення. Контрольні калібри призначені для перевірки робочих калібрів-скоб під час їх виготовлення та експлуатації, а також при настроюванні регульованих калібрів. Контрольні калібри є непрохідними і використовуються для вилучення з експлуатації зношених прохідних робочих скоб. Застосування контрольних калібрів вносить похибки у вимірювання, тому перевагу слід надавати кінцевим мірам довжини та універсальним засобам вимірювання;
- за формою вимірюваних поверхонь розрізняють калібри комплексні та елементні. Форма вимірюваних поверхонь комплексних калібрів така, як форма спряжених поверхонь, наприклад, калібр-пробка для контролю отвору. Комплексним калібром не можна контролювати окремі елементи поверхні (конусоподібність, овальність), а тільки з'ясовується придатність деталі.
- за конструкцією розрізняються калібри: жорсткі, регульовані, однобічні граничні та двобічні граничні.

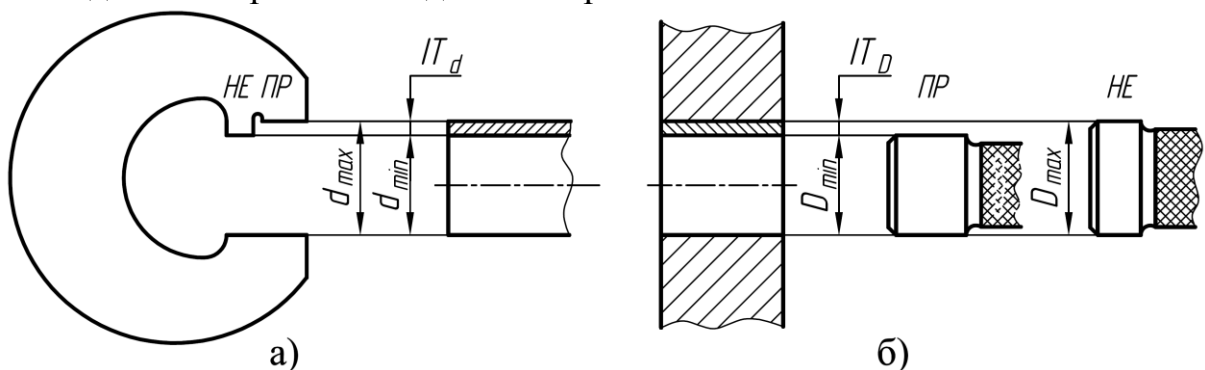


Рис. 1.1 – Схема контролю граничними калібрами: а) - схема контролю вала калібром-скобою; б) - схема контролю отвору калібром-пробкою: d_{max} і d_{min} - найбільший та найменший граничні розміри вала; D_{max} і D_{min} - найбільший та найменший граничні розміри отвору, T – допуск на виготовлення отвору чи вала

Розміри вимірювальних поверхонь калібрів, як і розміри поверхонь деталей, неможливо виконати абсолютно точно, тому на розміри прохідних і непрохідних калібрів передбачають допуски на виготовлення. У процесі роботи під час вимірювання поверхні калібрів стираються і їхні розміри змінюються - розміри пробок зменшуються, а розміри скоб - збільшуються.

Через зношення прохідного калібру може змінитися характер посадки. Тому крім допусків на виготовлення передбачають допуски на

зношення калібрів. Через те, що прохідні калібри зношуються значно інтенсивніше від непрохідних, допуск на зношення встановлено лише для прохідних калібрів, що обмежує вихід розмірів калібрів за границі поля допуску деталі.

Схеми розміщення полів допусків робочих калібрів-пробок та калібрів-скоб, а також контрольних калібрів за ГОСТ 24853-81 для номінальних розмірів до 180 мм наведені на рис.1.2, а для розмірів понад 180 мм - на рис.1.3. Числові значення допусків та відхилень калібрів наведені у дод. 1..

На кресленнях калібру проставляють його виконавчі розміри, кожний з яких складається з номінального розміру та допуску. Виконавчі розміри робочих калібрів-пробок і калібрів-скоб, а також контрольних калібрів підраховують за формулами (табл.1.1). За номінальний розмір приймають розмір, який відповідає максимуму матеріалу калібру (прохідна границя) і задається йому одностороннє відхилення, що дорівнює допуску і спрямоване «у тіло» калібру. Для калібру-пробки (вала) за номінальний розмір беруть найбільший граничний розмір і задають відхилення «в мінус». Наприклад, якщо робочий калібр-пробка для контролю отворів $\varnothing 20H7$ має граничні розміри $d_{\max}=20,005$ мм і $d_{\min}=20,001$ мм, то на кресленні калібру вказують виконавчий розмір $\varnothing 20,005_{-0,004}$.

Для калібру-скоби (отвору) номінальним розміром вважається її найменший граничний розмір. Допуск на виготовлення відраховують «у тіло» калібру, тобто «в плюс». Наприклад, якщо робочий калібр-скоба для контролю валів $\varnothing 20m7$ має граничні розміри $D_{\max}=20,028$ мм і $D_{\min}=20,024$ мм, то на кресленні калібру вказують виконавчий розмір $\varnothing 20,024^{+0,004}$.

Під час маркування на калібр наносять номінальний розмір та поле допуску деталі, для контролю якої призначений калібр. Наприклад, на калібрі-пробці буде напис $\varnothing 50H7$. Крім того наносять граничні відхилення розміру виробу в міліметрах, тип калібру (ПР чи НЕ) та товарний знак заводу-виробника.

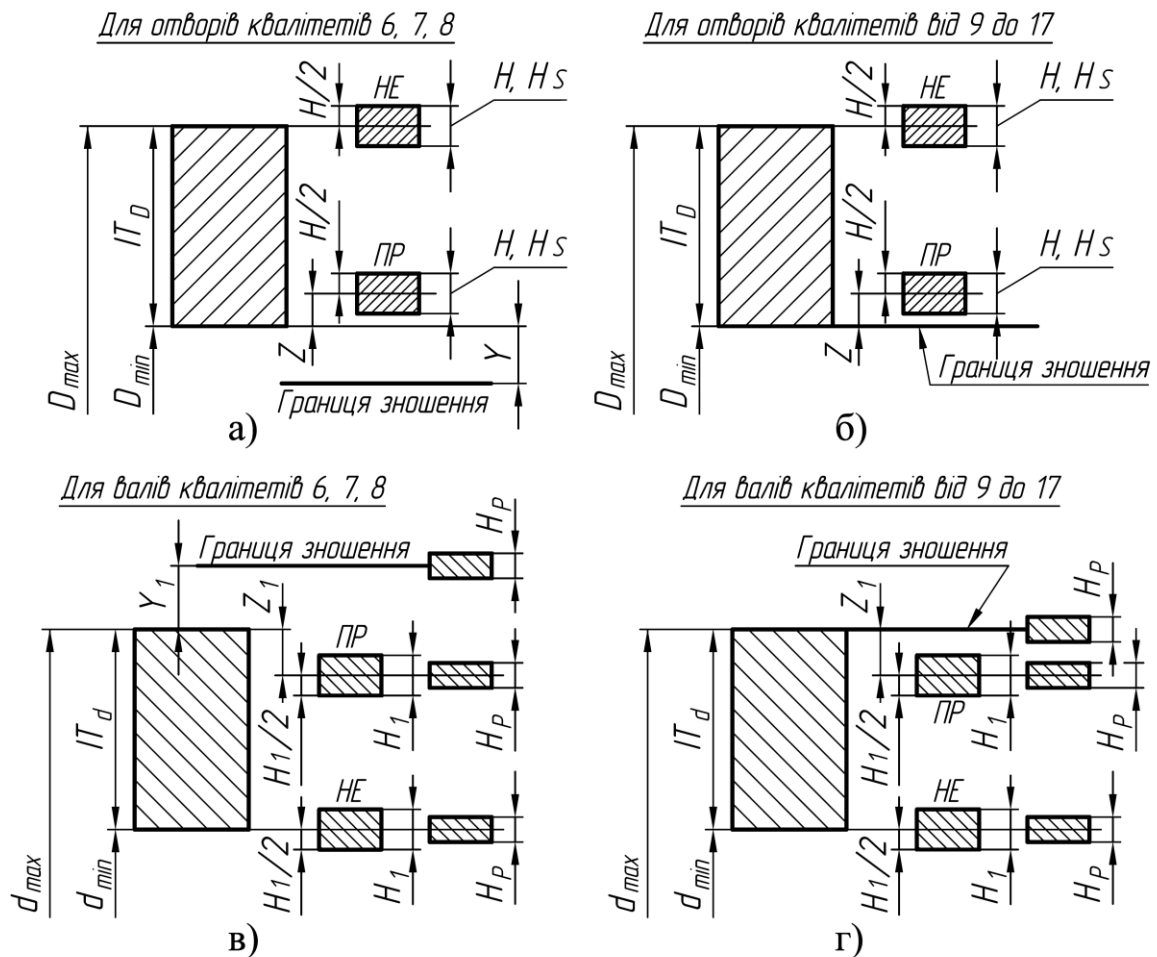


Рис. 1.2 - Схема розміщення полів допусків калібрів для номінальних розмірів до 180 мм. а), б) - схеми полів допусків калібру-пробки; в), г) - схеми полів допусків калібру-скоби:

$D_{\max}$ - найбільший граничний розмір отвору;
 $D_{\min}$ - найменший граничний розмір отвору;
 IT_D - допуск на виготовлення отвору;
 $d_{\max}$ - найбільший граничний розмір вала;
 $d_{\min}$ - найменший граничний розмір вала;
 IT_d - допуск на виготовлення вала;
 H - допуск на виготовлення калібру-пробки;
 H_s - допуск на виготовлення калібру-пробки зі сферичними вимірювальними поверхнями;
 H_P - допуск на виготовлення контрольного калібру для скоби;
 H_1 - допуск на виготовлення калібру-скоби;
 Z - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру для отвору відносно найменшого граничного розміру отвору;
 Z_1 - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру для вала відносно найбільшого граничного розміру вала;
 Y - допустимий вихід розміру зношеного калібру-пробки за межі поля допуску отвору;
 Y_1 - допустимий вихід розміру зношеного калібру-скоби за межі поля допуску вала.

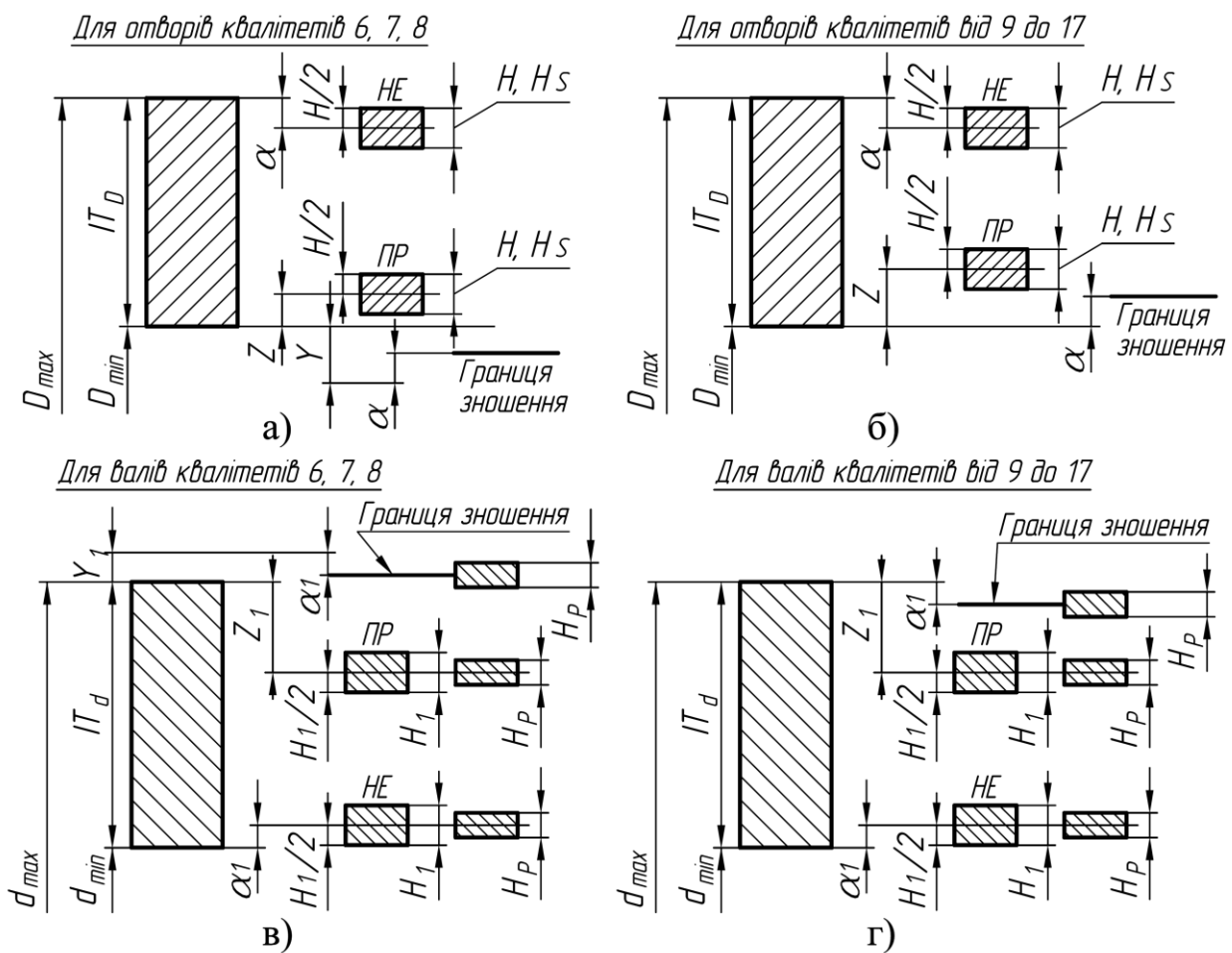


Рис. 1.3 - Схема розміщення полів допусків калібрів для номінальних розмірів понад 180 мм; α - величина компенсації похибок контролю калібрами отворів понад 180мм; α_1 - величина компенсації похибок контролю калібрами валів понад 180мм

Формули для підрахунку виконавчих розмірів калібрів (за ГОСТ 24853-81)

Калібр		Номинальний розмір виробу							
		До 180 мм				Понад 180 до 500 мм			
		Робочий калібр		Контрольний калібр		Робочий калібр		Контрольний калібр	
		Розмір	Допуск	Розмір	Допуск	Розмір	Допуск	Розмір	Допуск
Для отвору	Прохідний бік новий	$D_{\min} + Z$	$\pm H/2$	—	—	$D_{\min} + Z$	$\pm H/2$ або $\pm H_s/2$	—	—
	Прохідний бік зношений	$D_{\min} - Y$	—	—	—	$D_{\min} - Y + \alpha$	—	—	—
	Непрохідний бік	$D_{\max}$	$\pm H/2$ або $\pm H_s/2$	—	—	$D_{\max} - \alpha$	$\pm H/2$ або $\pm H_s/2$	—	—
Для вала	Прохідний бік новий	$D_{\max} - Z_1$	$\pm H_1/2$	$D_{\max} - Z_1$	$\pm H_p/2$	$D_{\max} - Z_1$	$\pm H_1/2$	$D_{\max} - Z_1$	$\pm H_p/2$
	Прохідний бік зношений	$D_{\max} + Y_1$	—	$D_{\max} + Y_1$	$\pm H_p/2$	$D_{\max} + Y_1 - \alpha_1$	—	$D_{\max} + Y_1 - \alpha_1$	$\pm H_p/2$
	Непрохідний бік	$D_{\min}$	$\pm H_1/2$	$D_{\min}$	$\pm H_p/2$	$D_{\min} + \alpha_1$	$\pm H_1/2$	$D_{\min} + \alpha_1$	$\pm H_p/2$

1.1 Приклад розрахунків

Розрахувати граничні та виконавчі розміри робочих калібрів для контролю деталей з'єднання $\varnothing 220H9/d9$ та контрольних калібрів для перевірки робочих калібрів-скоб. Побудувати схеми полів допусків.

1. Робочий калібр-пробка для контролю отвору $\varnothing 220H9$.

Схема полів допусків калібрів для контролю отвору $\varnothing 220H9$ відповідає схемі зображених на рис.1.36 (ГОСТ 24853-81).

Граничні відхилення та допуск отвору $\varnothing 220H9$ визначаються за додатками 2,4:

$$EI = 0; IT_D = 115 \text{ мкм}; ES = EI + IT_D = 0 + 115 = +115 \text{ мкм}.$$

Граничні розміри отвору становлять:

$$D_{\min} = D + EI = 220 + 0 = 220 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = D + ES = 220 + 0,115 = 220,115 \text{ мм}.$$

Допуски та відхилення робочого калібру-пробки визначаються за додатком 1:

$$Z = 21 \text{ мкм}; Y = 0; \alpha = 4 \text{ мкм}; H = 10 \text{ мкм}.$$

Граничні розміри робочого калібру-пробки розраховуються за формулами табл.1.1.

Прохідний бік новий:

$$PP_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2} = 220 + 0,021 + \frac{0,010}{2} = 220,026 \text{ мм};$$

$$PP_{\min} = D_{\min} + Z - \frac{H}{2} = 220 + 0,021 - \frac{0,010}{2} = 220,016 \text{ мм}.$$

Прохідний бік зношений:

$$PP_{\text{зн}} = D_{\min} - Y + \alpha = 220 - 0 + 0,004 = 220,004 \text{ мм}.$$

Непрохідний бік:

$$HE_{\max} = D_{\max} - \alpha + \frac{H}{2} = 220,115 - 0,004 + \frac{0,010}{2} = 220,116 \text{ мм};$$

$$HE_{\min} = D_{\max} - \alpha - \frac{H}{2} = 220,115 - 0,004 - \frac{0,010}{2} = 220,106 \text{ мм}.$$

Виконавчий розмір прохідного боку: $\varnothing 220,026_{-0,01}$.

Виконавчий розмір непрохідного боку: $\varnothing 220,106_{-0,01}$.

2. Робочий калібр-скоба для контролю вала $\varnothing 220d9$.

Схема полів допусків калібру-скоби для контролю вала $\varnothing 220d9$ відповідає схемі, зображеній на рис.13.3г (ГОСТ 24853-81).

Граничні відхилення та допуск вала $\varnothing 220d9$ визначаються за додатками 2,3:

$$es = -170 \text{ мкм}; IT_d = 115 \text{ мкм}; ei = es - IT_d = -170 - 115 = -285 \text{ мкм}.$$

Граничні розміри вала становлять:

$$d_{\min} = d + ei = 220 - 0,285 = 219,715 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d + es = 220 - 0,170 = 219,830 \text{ мм}.$$

Допуски та відхилення робочого калібру-скоби визначаються за додатком 1:

$$Z_1 = 21 \text{ мкм}; Y_1 = 0; \alpha_1 = 4 \text{ мкм}; H_1 = 14 \text{ мкм}.$$

Граничні розміри робочого калібру-скоби розраховуються за формулами табл.1.1.

Прохідний бік новий:

$$PP_{\max} = d_{\max} - Z_1 + \frac{H_1}{2} = 219,830 - 0,021 + \frac{0,014}{2} = 219,816 \text{ мм};$$

$$PP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 219,830 - 0,021 - \frac{0,014}{2} = 219,802 \text{ мм}.$$

Прохідний бік зношений:

$$PP_{\text{зн}} = d_{\max} + Y_1 - \alpha_1 = 219,830 + 0 - 0,004 = 219,826 \text{ мм}.$$

Непрохідний бік:

$$HE_{\max} = d_{\min} + \alpha_1 + \frac{H_1}{2} = 219,715 + 0,004 + \frac{0,014}{2} = 219,726 \text{ мм};$$

$$HE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - \frac{H_1}{2} = 219,715 + 0,004 - \frac{0,014}{2} = 219,712 \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір прохідного боку: $\varnothing 219,802^{+0,014}$.

Виконавчий розмір непрохідного боку: $\varnothing 219,712^{+0,014}$.

3. Контрольний калібр для контролю робочого калібру-скоби $\varnothing 220d9$.

Допуск контрольного калібру визначаються за додатком 1: $H_p = 7 \text{ мкм}$.

Граничні розміри контрольного калібру розраховуються за формулами табл.1.1.

Прохідний бік новий:

$$KIP_{\max} = d_{\max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 219,830 - 0,021 + \frac{0,007}{2} = 219,812 \text{ мм;}$$

$$KIP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_p}{2} = 219,830 - 0,021 - \frac{0,007}{2} = 219,8055 \text{ мм.}$$

Прохідний бік зношений:

$$KZH_{\max} = d_{\max} + Y_1 - \alpha_1 + \frac{H_p}{2} = 219,830 + 0 - 0,004 + \frac{0,007}{2} = 219,8295 \text{ мм;}$$

$$KZH_{\min} = d_{\max} + Y_1 - \alpha_1 - \frac{H_p}{2} = 219,830 + 0 - 0,004 - \frac{0,007}{2} = 219,8225 \text{ мм.}$$

Непрохідний бік:

$$KHE_{\max} = d_{\min} + \alpha_1 + \frac{H_p}{2} = 219,715 + 0,004 + \frac{0,007}{2} = 219,7225 \text{ мм;}$$

$$KHE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - \frac{H_p}{2} = 219,715 + 0,004 - \frac{0,007}{2} = 219,7155 \text{ мм.}$$

Схеми полів допусків калібрів наведені на рис.1.4.

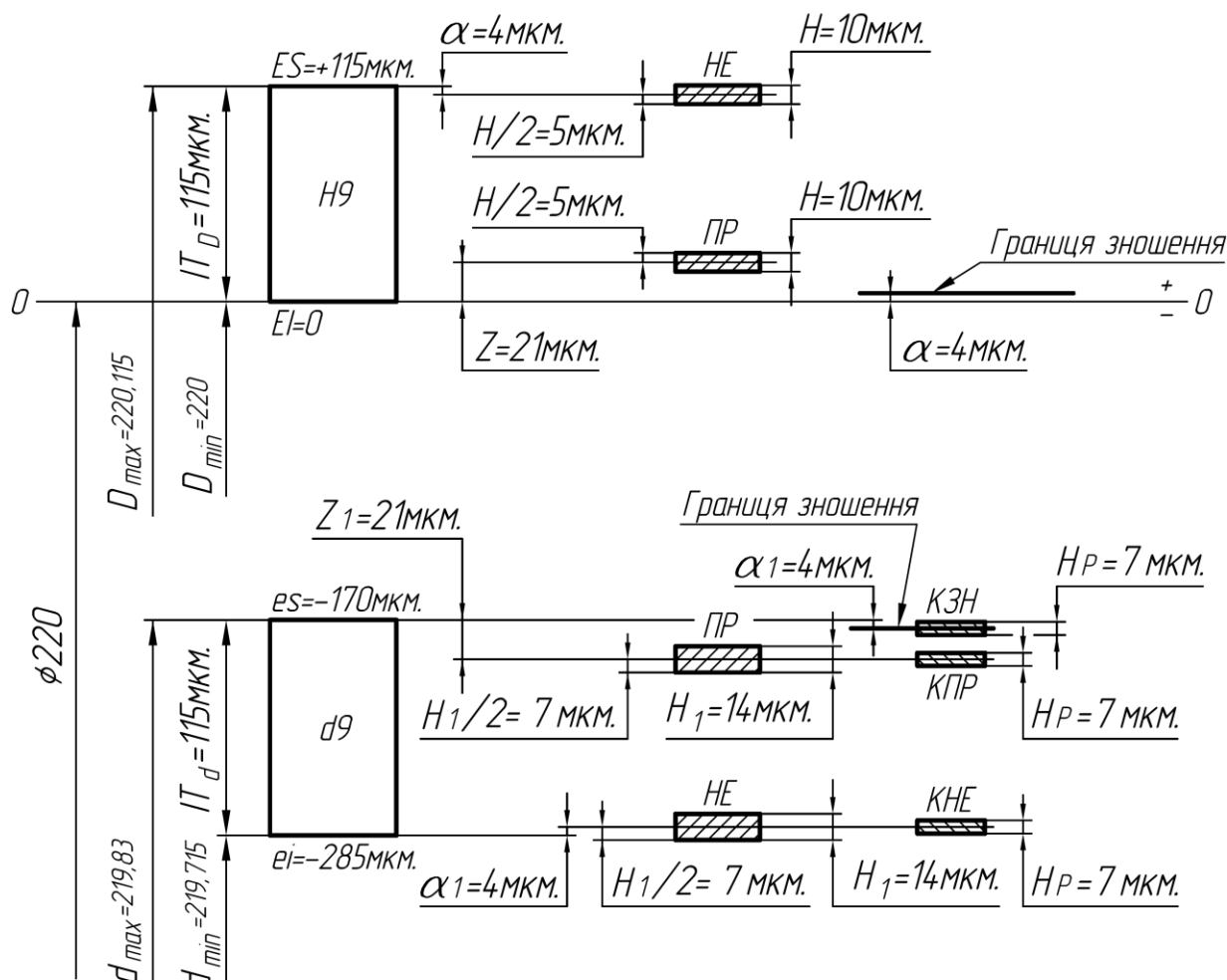


Рис. 1.4 – Схеми полів допусків калібрів (діаметральні розміри задані в міліметрах, відхилення та допуски – в мікрометрах)

1.2 Завдання для самостійної роботи

Розрахувати граничні та виконавчі розміри робочих калібрів для контролю деталей з'єднання (табл.1.2) та контрольних калібрів для перевірки робочих калібрів-скоб. Побудувати схеми полів допусків.

Таблиця 1.2

Варіанти завдань

Варіант	Посадка
1	$\varnothing 40 \frac{H7}{f7}$
2	$\varnothing 50 \frac{H7}{k6}$

Варіант	Посадка
18	$\varnothing 75 \frac{H8}{js7}$
19	$\varnothing 80 \frac{H8}{h9}$

Варіант	Посадка
35	$\varnothing 40 \frac{B11}{h11}$
36	$\varnothing 50 \frac{H11}{a11}$

3	$\varnothing 60 \frac{H7}{m6}$	20	$\varnothing 85 \frac{H8}{c8}$	37	$\varnothing 67 \frac{H7}{c8}$
4	$\varnothing 30 \frac{H9}{d9}$	21	$\varnothing 56 \frac{P7}{h6}$	38	$\varnothing 19 \frac{JS7}{h6}$
5	$\varnothing 20 \frac{JS8}{h7}$	22	$\varnothing 95 \frac{H7}{s6}$	39	$\varnothing 20 \frac{H12}{b12}$
6	$\varnothing 25 \frac{F8}{h6}$	23	$\varnothing 100 \frac{H7}{p6}$	40	$\varnothing 75 \frac{R7}{h6}$
7	$\varnothing 45 \frac{N7}{h6}$	24	$\varnothing 110 \frac{H7}{k6}$	41	$\varnothing 12 \frac{H9}{f8}$
8	$\varnothing 50 \frac{K7}{h6}$	25	$\varnothing 16 \frac{H7}{m6}$	42	$\varnothing 18 \frac{F8}{h7}$
9	$\varnothing 36 \frac{M8}{h7}$	26	$\varnothing 100 \frac{D9}{h8}$	43	$\varnothing 25 \frac{G7}{h6}$
10	$\varnothing 65 \frac{G7}{h6}$	27	$\varnothing 110 \frac{H8}{e9}$	44	$\varnothing 18 \frac{S7}{h6}$
11	$\varnothing 25 \frac{H11}{h11}$	28	$\varnothing 75 \frac{H7}{s7}$	45	$\varnothing 60 \frac{H7}{g6}$
12	$\varnothing 85 \frac{JS8}{h7}$	29	$\varnothing 40 \frac{N8}{h7}$	46	$\varnothing 95 \frac{H7}{m6}$
13	$\varnothing 45 \frac{H9}{d9}$	30	$\varnothing 15 \frac{H7}{r6}$	47	$\varnothing 60 \frac{D8}{h7}$
14	$\varnothing 56 \frac{H6}{f6}$	31	$\varnothing 20 \frac{H7}{p6}$	48	$\varnothing 67 \frac{H7}{r6}$
15	$\varnothing 12 \frac{C11}{h11}$	32	$\varnothing 25 \frac{K7}{h6}$	49	$\varnothing 53 \frac{T7}{h6}$
16	$\varnothing 63 \frac{E8}{h8}$	33	$\varnothing 30 \frac{H8}{js7}$	50	$\varnothing 25 \frac{H8}{d8}$
17	$\varnothing 70 \frac{K8}{h7}$	34	$\varnothing 100 \frac{H9}{d9}$	51	$\varnothing 40 \frac{H7}{e8}$

Список рекомендованої літератури

1. Якимчук Г.К. Взаємозамінність, стандартизація, метрологія та технічні вимірювання / Якимчук Г.К., Кирилюк, Ю.Є., Саранча, Г.А. - підручник - К.: Основа, 2006.- 560 с.
2. Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски. (1983). ГОСТ 24853-81. Межгосударственный стандарт. Москва. ИПК. Издательство стандартов.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: Вивчення різних конструкцій калібрів та перевірка розмірів скоби кінцевими мірами довжини.

Мета: *Ознайомитись із конструкцією гладких калібрів та їх призначенням. Закріпити теоретичні знання та набутти практичного досвіду при роботі з гладкими граничними калібрами. Вивчити методикую контролю виробів калібрами. Провести контроль виробів калібрами.*

Обладнання та оснащення робочого місця

Набір робочих граничних жорстких калібр-скоб та калібр-пробок. Калібр-скоби регульовані. Нормальні калібри. Набори шаблонів. Плита вимірювальна. Вироби для контролю. Набори мір довжини кінцевих плоскопаралельних.

Загальні відомості

Калібрами називають безшкальні інструменти, призначені для контролю розмірів, форми і розташування поверхонь деталей. Калібри бувають граничні і нормальні.

На ранніх етапах розвитку принципів взаємозамінності, коли формувалась система допусків і посадок, контроль розмірів здійснювався за допомогою нормальних калібрів.

Нормальними калібрами називають точні шаблони, які служать для контролю складних профілів, наприклад евольвентних. В даний час нормальні калібри використовуються в промисловому виробництві в основному у вигляді шаблонів при обробці криволінійних контурів і фасонних поверхонь в інструментальному виробництві, технологічному оснащенні ливарних і штампувальних виробництв і ін. Про придатність деталей судять по рівномірності зазору між профілем, що перевіряється, та робочим профілем нормального калібру.

Суть контролю нормальними калібрами полягає в тому, що для контролю валів виготовляється один калібр-кільце, до якого треба підігнати (припасувати) оброблюваний вал так, щоб калібр-кільце проходив вал плавно. Аналогічно для контролю отворів виготовлявся один калібр-пробка, до якого повинен бути підігнаний оброблюваний отвір так, щоб калібр-пробка проходив через отвір плавно. При цьому дійсні розміри калібр-пробки і калібр-кільця повинні забезпечувати необхідний характер з'єднання - посадки, передбачену робочими кресленнями до виробу, деталі котрого потребують контролю.

Істотними недоліками нормальних калібрів є низька продуктивність, потреба у високій кваліфікації робочих, відсутність об'єктивності контролю.

Граничні калібри дозволяють проконтролювати відповідність отриманих при перевірці розмірів встановленим межам допуску.

Зазвичай для утворення стандартних посадок такий контроль гарантує якісне з'єднання деталей.

Граничні калібри використовують для перевірки розмірів гладких циліндричних, конусних, різбових і шліцьових деталей, висоти виступів і глибини западин, якщо на розміри, що перевіряються, встановлені допуски не точніше **IT6**.

До переваг граничних калібрів відносяться довговічність, а також простота і достатньо висока продуктивність контролю. Не дивлячись на ряд недоліків (складність виготовлення калібрів та ін.) граничні калібри широко застосовують у масовому, крупносерійному та індивідуальному виробництвах.

Досить поширеного застосування граничні калібри набули для контролю циліндричних валів та отворів: вали перевіряють калібр-скобами (Рис. 1, а), отвори – калібр-пробками (Рис. 1, б).

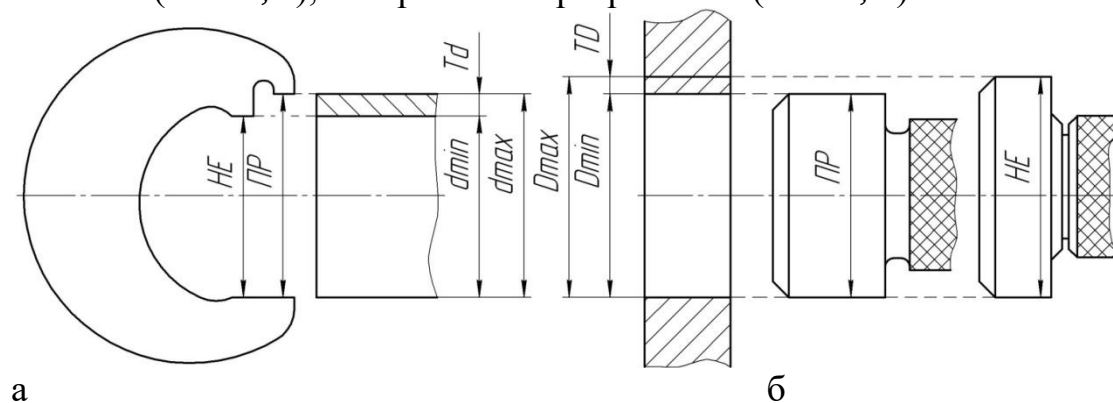


Рис. 1.1. Контроль розмірів циліндричних поверхонь граничними калібрами: калібр-скобою; б – калібр-пробкою

Розміри вимірювальних поверхонь граничних калібрів (відстані між вимірювальними губками калібрів-скоб і діаметри вимірювальних вставок калібрів-пробок) призначають за відповідними граничними розмірами валів, що підлягають перевірці, та отворів. Таким чином, при контролі валів придатними вважаються ті, які проходять в розчин губок $\check{D} = d_{max}$, і не проходять в розчин губок $\hat{A} = d_{min}$; при контролі отворів придатними вважаються ті, в які проходить вставка $\check{D} = D_{min}$, і не проходить вставка $\hat{A} = D_{max}$. Відповідно до цього, сторони калібрів ділять на прохідні (PP) і непрохідні (HE). Деталі, які не проходять через прохідні сторони калібрів, відносяться до поправного браку, а деталі, які проходять через непрохідні сторони – до непоправного.

До калібрів-пробок відносяться: пробки двосторонні з циліндровими вставками від 1 до 3 мм (Рис. 1.2, а) і зі вставками з конічним хвостовиком від 1 до 50 мм (Рис. 1.2, б); пробки з циліндровими насадками від 3 до 100 мм (Рис. 1.2, в); пробки неповні від 50 до 150 мм (Рис. 1.2, г).

До калібрів-скоб відносяться скоби листові односторонні від 1 до 180 мм (Рис. 1.3, а) і двосторонні від 1 до 50 мм; скоби штамповані односторонні від 3 до 50 мм (Рис. 1.3, б), двосторонні від 3 до 100 мм (Рис. 1.3, в) і односторонні з ручкою від 50 до 170 мм (Рис. 1.3, г).

Перевагу віддають одностороннім граничним калібрам. Вони скорочують час контролю виробів і витрату матеріалу. Застосовують також регульовані скоби (зі вставними і пересувними губками), які дозволяють компенсувати спрацювання і можуть бути налаштовані на різні розміри, що відносяться до певних інтервалів. Проте, в порівнянні з нерегульованими скобами, вони мають меншу точність і надійність і зазвичай застосовуються для контролю розмірів з допусками не точніше **IT8**.

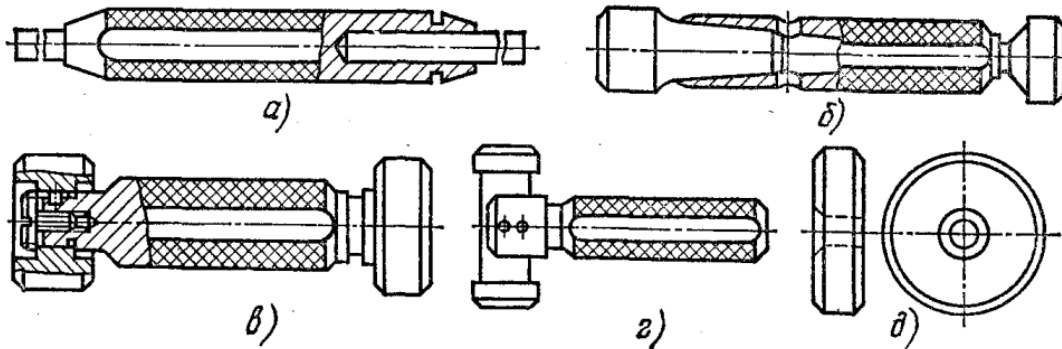


Рис. 1.2. Основні типи конструкцій гладких граничних калібр-пробок

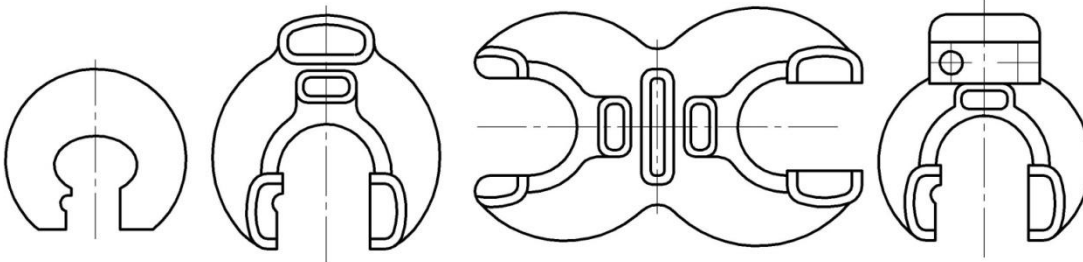


Рис. 1.3. Основні типи конструкцій гладких граничних калібр-скоб

За призначенням граничні калібри поділяють на робочі, приймальні і контрольні. Робочі калібри (прохідний **ПР** і непрохідний **НЕ**) призначені для контролю деталей в процесі їх виготовлення. Ними користуються робітники і контролери ВТК заводу-виготівника. У останньому випадку застосовують частково зношені калібри **ПР** і нові калібри **НЕ**. Приймальні калібри (прохідний **П-ПР** і непрохідний **П-НЕ**) застосовують для прийомки деталей представниками замовника. Як правило, приймальними калібрами служать зношені прохідні і нові непрохідні робочі калібри, щоб не бракувалися деталі, правильно виготовлені і прийняті по робочих калібрах. У ЄСДП СЄВ приймальні калібри не передбачені, але можуть вводитися галузевими стандартами.

Контрольні калібри **К-І** мають форму шайб (Рис. 1.2, д) і призначені для контролю спрацювання прохідних робочих калібрів-скоб, а також для налаштування регульованих калібрів-скоб. Незважаючи на малі допуски, контрольні калібри не завжди забезпечують достатню точність перевірки, і замість них краще використовувати кінцеві міри довжини або універсальні вимірювальні прилади.

Калібри виготовляють з інструментальних або вуглецевих сталей з подальшим цементуванням (У10А, У12А, 10, 15 і ін.). Твердість робочих поверхонь гладких калібрів знаходиться в межах HRC 56-64. Для

підвищення зносостійкості і зниження витрат на виробництво застосовують твердосплавні скоби і пробки (ГОСТ 16775-71; ГОСТ 16780-71), зносостійкість яких в 50-150 разів вище за зносостійкість сталевих калібрів, і в 25-40 разів вище за зносостійкість хромованих калібрів за збільшення вартості лише в 3-5 разів.

Таблиця 1.1. Шорсткість вимірювальних поверхонь калібрів

Вид калібру	Виріб, що підлягає контролю		Параметр шорсткості Ra по ГОСТ 2789-73, мкм, для діаметрів	
	Квалітет	Клас точності	від 0,1 до 100 мм	понад 100 до 360 мм
Калібр-пробка	6	1	0,04	0,08
	7-9	2-3	0,08	0,16
	10-12	3а-5	0,16	
	13 і грубіше	6 і грубіше	0,32	0,32
Калібр-скоба	6-9	2-3	0,08	0,16
	10-12	3а-5	0,16	
	13 і грубіше	6 і грубіше	0,32	0,32
Контрольний калібр	6-9	2-3	0,04	0,08
	10 і грубіше	3а і грубіше	0,08	0,16

Під час конструювання граничних калібрів для гладких, різьбових і інших деталей необхідно дотримуватись принципу подібності (принцип Тейлора), суть якого можна сформулювати наступним чином: 1) оскільки прохідний калібр контролює відхилення розміру і форми деталі, що перевіряється, то він повинен мати форму цієї деталі; 2) оскільки непрохідний калібр контролює тільки відхилення розміру, то він повинен мати точковий контакт з поверхнями деталі, що перевіряється.

Граничними калібрами можна одночасно контролювати всі зв'язані розміри і відхилення форми деталі, а також перевіряти, чи знаходяться відхилення розмірів і форми поверхонь деталей в полі допуску. Таким чином, виріб вважається придатним, якщо похибка розміру, форми і розташування поверхонь знаходяться в полі допуску.

Під час маркування на калібр наносять номінальний розмір деталі, для якого призначений калібр, буквене позначення поля допуску розміру деталі, граничні відхилення розміру деталі в міліметрах (на робочих калібрах), тип калібру (ПР, НЕ, К-І: К-ПР, К-НЕ) і товарний знак заводу-виготовлювача (Рис.1.4).



Рис. 1.4. Загальний вигляд та маркування двосторонньої повної калібр-пробки

Допуски калібрів. Поля допусків калібрів розташовуються щодо їх номінальних розмірів, як показано на Рис. 1.5, а-г (I - непрохідна сторона; II - прохідна сторона; III - межа спрацювання) і регламентуються ГОСТ 24853-81.

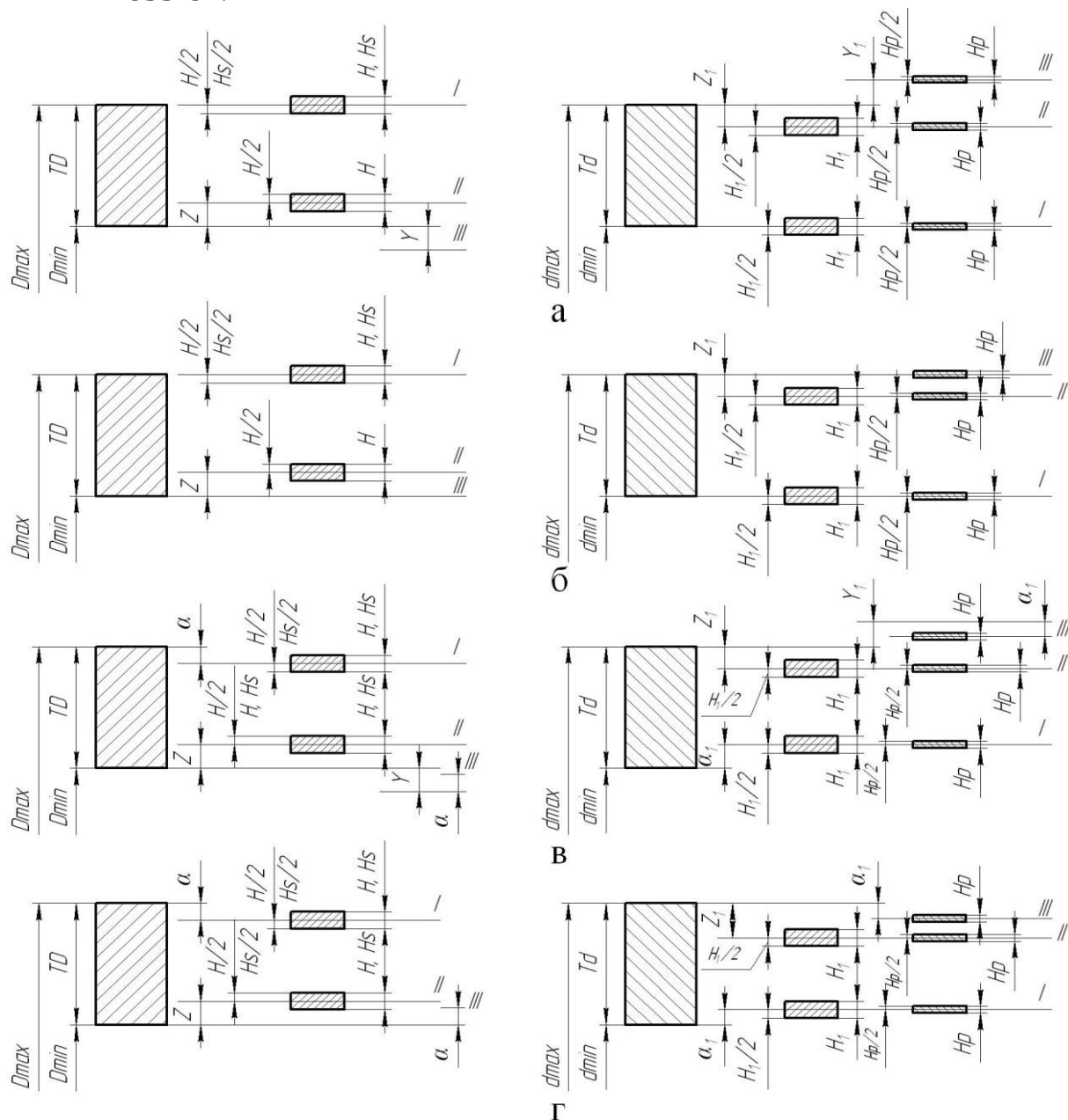


Рис. 1.5. Схеми розташування полів допусків граничних калібрів для номінальних розмірів за квалітетами: а) – $D(d) \leq 180 \text{ мм}$, IT6-IT8; б) – $D(d) \leq 180 \text{ мм}$, IT9-IT17; в) – $D(d) > 180 \text{ мм}$, IT6-IT8; г) – $D(d) > 180 \text{ мм}$, IT9-IT17; – поле допуску отвору; – поле допуску валу; – поле допуску на виготовлення робочих калібрів; – поле допуску на виготовлення контрольних калібрів

При цьому номінальними розмірами калібрів є граничні розміри поверхонь, що перевіряються. На гладкі калібри для контролю отворів і валів з розмірами до 500 мм система допусків встановлена в СТ СЄВ 157-

75. Для виготовлення калібрів передбачені наступні допуски: **H** - на робочі калібр-пробки, **Hs** - на ті ж самі калібри з сферичними вимірювальними поверхнями; **H₁** - на калібр-скоби; **H_p** - на контрольні калібри, призначені для контролю скоб (див. Рис. 1.5, а-г). Для квалітетів 6-10 (включно) допуски **H₁** для скоб приблизно на 50% більше допусків **H** для пробок, що пояснюється складністю виготовлення скоб. Для квалітету 11 та вище допуски **H** і **H₁** рівні. Допуски **H_p** для всіх типів контрольних калібрів однакові.

Встановлені допуски на відхилення форми і шорсткість вимірювальних поверхонь калібрів. Допуски на точність розмірів і форми калібрів збільшуються із збільшенням номеру квалітету виробу, що підлягає контролю. Під допуском форми калібру розуміють допуск на різнорозмірність калібру в будь-якому перерізі і на будь-якій його довжині. Для прохідних калібрів, які в процесі контролю зношуються, передбачений також допуск на спрацювання. Для розмірів від 1 до 500 мм спрацювання калібрів **ПР** з допуском до **IT8** включно може виходити за межу поля допуску деталі на величину **Y** для пробок і **Y₁** для скоб (див. Рис. 1.4, а, б); для калібрів **ПР** квалітетів 9-17 спрацювання обмежується прохідною межею, тобто $Y = 0$ і $Y_1 = 0$. Поле допуску на спрацювання відображає середнє можливе спрацювання калібру.

Для всіх прохідних калібрів поля допуску **H** (**Hs**) і **H₁** зміщені всередину поля допуску виробу на величину **Z** для калібрів-пробок і на **Z₁** для калібрів-скоб. При номінальних розмірах понад 180 мм поле допуску непрохідного калібру також зміщене всередину поля допуску деталі на величину α для пробок і α_1 для скоб, так звану зону безпеки, яка введена для компенсації похибки контролю калібрами отворів і валів при розмірах понад 180 мм. Поле допуску калібрів **HE** для розмірів до 180 мм симетричне верхньому відхиленню виробу для пробок і нижньому - для скоб, тобто $\alpha = 0$ і $\alpha_1 = 0$.

Зсув полів допусків калібрів і меж спрацювання їх прохідних сторін всередину поля допуску деталі усуває можливість спотворення характеру посадок і гарантує отримання розмірів придатних деталей в межах встановлених полів допусків.

Розрахунок виконавчих розмірів калібрів. Виконавчим називають розмір калібру, вказаний на кресленні таким чином, щоб допуск на його виготовлення був направлений в тіло калібру. Це фактично граничний розмір калібру, за яким виготовляють новий калібр. Таким чином, в якості виконавчого розміру скоби приймають її найменший граничний розмір з додатнім відхиленням, для пробки і контрольного калібру - їх найбільший граничний розмір з від'ємним відхиленням. Формули для обчислення виконавчих розмірів калібрів приведені у додатках 1.1 та 1.2.

Правила використання калібрів по ГОСТ 24851-81. Калібр-пробка гладкий прохідною стороною повинен вільно проходити через отвір під дію власної ваги або певного зусилля. Калібр-пробка гладкий

непрохідною стороною, як правило, не повинен входити в отвір під дією власної ваги або певного зусилля, в крайньому випадку, закушувати.

Правила контролю розмірів калібрами. При контролі розмірів отвору або валу прохідним калібром, якщо відсутні спеціальної угоди, робітнику слід користуватися новим прохідним калібром, а контролеру підприємства-виготовлювача і представникові замовника частково зношеним калібром. Цей калібр повинен бути вилучений з використання, коли його спрацювання досягне межі, встановленої в ГОСТ 24853-81 (Калібри гладкі для розмірів до 500 мм. Допуски).

Під час контролю отвору або валу непрохідним калібром робітнику слід користуватися калібром з розміром, близьким до найменшого граничного розміру для калібр-пробки і найбільшому граничному розміру для калібр-скоби (кільця). Цей калібр повинен бути вилучений з використання, коли його спрацювання досягне межі, встановленої в ГОСТ 24853-81.

Контролеру підприємства-виготовлювача і представникові замовника слід користуватися калібром з розмірами, близькими до найбільшого граничного розміру для калібру-пробки і найменшого граничного розміру для калібру-скоби (кільця).

Перевірка правильності визначення розмірів виробів повинна здійснюватися калібрами з розмірами, близькими до межі спрацювання прохідного калібру і до межі поля допуску нового непрохідного (найменшого для калібр-скоби (кільця) і найбільшого для калібр-пробки).

Порядок виконання роботи

Ознайомитись з загальними відомостями з теорії та конструкції калібр-пробок та калібр-скоб, методикою перевірки розмірів скоби кінцевими мірами довжини плоскопаралельними (див. лабораторну роботу №5).

Вибрати для перевірки відповідності розмірів деталей гладкі граничні калібри таким чином, щоб їх маркування задовольняло умови виконання операції контролю розмірів циліндричних поверхонь деталей та занести результат в графу 7 таблиці 1.3.

Користуючись довідниковими даними та збірками міждержавних стандартів ГОСТ 25347-82, виписати значення граничних відхилень розмірів, що відповідають маркуванню калібрів (враховуючи квалітети точності розмірів та їх основні відхилення), та занести їх в графи 4 і 5 таблиці 1.3.

Визначити за допомогою універсальних вимірювальних інструментів дійсні значення розмірів деталей, та занести їх в графу 6 таблиці 1.3.

Розрахувати граничні розміри діаметрів отворів (валів): d_{max} , d_{min} , D_{max} , D_{min} та порівняти їх з дійсними розмірами деталей, визначених прямим вимірюванням, графа 8 таблиці 1.3.

Виконати перевірку розмірів отворів (валів) гладкими граничними калібрами та зробити відмітку про придатність деталі, графа 9 таблиці 1.3.

Виконати перевірку межі спрацювання калібр-скоб за допомогою кінцевих мір довжини плоскопаралельних, а саме визначити середній номінальний розмір прохідної (Р-ПР) і непрохідної (Р-НЕ) сторін для однієї із скоб (контроль розміру валу $\varnothing 40h10$). Для цього використати таблиці додатка 1,1 і 1,2, а також схеми розташування полів допусків, див. рис. 5. На рис. 6 наведено приклад побудови схеми розташування полів допусків калібр-скоби для контролю довільного валу.

За номінальним розміром прохідної сторони скоби (Р-ПР_{ср}), відповідно до набору кінцевих мір довжини, який є в наявності, та ГОСТ 9038-81, підібрати необхідні для контролю міри.

Вийняти із футляра кінцеві міри, очистити їх від мастила, промити бензином і насухо витерти чистим обтирочним матеріалом.

Скласти блок мір, для чого до міри більшого розміру послідовно (в порядку зменшення розмірів) притерти міри менших розмірів. При цьому міру меншого розміру прикласти до краю більшої і притискуючи її з деяким зусиллям, насувати зигзагоподібними рухами в напрямку довгого ребра міри до співпадання поверхонь обох мір.

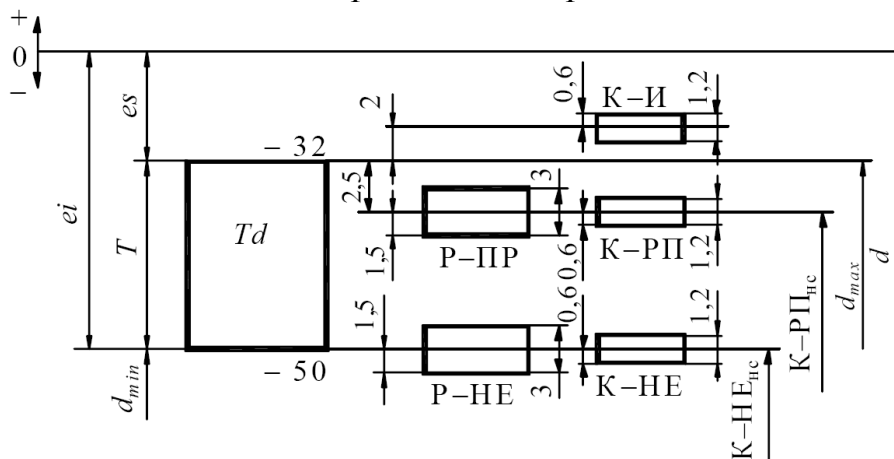


Рис. 1.6. Приклад схеми розташування полів допусків калібр-скоби для валів з номінальним розміром до 180мм, IT6-IT8

Таблиця 1.2. Приклад складання блоку кінцевих мір довжини для розміру 59,965 мм з набору №1 (83 кінцевих мір довжини)

Варіант 1		Варіант 2	
1-а міра	1,005 мм	1-а міра	1,005 мм
Залишок	58,96 мм	Залишок	58,96 мм
2-а міра	1,460 мм	2-а міра	1,060 мм
Залишок	57,50 мм	Залишок	57,90 мм
3-я міра	7,500 мм	3-я міра	1,900 мм
Залишок	50,00 мм	Залишок	56,00 мм
4-а міра	50,000 мм	4-а міра	6,000 мм
		Залишок	50,00 мм
		5-а міра	50,000 мм
Перевірка: 1,005+1,460+7,500+50,000=59,965мм		Перевірка: 1,005+1,060+1,900+6,000+	

	+50,000=59,965 мм
--	-------------------

Перевірити розмір прохідної сторони скоби. Для цього ввести між вимірювальними поверхнями скоби, яку контролюємо, блок мір (рис. 1.7).

У випадку відповідності розміру блока розміру прохідної сторони блок під дією сили тяжіння буде повільно переміщатися між поверхнями скоби; якщо менше – блок буде вводиться зі значним зусиллям. У випадку невідповідності блоку розміру скоби шляхом поступового зменшення або збільшення розміру блоку на 0,01...0,02 мм слід досягти їх максимального співпаданню.

Повторити прийоми, зазначені вище, при перевірці розміру непрохідної сторони скоби. Зробити загальні висновки про виконану роботу.

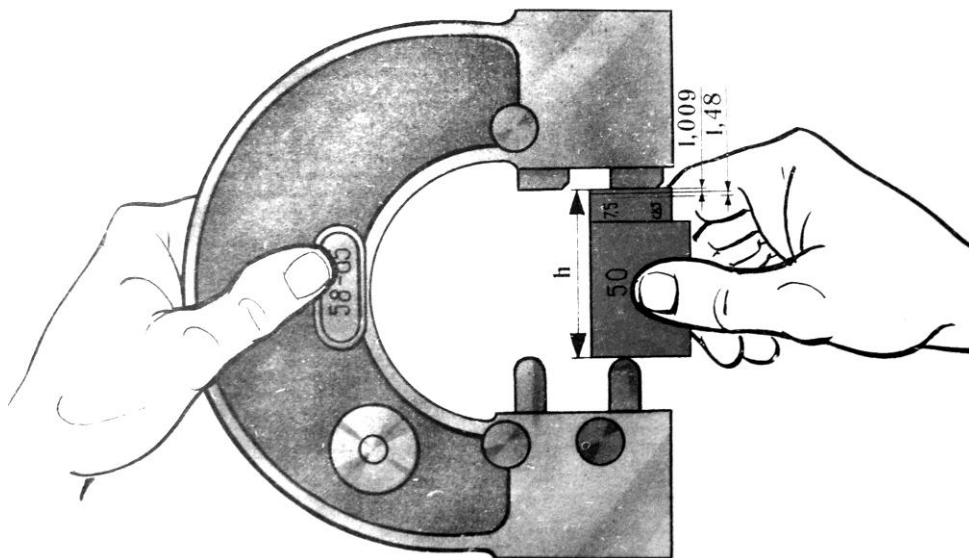


Рис. 1.7. Вимірювання розмірів скоби

Таблиця 1.3. Протокол результатів вимірювання розмірів деталей

№ ^{3/} _п	Номинальний розмір, мм	Поле допуску	Відхилення, мкм		Дійсний розмір, мм	Вид та маркування калібру	$d_{\max} \geq d_f \geq d_{\min}$ $D_{\max} \geq D_f \geq D_{\min}$	Висновок
			ES (es)	EI (ei)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Отвір Ø18	H4						
2	Отвір Ø40	H9						
3	Отвір Ø45	H8						
4	Отвір Ø60	H7						
5	Вал Ø40	h10						
6	Вал Ø40	k6						
7	Вал Ø42	b12						
8	Вал Ø50	h10						

Таблиця 1.4. Розміри кінцевих мір довжини, що входять до складу блоків фіксації скоб

Блок кінцевих мір довжини	Розмір блоку мір, мм	Розміри кінцевих мір довжини, мм					Допустима похибка блоку мір, мм	Клас точності блоку мір
		1-а	2-а	3-я	4-а	5-а		
Р-ПР _{ср}								
Р-НЕ _{ср}								

Таблиця 1.5. Результати перевірки межі спрацювання калібрів

№ ³ / _п	Номинальний розмір	Відхилення валу, мкм		Набори мір ГОСТ 9038-83	Поле допуску	$d_{\max} \geq d_r \geq d_{\min}$	Висновок
		es	ei	Σ розмірів елементів, мм			
1	Скоба Ø40 (1)				Вал h10		
2	Скоба Ø40 (2)				Вал h10		
3	Скоба Ø40 (3)				Вал h10		
4	Скоба Ø40 (4)				Вал h10		

Висновок про придатність деталі роблять на підставі того, коли дійсний розмір (D_r , d_r) контрольованого отвору (валу) знаходиться в межах заданого поля допуску, тобто коли калібр **ПР** проходить, а калібр **НЕ** не проходить в контрольований отвір (вал). Якщо калібр-скоба **ПР** вільно пройде по діаметру валу, а калібр-скоба **НЕ** не пройде, то деталь вважається придатною за контрольованим розміром валу. Будь-яке порушення названих умов придатності при контролі отворів і валів деталей граничними калібрами, наприклад калібр-скоба **ПР** не проходить по валу, а калібр-пробка **НЕ** проходить в контрольований отвір, є підставою для висновку про непридатність (виправний або невиправний брак) деталей по розмірах, що контролюються.

Контрольні запитання

1. Що означає термін «Калібр»?
2. Які калібри називають граничними і нормальними?
3. Які види калібрів застосовують для контролю розмірів отворів та валів?
4. Який розмір для калібр-скоби та калібр-пробки вважається виконавчим?
5. Назвіть види калібрів за конструктивними ознаками.
6. Назвіть види калібрів за призначенням.
7. З яких матеріалів виготовляють гладкі калібри?

8. Що зазначають на калібрах під час маркування?
9. Які допуски встановлені на виготовлення калібрів?
10. Як контролюють придатність виробів гладкими калібрами?
11. Чим відрізняється регульована скоба від жорсткої? У чому її переваги і недоліки в порівнянні з жорсткою скобою?
12. Які особливості контролю виробів шаблонами?
13. Зобразіть довільно схему розташування полів допусків калібр-пробки та калібр-скоби.

Рекомендована література:

1. Грушецька М.Г. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: Навчальний посібник – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. – 144 с.
2. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1982. – 286 с.
3. Медовой И.А., Уманський Я.Г., Журавлев Н.М. Калибры гладкие и шлицевые с прямобочным профилем: Справочник. В 2-х кн.. – М.: Машиностроение, 1980 – Ч.1. 384 с. – Ч.2. 440 с.
4. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Ученик для вузов. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема: Вимірювання і контроль розмірів деталей штангенінструментами.

Мета: Ознайомитись із будовою інструментів та їх технічними даними. Вивчити методи та прийоми вимірювання та контролю розмірів деталей штангенінструментами. Навчитись вимірювати та контролювати розміри деталей штангенінструментами.

Обладнання та оснащення робочого місця

Штангенциркулі ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3. Штангенрейсмас ШР-250-0,05 (ГОСТ 164-90). Штангенглибиномір ШГ-250-0,05 (ГОСТ 162-80). Набори деталей для вимірювання.

Загальні відомості

За призначенням всі вимірювальні прилади та інструменти діляться на універсальні та спеціальні. Універсальні прилади призначені для вимірювання різних деталей, а спеціальні – для вимірювання певних деталей або окремих параметрів.

За конструктивним ознаками універсальні прилади та інструменти можна поділити на: штрихові інструменти з ноніусом (штангенінструменти і кутоміри), мікрометричні інструменти, важільно-механічні прилади, оптико-механічні прилади та інші.

Штангенінструменти

Штангенінструменти застосовують для лінійних вимірювань, що не потребують високої точності, а у деяких випадках і для виконання розміточних робіт. До групи штангенінструментів загального призначення відносять штангенциркулі ШЦ-I, ШЦТ-I, ШЦ-II, ШЦ-III ГОСТ 166-89, штангенглибиноміри ШГ ГОСТ 162-99 та штангенрейсмаси ШР ГОСТ 164-90. У додатку 2.1 наведені характеристики і призначення основних типів штангенінструментів з відліком за ноніусом, що випускаються в даний час.

Конструкція і будова штангенінструментів визначається їх призначенням. Основою цих інструментів є лінійка-штанга, на якій нанесена основна штрихова шкала з інтервалом поділок 1мм і відліковий пристрій (додаткова штрихова шкала) – ноніус, призначений для відліку десятих та сотих міліметра.

Одним із найбільш поширених штангенінструментів є штангенцикуль, який служить для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів, а також для виконання розміточних робіт.

За ГОСТ 166-89 штангенциркулі випускаються наступних типів:

ШЦ-I – з двостороннім розташуванням губок, для зовнішніх та внутрішніх вимірювань та лінійкою для вимірювання глибин (рис. 2.1).

ШЦТ-I – односторонні з глибиноміром з вимірювальними поверхнями з твердих сплавів (рис. 2.2).

ШЦ-II – з двостороннім розташуванням губок, для вимірювання та

розмітки (рис. 2.3).

ШЦ-III – з односторонніми губками для зовнішніх та внутрішніх вимірювань (рис. 2.4).

ШЦК – з двостороннім розташуванням губок, для зовнішніх та внутрішніх вимірювань та лінійкою для вимірювання глибин з відліком за круговою шкалою (рис. 2.5).

ШЦЦ – з двостороннім розташуванням губок, для зовнішніх та внутрішніх вимірювань та лінійкою для вимірювання глибин з цифровим (електронним) відліковим пристроєм (рис. 2.6).

ШЦЦ – з двома центровими лапками для вимірювання відстаней між осями отворів.

ШЦР – з лапками для розміточних робіт на площинах, розташованих на різних висотах від базового отвору.

В загальному, штангенциркуль складається із штанги з поділками, на кінці якої знаходиться нерухома губка, по штанзі пересувається рамка з рухомою губкою та ноніусом. Плавне переміщення рамки забезпечує мікрометричний гвинт з гайкою пристрою тонкої установки рамки мікрометричної подачі (крім ШЦ-I).

Конструктивно штангенциркулі розрізняються за межею вимірювань, формою вимірювальних губок і рухомої рамки, а також за точністю вимірювань. У штангенциркулях типу ШЦ-I губки мають ножевидну форму, внаслідок чого відразу отримується значення вимірюваного розміру. Ці штангенциркулі обладнані лінійками глибиноміра, виконаними спільно з рухомою рамкою для заміру глибин і висот деталей.

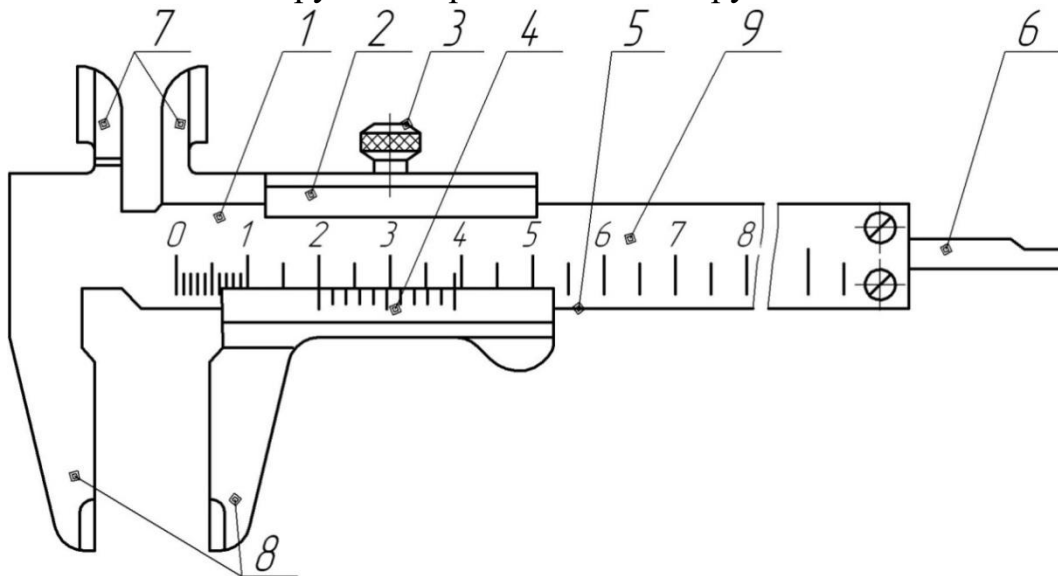


Рис. 2.1. Конструкція та будова штангенциркуля ШЦ-I: 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – фіксатор; 4 – ноніус; 5 – робоча поверхня штанги; 6 – глибиномір; 7 – губки з вимірювальними поверхнями кромek для вимірювання внутрішніх розмірів; 8 – губки з плоскими вимірювальними поверхнями для вимірювання зовнішніх розмірів; 9 – шкала штанги

У штангенциркулях типу ШЦ-II і ШЦ-III губки виконані ступінчастими і мають певний сумарний розмір, який слід додавати до

розміру, що вимірюється. Допускається оснащувати штангенциркулі пристосуваннями або допоміжними вимірювальними поверхнями для розширення функціональних можливостей (вимірювання висот, уступів, для розмітки площин на різних висотах від базового отвору, для побудови кутів тощо).

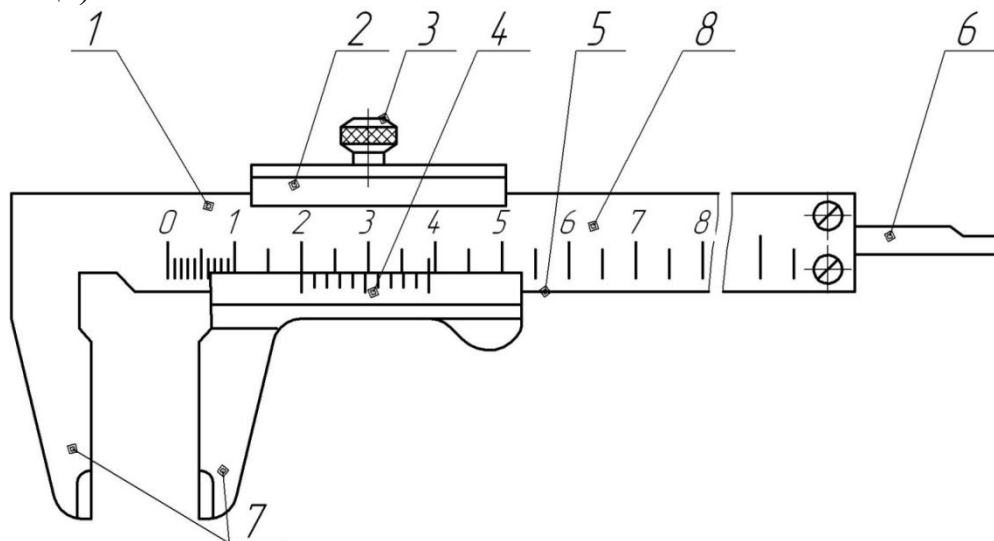


Рис. 2.2. Конструкція та будова штангенциркуля ШЦТ-I: 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – фіксатор; 4 – ноніус; 5 – робоча поверхня штанги; 6 – глибиномір; 7 – губки з плоскими вимірювальними поверхнями для вимірювання зовнішніх розмірів; 8 – шкала штанги

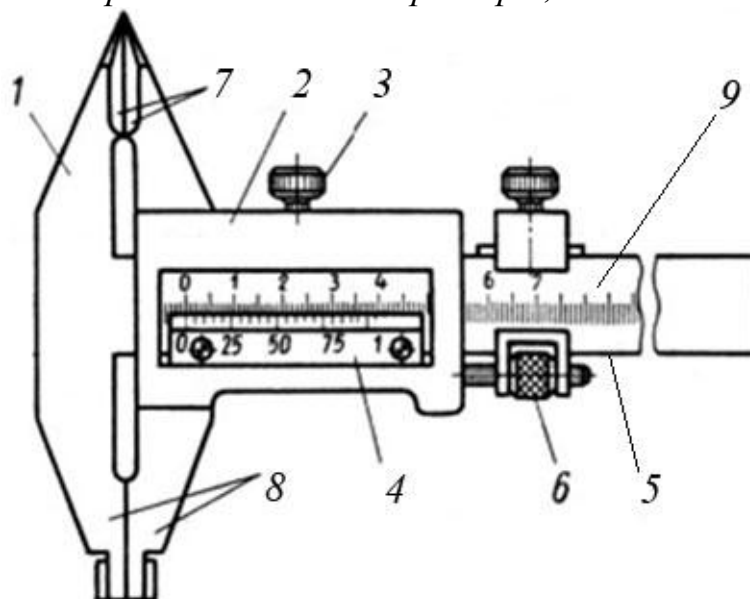


Рис. 2.3. Конструкція та будова штангенциркуля ШЦТ-II: 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – фіксатор; 4 – ноніус; 5 – робоча поверхня штанги; 6 – пристрій тонкої установки рамки; 7 – губки з вимірювальними поверхнями кромek для вимірювання зовнішніх розмірів; 8 – губки з плоскими і циліндровими вимірювальними поверхнями для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів відповідно; 9 – шкала штанги

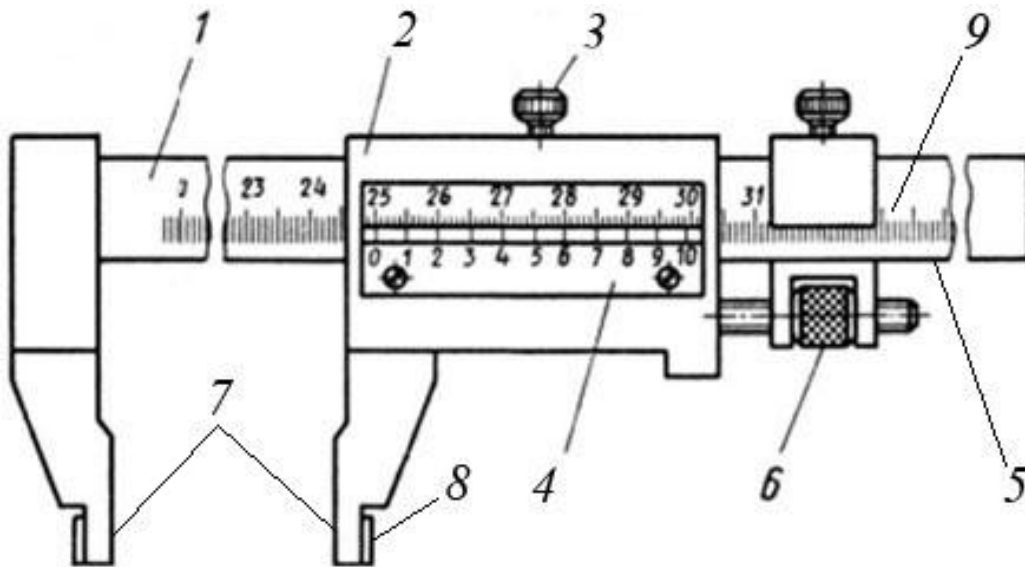


Рис. 2.4. Конструкція та будова штангенциркуля ШЦ-III: 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – фіксатор; 4 – ноніус; 5 – робоча поверхня штанги; 6 – пристрій тонкої установки рамки; 7 – губки з плоскими вимірними поверхнями для вимірювання зовнішніх розмірів; 8 – губки з циліндровими вимірними поверхнями для вимірювання внутрішніх розмірів; 9 – шкала штанги

Умовне позначення штангенциркуля типу II за ГОСТ 166-89 з діапазоном вимірювання 0-250 мм і значенням відліку по ноніусу 0,05 мм:

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89.

Умовне позначення штангенциркуля типу II за ГОСТ 166-89 з діапазоном вимірювання 250-630 мм і значенням відліку по ноніусу 0,1 мм, класу точності 1:

Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 ГОСТ 166-89.

Умовне позначення штангенциркуля типу I за ГОСТ 166-89 з діапазоном вимірювання 0-150 мм з ціною поділок кругової шкали 0,02 мм:

Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166-89.

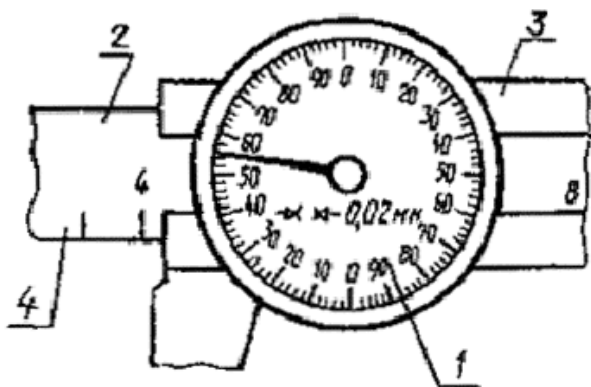


Рис. 2.5. Конструкція та будова штангенциркуля ШЦК: 1 – кругова шкала відлікового пристрою; 2 – штанга; 3 – рамка; 4 – шкала штанги

Умовне позначення штангенциркуля типу I за ГОСТ 166-89 з діапазоном вимірювання 0-125 мм з кроком дискретності цифрового відлікового пристрою 0,01 мм:

Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89.

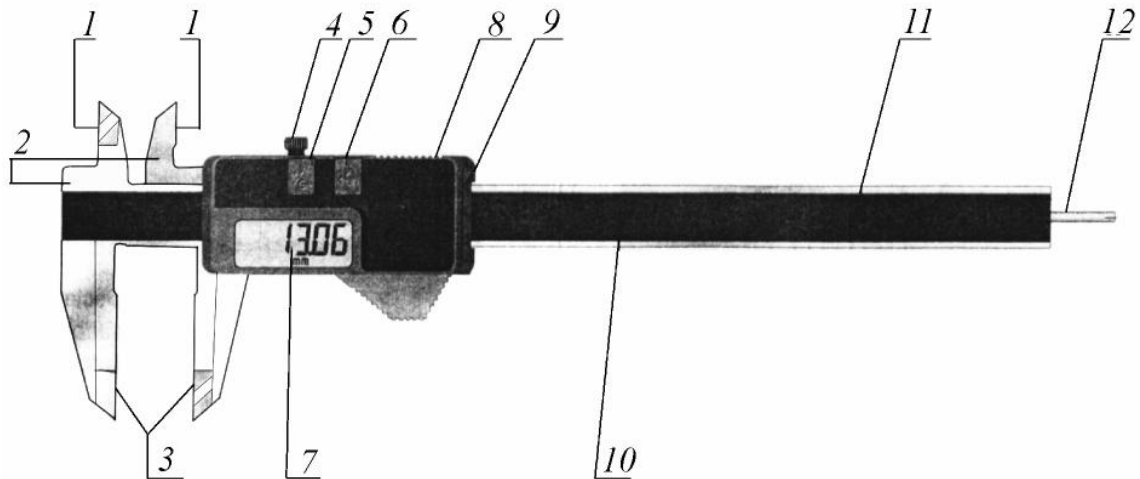


Рис. 2.6. Конструкція та будова штангенциркуля з електронним відліком: 1 – поверхні для внутрішніх вимірів; 2 – поверхні для вимірів відстаней; 3 – поверхні для зовнішніх вимірів; 4 – фіксатор; 5 – кнопка "М/Д"; 6 – кнопка "OFF/ON"; 7 – цифрове табло; 8 – роз'єм для виведення даних; 9 – кришка батарейного відсіку; 10 – дискретна шкала із захистом; 11 – планка; 12 – штир глибиноміра

В загальному, для всіх штангенінструментів є наявність відлікового пристрою, який складається із шкали, штанги і додаткової шкали – ноніуса.

Штангенглибиномір використовується для вимірювання глибин отворів і пазів, висоти деталей і віддалі до буртиків чи виступів (рис. 2.7, а), їх виготовляють із відліком за ноніусом 0,1 і 0,05 мм, межі вимірювання 0...1000 мм (див. додаток 2.1). Виділяють наступні типи штангенглибиномірів: ШГ – з відліком за ноніусом; ШГК – з відліковим пристроєм з круговою шкалою; ШГЦ – з електронним цифровим відліковим пристроєм.

Штангенрейсмас використовується для розмітки, а також для вимірювання висот і виступів деталей (рис. 2.7, б), їх виготовляють із відліком за ноніусом 0,1 і 0,05мм, межі вимірювання 0...2500 мм, 6 типорозмірів (див. додаток 2.1). Вимірювання і розмітку деталей виконують на перевірочній або розміточній плиті.

Умовне позначення штангенглибиноміра типу ШГ за ГОСТ 162-90 з діапазоном вимірювання 0-630 мм і значенням відліку по ноніусу 0,05 мм:

Штангенглибиномір ШГ-630-0,05 ГОСТ 162-90.

Умовне позначення штангенглибиноміра типу ШГК за ГОСТ 162-90 з діапазоном вимірювання 0-250мм і ціною поділки 0,02мм:

Штангенглибиномір ШГК-250-0,02 ГОСТ 162-90.

Умовне позначення штангенглибиноміра типу ШГЦ за ГОСТ 162-90 з діапазоном вимірювання 0-200 мм і кроком дискретності 0,01мм:

Штангенглибиномір ШГЦ-200-0,01 ГОСТ 162-90.

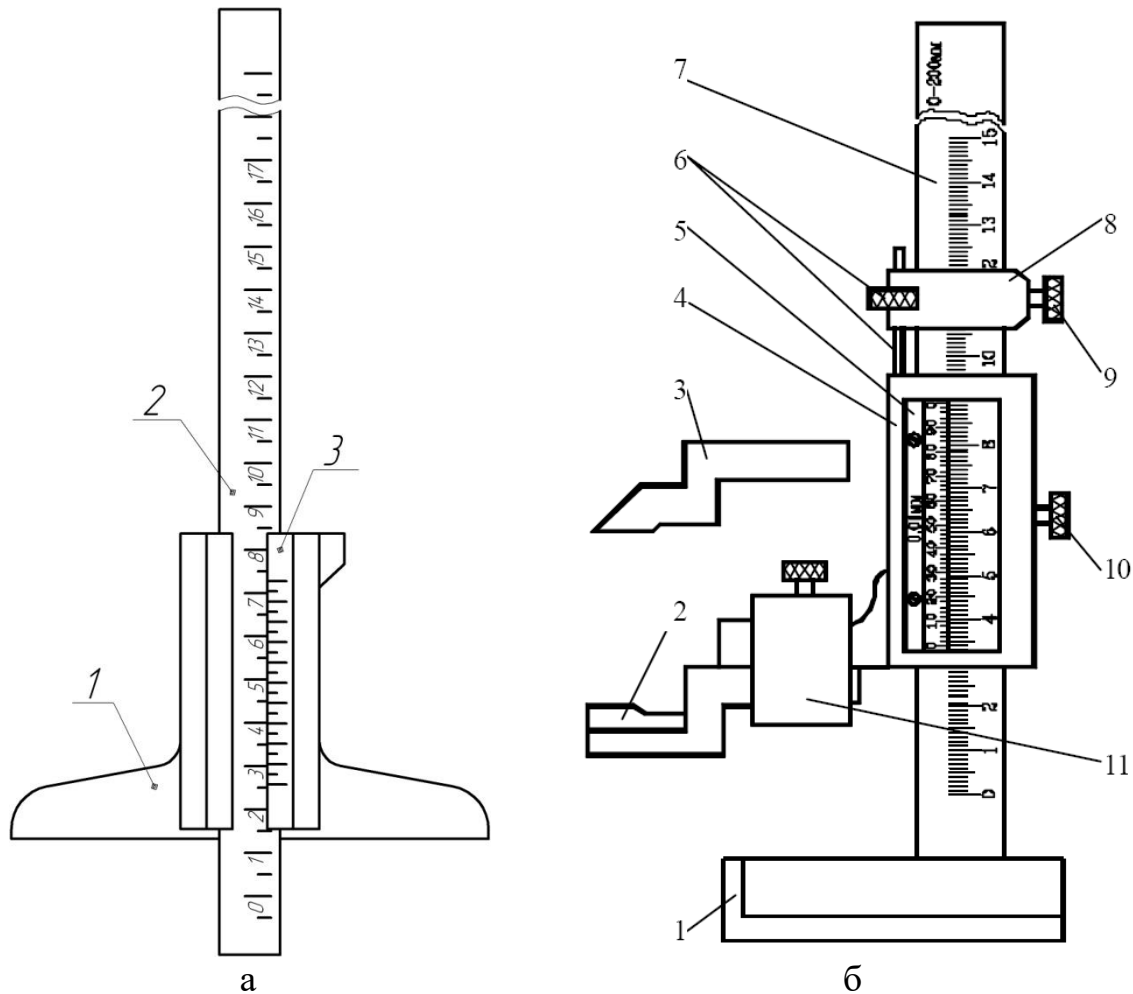


Рис. 2.7. Загальний вигляд та конструкція глибиноміра з відліком по ноніусу типу ШГ а: 1 – рамка; 2 – штанга; 3 – ноніус; штангенрейсмуса з відліком по ноніусу типу ШР б: 1 – основа; 2 – вимірювальна ніжка; 3 – розміточна ніжка; 4 – рамка; 5 – ноніус; 6 – гайка і гвинт мікрометричної подачі; 7 – штанга; рамка мікрометричної подачі; 9 – штипорний гвинт для затиску рамки мікрометричної подачі; 10 – штипорний гвинт для затиску рамки; 11 – хомут

Відлік показів за ноніусом. Для з'ясування принципу улаштування ноніуса ознайомимось з найпростішим із них, який дозволяє відраховувати покази через 0,1 мм. Такий ноніус влаштований наступним чином: відрізок L приймають на 1мм менше основної ділянки шкали (10 мм), що дорівнює дев'яти поділкам основної шкали, таким чином 9 мм поділено в ноніуса на 10 рівних частин (рис. 2.8, а). Отже, довжина поділки шкали на ноніусі менша, ніж довжина поділки шкали на штанзі на 0,1 мм. Ця різниця називається **відліком за ноніусом**. Позначимо довжину поділки шкали на штанзі a ($a=1\text{мм}$), довжина поділки шкали на ноніусі a_n ($a_n=0,9\text{ мм}$), кількість поділок на ноніусі n ($n=10$) і довжину ноніуса L ($L=9\text{ мм}$), визначимо відлік за ноніусом:

$$b = a - a_n = a - (L / n) = 1,0 - 0,9 = 0,1 \text{ мм} \quad (1)$$

За дуже малої довжини поділки шкали на ноніусі відлік показів в деякій мірі ускладнений. Для усунення цього недоліку збільшують довжину поділки шкали на ноніусі за рахунок більшої загальної довжини. Наприклад, для того, щоб збільшити довжину поділки шкали ноніуса, при цьому ж відліку за ноніусом, слід його довжину збільшити з 9 до 19 мм (рис. 2.8, б) і розділити її на 10 частин. В цьому випадку довжина поділки шкали на ноніусі a_n складатиме 1,9 мм, а відлік за ноніусом становитиме:

$$b = 2\dot{a} - \dot{a}_i = 2\dot{a} - (L / n) = 2,0 - 1,9 = 0,1 \text{ мм} . \quad (2)$$

Якщо довжину ноніуса L залишити попередньою, 19мм, але розділити цю віддаль на 20 частин ($n = 20$), то a_n буде дорівнювати 0,95 мм і відлік за ноніусом становитиме:

$$b = \dot{a} - \dot{a}_i = \dot{a} - (L / n) = 1,0 - (19 / 20) = 1,0 - 0,95 = 0,05 \text{ мм} . \quad (3)$$

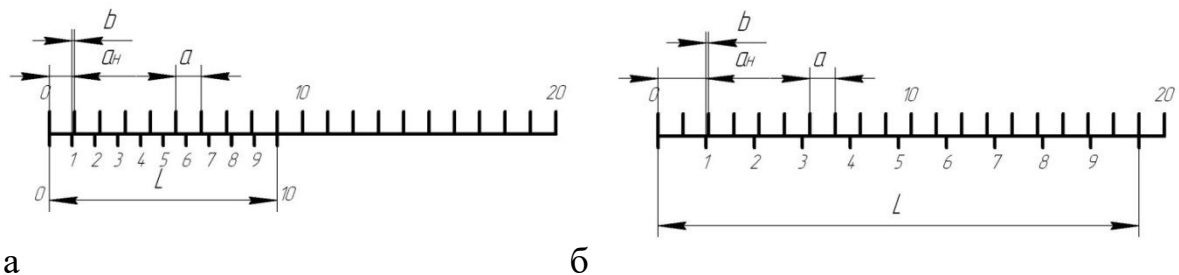


Рис. 2.8. Ноніус та принцип його улаштування

Відлік за ноніусом можна знайти і на основі іншої, більш простої залежності. Якщо від початкового положення переміщувати ноніус відносно основної шкали, то послідовно будуть співпадати перша, друга, третя і насамкінець остання відмітки ноніуса. Всі ці послідовності співпадань відміток ноніуса і штанги стануться в результаті переміщення ноніуса на довжину поділки штанги і відлік за ноніусом буде дорівнювати:

$$b = \dot{a} / n . \quad (4)$$

Із викладеного слідує, що під час вимірювання, під час зсуву ноніуса відносно штанги, дрібна частина міліметра k_e дорівнює порядковому номеру відмітки ноніуса k , яка співпадає з будь-якою відміткою шкали штанги, помноженому на відлік за ноніусом b . Ціле число міліметрів A розміру деталі визначається числом цілих поділок шкали, замкнених між нульовою відміткою шкали штанги і нульовою відміткою ноніуса. Розмір деталі дорівнює $A + k_e$ (на рис. 2.9 відлік дорівнює 3,6 мм).

Таким чином, відлік за ноніусом можна визначити за формулами:

$$\begin{cases} b = \dot{a} / n , \\ b = \gamma \dot{a} - \dot{a}_i , \end{cases} \quad (5)$$

де γ – модуль ноніуса.

Оскільки $\dot{a}_i = L / n$, то:

$$a / n = \gamma a - a_i \Rightarrow a / n = \gamma a - L / n \Rightarrow a / n = (\gamma a n - L) / n .$$

Остаточно модуль ноніуса визначається за формулою:

$$\gamma = (L + \dot{a}) / n \dot{a} . \quad (6)$$

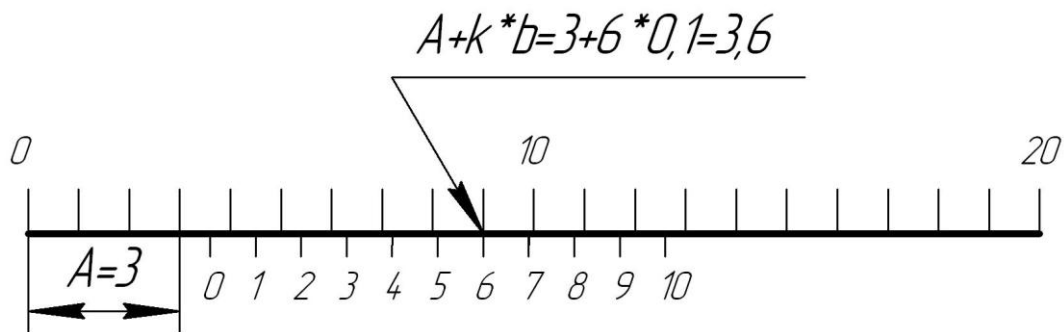


Рис. 2.9. Відлік за ноніусом

Модуль ноніуса характеризує відношення довжини поділок шкали ноніуса і штанги, розтягнутість ноніуса. В СРСР модуль ноніуса для штангенінструментів завжди дорівнює цілому числу, а відлік за ноніусом становить 0,1 і 0,05 мм. Згідно з ГОСТ 162–90, ГОСТ 164–90 та ГОСТ 166–90 похибка показів штангенінструментів з границями вимірювань до 1000 мм не повинна перевищувати подвоєного відліку за ноніусом: $\pm b$.

Технологія роботи

Вимірювальне зусилля визначається на дотик – вимірювальні поверхні інструменту повинні бути притиснуті до вимірюваної поверхні деталі щільно і разом з тим повинне бути забезпечене їх відносне ковзання легким тертям деталі з поверхнею без кочення (рис. 2.10, а, б).

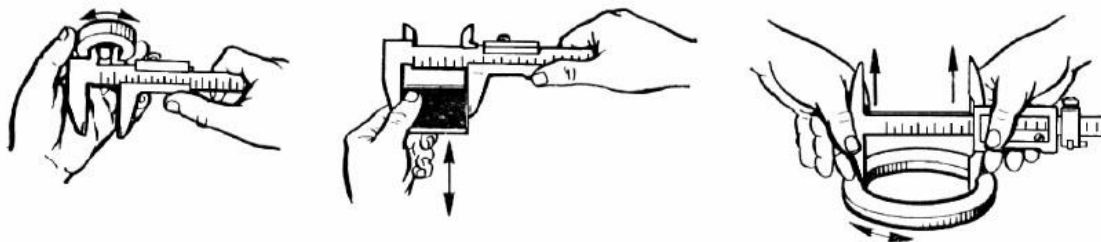


Рис. 2.10. Перевірка зусилля вимірювання

Під час вимірювання внутрішніх діаметрів великого розміру, вимірювальне зусилля перевіряється переміщенням губок у вертикальній площині. Щоб уникнути перекосу при перевірці, слід спиратися на середні пальці рук, розташувавши їх біля губок (рис. 2.10, в). Після остаточної установки штангенциркуля великим і вказівним пальцями правої руки при необхідності закріплюється рамка. При цьому штанга підтримується рештою пальців цієї руки, а губки – лівої руки.

Штангенциркуль з відліком за ноніусом

Перед початком вимірювань необхідно виконати перевірку інструмента. В тому випадку, якщо штангенциркуль має перекошені губки, люфт рамки, забоїни, подряпини, продукти корозії на робочих поверхнях, стерті штрихи штанги і ноніуса, то таким інструментом користуватися забороняється.

Далі слід перевірити правильність нульового показника інструмента. При дотичних вимірювальних поверхнях губок нульові штрихи штанги і ноніуса повинні співпадати, проміжок між вимірювальними поверхнями губок для зовнішніх вимірювань у справного інструменту не повинен

перевищувати 0,003 мм за величини відліку за ноніусом 0,05 мм і 0,006 мм за величини відліку 0,1 мм. Величина проміжку визначається візуально за складеним з кінцевих мір довжини зразка проміжку.

Відносний зсув нульових штрихів штанги і ноніусу не допускається. З метою його усунення, ноніус у штангенциркулів ШЦ-II і ШЦ-III може пересуватись уздовж рамки, для чого отвори під кріпильні гвинти виготовляються еліпсної форми. При зсуві нульового штриха ноніусу відносно нульового штриха штанги, необхідно провести перестановку ноніусу, для чого слід відпустити гвинти кріплення ноніусу до рамки, пересунути ноніус в нульове положення і закріпити його гвинтами. Звільнивши затискні гвинти рамки, перевірити плавність її ходу – рамка повинна переміщатися по штанзі вільно, але, без коливань.

Для вимірювань штангенциркуль необхідно узяти правою рукою за штангу і, переміщаючи рамку великим пальцем правої руки за виступ на рамці, розвести губки інструменту на розмір дещо більший розміру деталі (при вимірюванні зовнішніх розмірів), або на розмір менше розміру отвору (при вимірюванні внутрішніх розмірів). Далі привести робочі поверхні губок інструменту до зіткнення з вимірюваною поверхнею і перевірити правильність положення вимірювальних губок щодо вимірюваних поверхонь. Необхідно стежити за тим, щоб губки штангенциркуля прилягали до вимірюваних поверхонь за всією довжиною і не перекошувалися. При правильній установці інструменту лінія вимірювання 1 перпендикулярна осі деталі і проходить через її центр, а лінія вимірювання 2 перпендикулярна площині (див. рис. 2.11, а, в, д). Перекіс губок і замір за хордою недопустимі: при вимірюванні зовнішніх поверхонь це призведе до збільшення, а при вимірюванні внутрішніх – до зменшення розмірів (див. рис. 2.11, б, г, е).

Під час вимірювання незакріпленої деталі ліва рука повинна знаходитися за губками і захоплювати деталь неподалік від губок (рис. 2.12), під час вимірювання закріпленої деталі ліва рука повинна злегка притискувати губку штанги до вимірювальної поверхні (рис. 2.13). Правою рукою необхідно тримати штангенцикуль за штангу (приблизно у горизонтальному положенні) і великим пальцем цієї ж руки переміщувати виступ до зіткнення з вимірюваною поверхнею, не допускаючи перекосу губок і добиваючись нормального вимірювального зусилля.

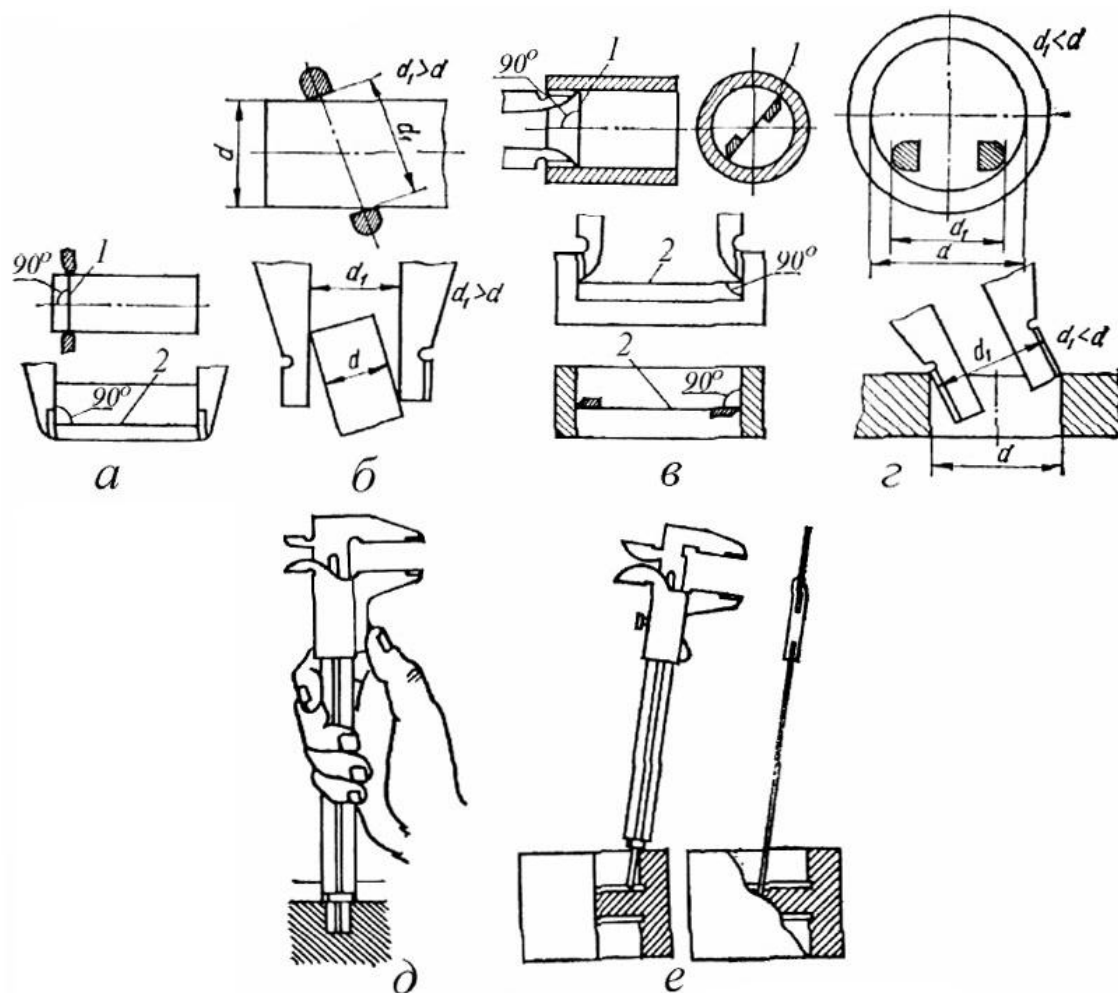


Рис. 2.11. Правила установки інструмента під час вимірювання: вірна (а, в, д); невірна (б, г, е)

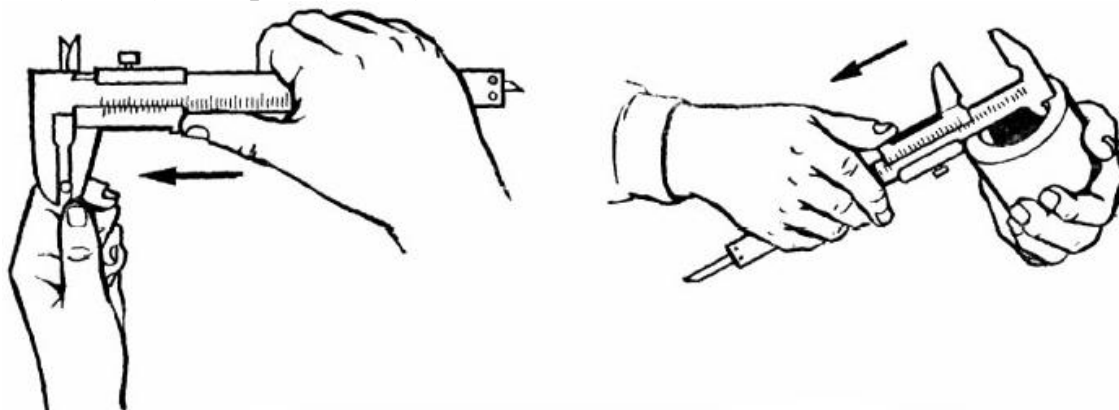


Рис. 2.12. Вимірювання штангенциркулем зовнішніх (а) та внутрішніх (б) розмірів не закріпленої деталі

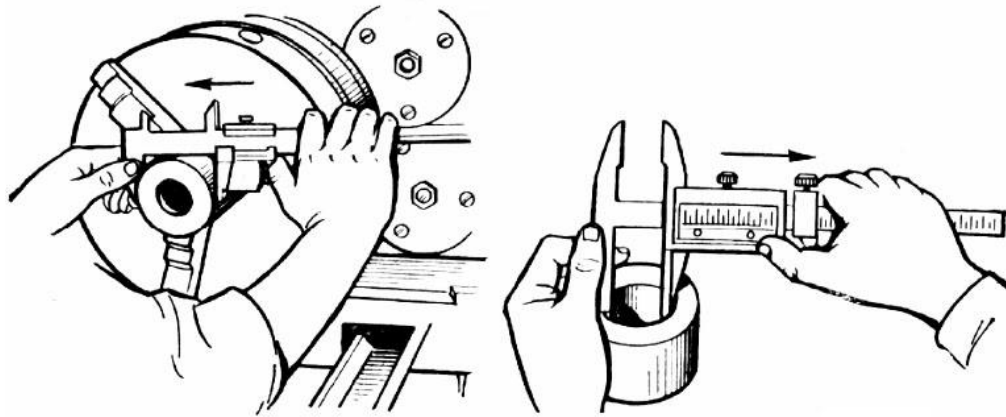


Рис. 2.13. Вимірювання штангенциркулем зовнішніх (а) та внутрішніх (б) розмірів закріпленої деталі

Штангенглибиномір

Перед виконанням вимірювань перевіряється правильність нульового положення двома способами:

1. Інструмент опорною площиною основи встановлюється на розміточну плиту, потім торець штанги стикається з плитою.
2. Вимірювальні поверхні основи і штанги стикаються з ребром лекальної лінійки. Нульові штрихи основної шкали і ноніуса повинні співпадати. При зсуві штрихів ноніуса і штанги слід виконати переустановлення ноніуса (див. вимірювання штангенциркулем).

Для виконання вимірювань опорна площина основи встановлюється на базову площину деталі і щільно притискається лівою рукою, далі штанга правою рукою опускається в отвір або паз, глибину якого необхідно виміряти, до зіткнення торцем з дном отвору (паза).

Відлік показів аналогічний відліку по штангенциркулю.

Штангенрейсмас

Правильність установки нульового положення інструмента перевіряється за відповідністю співпадання нульових штрихів шкал штанги і ноніуса при опусканні рамки до дотику ніжки з розмічною плитою (при межі вимірювань 0...250 мм) (рис. 2.14, а) або з поверхнею, встановленою на плиті плоскопаралельної кінцевої міри, довжина якої відповідає нижній межі вимірювання інструмента (рис. 2.14, б). Якщо нульові штрихи не співпадають, то необхідно послабити гвинти, що кріплять ноніус, пересунути його в нульове положення, після чого закріпити гвинти.

Для вимірювань деталей і інструмент встановлюються на розміточній плиті, лівою рукою основа штангенрейсмаса притискається до плити, а правою рукою вимірювальна ніжка підводиться до зіткнення з поверхнею, що вимірюється (рис. 2.14, б, в). Після цього рамка закріплюється стопорним гвинтом.

Вимірюваний розмір визначається за основною шкалою і ноніусом. При вимірюванні внутрішніх розмірів, до показів шкали необхідно додати товщину вимірювальної ніжки (розмір знаходиться на деталі).

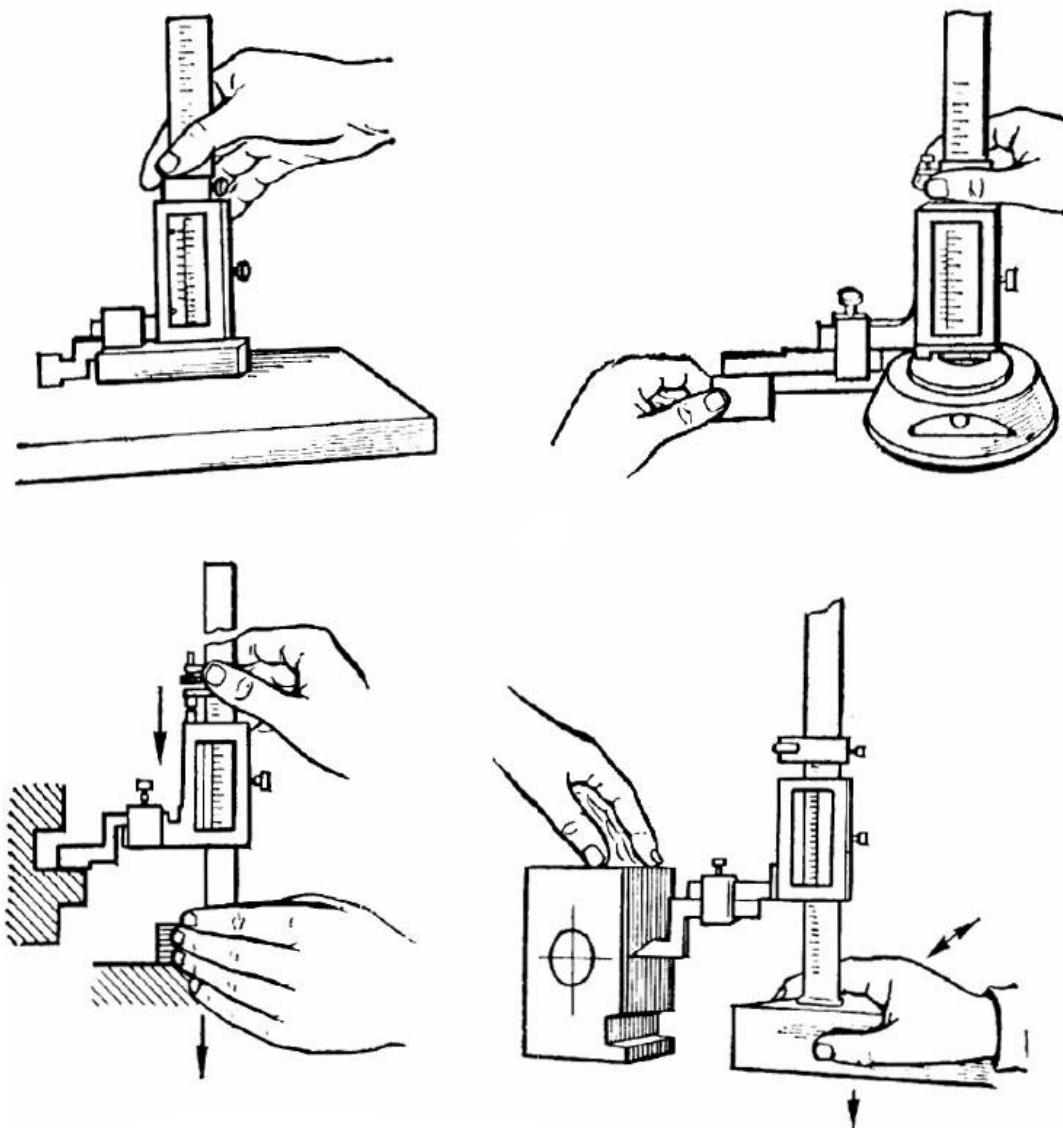


Рис. 2.14. Перевірка нульового положення штангенрейсмаса, вимірювання та розмітка за допомогою штангенрейсмаса

Порядок виконання роботи

Ознайомитись з загальними відомостями з теорії та конструкції штангенінструментів. Перевірити готовність штангенінструментів до вимірювання (світлова щілина між вимірювальними губками повинна бути тонкою і рівномірною, а нульовий і останній штрих шкали ноніуса співпадають із 0-им і 19-им або 39-им штрихом основної шкали).

Записати основні метрологічні характеристики інструментів, що використовувались при вимірюваннях розмірів в лабораторній роботі.

Користуючись формулами (5), визначити відлік за ноніусом та модуль штангенінструментів.

Виконати креслення деталі з зазначенням всіх вимірюваних розмірів, шорсткості поверхонь, допусків форми та розташування поверхонь та записати отримані дані в протокол вимірювання розмірів деталей.

Визначити абсолютну і відносну похибку вимірюваних розмірів і занести в протокол вимірювання розмірів деталей.

Для вимірювання розмірів штангенциркулем, необхідно:

а) відкрити рамку і хомутик, пересунути їх вздовж штанги і розмістити рамку так, щоб вимірювану деталь можна було встановити між вимірними площинами губок;

б) використовуючи мікрометричний пристрій, пересунути рамку до прилягання поверхонь обох губок до поверхні вимірюваної деталі та в цьому положенні закріпити стопорний гвинт рамки;

в) зняти інструмент з деталі, відрахувати покази за шкалою штанги і за ноніусом.

Під час вимірювання внутрішніх розмірів, до відліку за шкалою штанги і ноніуса слід додати розмір товщини губок штангенциркуля, який на них позначений (ШЦ-II, ШЦ-III).

Зробити висновок про виконану роботу.

Вимоги до оформлення звіту

Пред'явити повністю оформлений звіт виконання лабораторної роботи з протоколом вимірювань розмірів деталей викладачу для перевірки і захисту лабораторної роботи. Результати виконання лабораторної роботи представити у вигляді загальних відомостей за темою роботи, креслення деталі з вказівкою всіх вимірюваних розмірів, шорсткості поверхонь, допусків форми та розташування поверхонь, таблиці з результатами вимірювань, розрахунків відліку за ноніусом та модуля штангенінструментів, абсолютної та відносної похибки і метрологічних характеристик інструментів, що використовувались при вимірюваннях розмірів в лабораторній роботі, висновки.

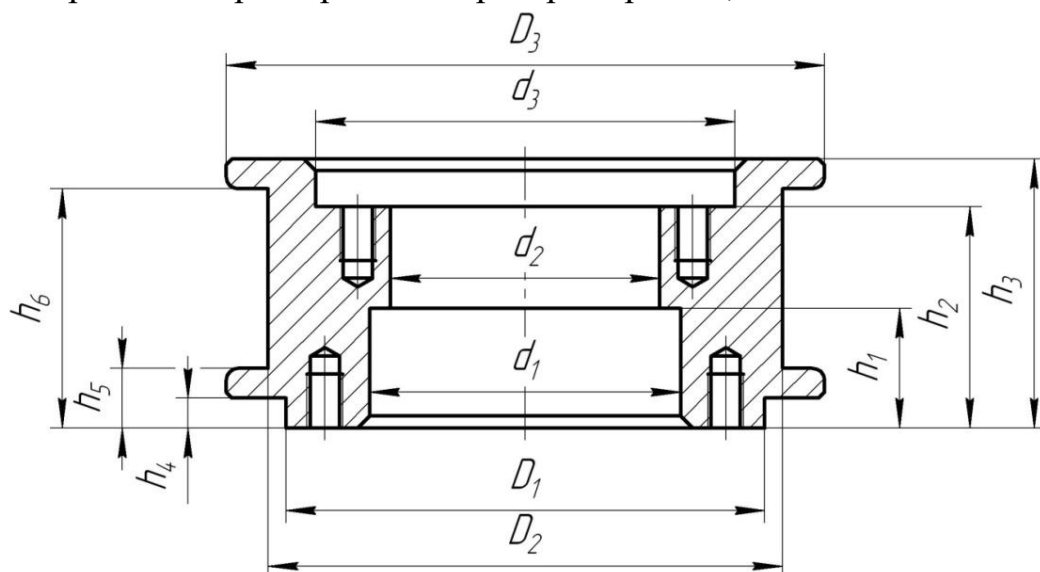


Рис. 2.15. Загальний вигляд деталі та геометричні параметри, які слід заміряти

При вимірюваннях деталі необхідно:

1. Штангенциркулями з ноніусним і електронним відліком виконувати виміри в двох взаємоперпендикулярних площинах одного перерізу (виміри I-I і II-II).

2. Штангенрейсмасом і штангенглибиноміром виміри виконувати в одній площині спочатку з одної, а потім іншої сторони деталі.

Після закінчення вимірювань по відомих залежностях визначають значення абсолютної та відносної похибок, приймаючи умовно за дійсне мінімальне значення розміру деталі.

До основних метрологічних характеристик інструментів відносять діапазон показів, ціну поділки та інструментальну похибку.

Таблиця 2.1. Протокол результатів вимірювання розмірів деталей

№ ^{3/п}	Вимірювальний інструмент	Розмір деталі	Значення розміру, мм		Величина абсолютної похибки, мм	Величина відносної похибки, %
			I-I	II-II		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Штангенциркуль	d_1				
			()	()		
		d_2				
			()	()		
		d_3				
			()	()		
		D_1				
			()	()		
		D_2				
			()	()		
		D_3				
			()	()		
2.	Штангенглибиномір	h_1				
		h_2				
		h_3				
3.	Штангенрейсмас	h_4				
		h_5				
		h_6				

Примітка. Розміри в дужках для штангенциркуля з електронним відліком.

Контрольні запитання

- Поясніть будову і принцип роботи:
 - штангенциркуля з ноніусним відліком;
 - штангенрейсмаса;
 - штангенглибиноміра.
- Які методи вимірювань застосовуються при використанні штангенінструментів з ноніусним і електронним відліками?
- Що таке діапазон вимірювань інструмента, довжина і ціна поділки шкали?
- Чи (якщо можна, то як) можна переконатися в тому, що при вимірюваннях діаметра отвори був заміряний діаметр, а не хорда?
- З яких складових складається інструментальна похибка штангенінструментів?
- Як перевірити і відрегулювати штангенінструмент?
- Чи можна штангенциркулем з відліком по ноніусу 0,05 мм заміряти розмір з точністю 0,03; 0,01; 0,1 мм?

6. Як виглядатимуть ноніуси шкали (кількість ділень і ціна ділення) якщо:
 - a. ціна поділки основної шкали 1 мм, відлік за ноніусом 0,01 мм;
 - b. ціна поділки основної шкали 1,5 мм, відлік за ноніусом 0,03 мм;
 - c. ціна поділки основної шкали 1,2 мм, відлік за ноніусом 0,04 мм?
7. Чи можна при вимірюванні діаметру валу (отвору) користуватися мікрогвинтом перемішування рамки ноніусної шкали?
8. При зімкненні вимірювальних поверхонь штангенциркуля з ціною поділки 0,05 мм виходить відлік 0,1 мм. Чи можна усунути цю несправність, якщо основна і ноніусна шкали не мають похибок (вимірювальні поверхні губок чисті і не мають забоїв)?

Рекомендована література:

1. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1982. – 286 с.
2. Метрология, стандартизация, сертификация. Лабораторный практикум для студентов специальностей 170400, 150200, 230100, 311300, 311400, 260300, 231000, 290300, 260100, 260200 всех форм обучения / Кульминский А.Ф. – Сыктывкар: РИО СПбГЛТА, 2004. – 80 с.
3. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Ученик для вузов. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Вимірювання розмірів деталей мікрометричними інструментами та приладами.

Мета: Ознайомитись із будовою інструментів та їх технічними даними. Вивчити методи та прийоми вимірювання розмірів деталей мікрометричними інструментами та приладами. Навчитись вимірювати та контролювати розміри деталей мікрометричними інструментами та приладами. Навчитись визначати відхилення форми циліндричної деталі при використанні мікрометричних інструментів.

Обладнання та оснащення робочого місця

Мікрометри гладкі МК (ГОСТ 6507-90), мікрометричні глибиноміри ГМ (ГОСТ 7470-92), мікрометричні нутроміри НМ (ДСТУ ГОСТ 17215:2009). Набори деталей для вимірювання.

Загальні відомості

До мікрометричних приладів загального призначення відносять мікрометри, мікрометричні мікроміри і мікрометричні глибиноміри. Призначені для вимірювання зовнішніх, внутрішніх розмірів, висот виступів і глибин прямим і абсолютним: контактним методом. Принцип дії цих інструментів оснований на використанні гвинтової пари гвинт-гайка для перетворення обертального руху мікрогвинта в поступальний. Ціна поділки мікрометричних інструментів становить 0,01 мм. Характеристика мікрометричних приладів загального призначення наведена в додатку З.1.

Для вимірювання зовнішніх розмірів найбільш широко використовують мікрометри різних типів (ГОСТ 6507-78).

Мікрометри повинні бути виготовлені наступних типів:

- МК - гладкі для вимірювання зовнішніх розмірів виробів (рис. 3.1);
- МЛ - листові з циферблатом для вимірювання товщини листів та смуг (рис. 3.2);
- МТ - трубні для вимірювання товщини стінок труб (рис. 3.3);
- МЗ - зубомірні для вимірювання довжини загальної нормалі зубчатих коліс з модулем від 1 мм (рис. 3.4);
- МГ - мікрометричні головки для вимірювання переміщення (рис. 3.5);
- МП - мікрометри для вимірювання товщини дроту (рис. 3.6).

Примітка. Найменший внутрішній діаметр труб, що вимірюються мікрометром типу МТ, повинен бути 8 або 12 мм.

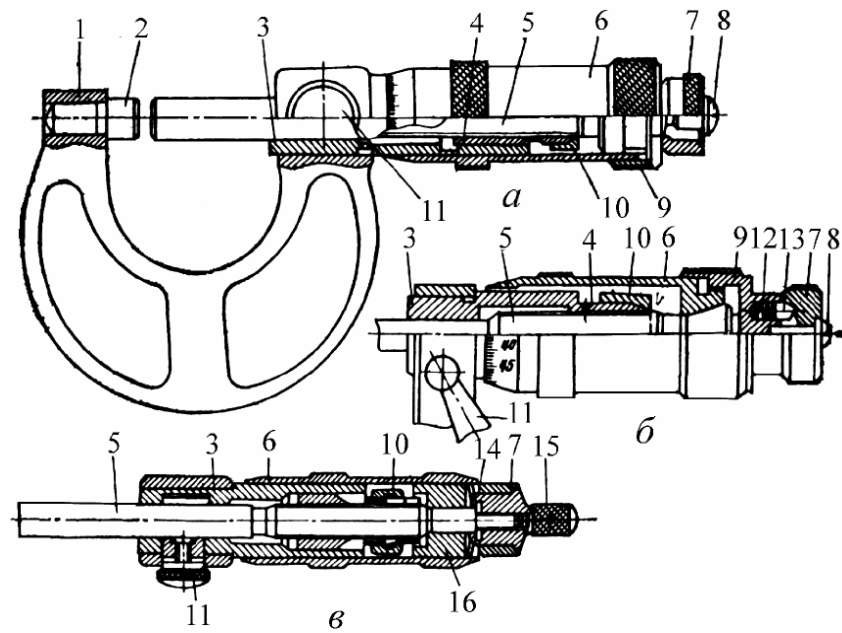


Рис. 3.1. Тип МК, мікрометр гладкий: 1 – подковоподібна скоба; 2 – вимірювальна п'ята; 3 – стебло; 4 – мікрометрична гайка; 5 – мікрометричний гвинт; 6 – барабан; 7 – храповик; 8 – кріпильний гвинт; 9 – тріскачка; 10 – регулювальна гайка; 11 – стопорний пристрій; 12 – тарувальна пружина; 13 – штифт із скосом; 14 – пружинне кільце; 15 – гайка; 16 – циліндрична втулка

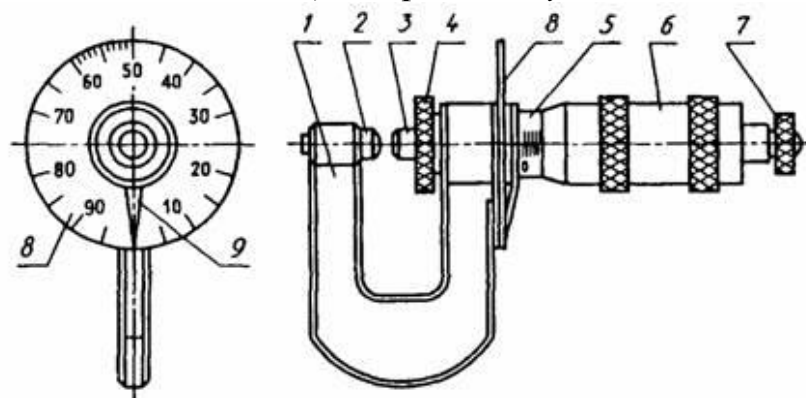


Рис. 3.2. Тип МЛ. Мікрометр листовий: 1 - скоба; 2 - п'ята; 3 - мікрометричний гвинт; 4 - стопор; 5 - стебло; 6 - барабан; 7 - тріскачка (фрикційна); 8 - циферблат; 9 - стрілка

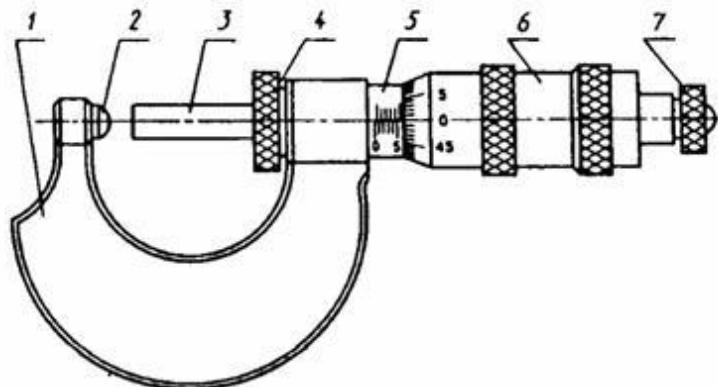


Рис. 3.3. Тип МТ. Мікрометр трубний: 1 - скоба; 2 – п'ята; 3 - мікрометричний гвинт; 4 - стопор; 5 - стебло; 6 - барабан; 7 - тріскачка (фрикційна)

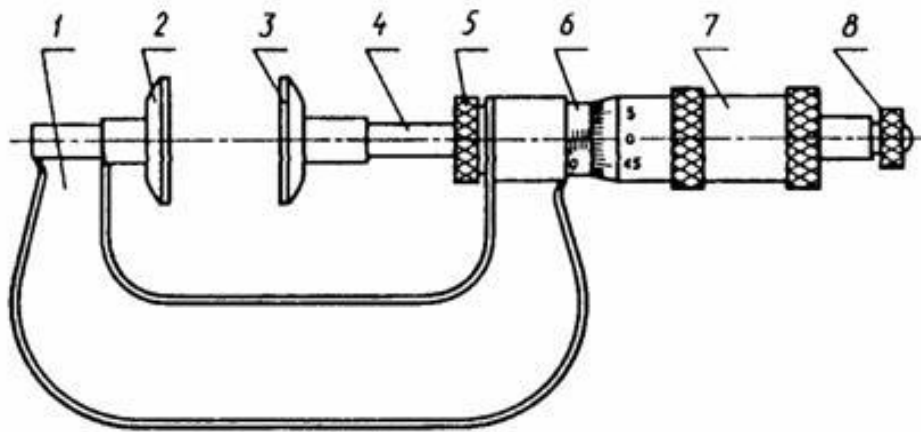


Рис. 3.4. Тип МЗ. Мікрометр зубомірний: 1 - скоба; 2 – п'ята; 3 - вимірювальна губка; 4 - мікрометричний гвинт; 5 - стопор; 6 - стебло; 7 - барабан; 8 - тріскачка (фрикційна)

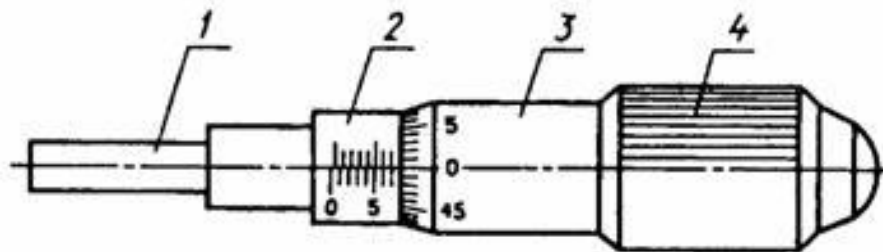


Рис. 3.5. Тип МГ. Мікрометрична головка: 1 - мікрометричний гвинт; 2 - стебло; 3 - барабан; 4 - тріскачка (фрикційна)

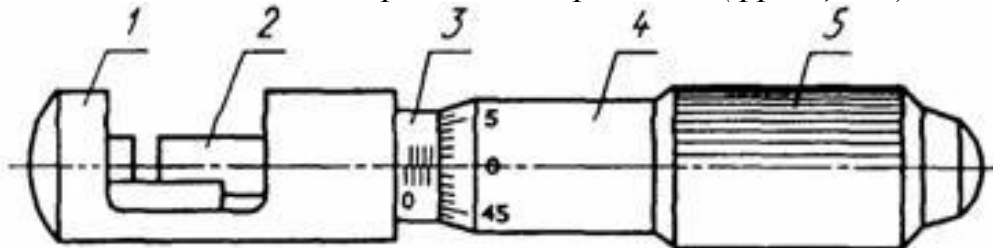


Рис. 3.6. Тип МП. Мікрометрична головка: 1 - корпус; 2 - мікрометричний гвинт; 3 - стебло; 4 - барабан; 5 - тріскачка (фрикційна)

Мікрометри слід виготовляти:

- з ціною поділки 0,01 мм – при відліку показів за шкалами стебла і барабана (рис. 3.1-3.6);
- із значенням відліку за ноніусом 0,001 мм - при відліку показів за шкалами стебла і барабана з ноніусом (рис. 3.7-3.8);
- з кроком дискретності 0,001 мм – при відліку показів за електронним цифровим відліковим пристроєм і шкалам стебла і барабана (рис. 3.9).

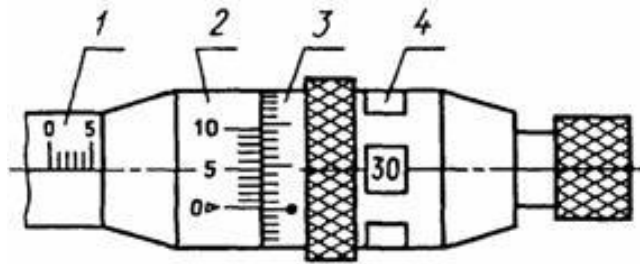


Рис. 3.7. Мікрометри з ціною поділки 0,01 мм: 1 - стебло; 2 - ноніус, 3 - барабан; 4 - цифровий відліковий пристрій

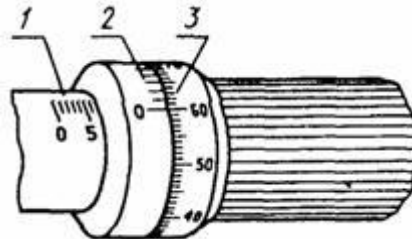


Рис. 3.8. Мікрометри із значенням відліку за ноніусом 0,001 мм: 1 - стебло; 2 - ноніус, 3 - барабан

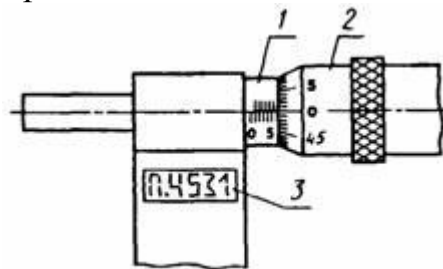


Рис. 3.9. Мікрометри з кроком дискретності 0,001 мм: 1 - стебло; 2 - барабан; 3 - електронний цифровий відліковий пристрій

Примітка. Рисунками 3.1-3.9 конструкція мікрометрів не визначається.

Мікрометр загального призначення з плоскими вимірювальними поверхнями (рис. 3.1) складається із скоби і з запресованою в неї п'яткою з вимірювальною площиною і стеблом. Мікрометричний гвинт вкручений в мікрометричну гайку стебла, а його циліндрична частина з другою вимірювальною площиною направляється точним отвором в лівій частині стебла. Мікрометричний гвинт з'єднаний з барабаном ковпачком, в ньому є отвір, в який вставлений підпружинений зуб, що впирається у впадину торцьової зубчатої поверхні тріскачкового пристрою. При повороті тріскачки через підпружинений зуб мікрометричному гвинту передається деякий крутний момент, необхідний для забезпечення вимірювального зусилля в межах 5...9 Н. Гальмівний пристрій служить для фіксації мікрометричного гвинта в потрібному положенні відносно скоби. Всі мікрометричні прилади засновані на застосуванні принципу перетворення лінійних переміщень в кутові за допомогою гвинтової пари з точним кроком: тому їх відліковий пристрій складається з двох шкал: поздовжньої і кругової.

Поздовжня шкала, поділки якої нанесені вздовж риски на стеблі, складається з двох частин. По нижній частині відраховуються цілі міліметри, а по верхній – половини міліметра, що відповідає кроку різьби мікрометричного гвинта. Показчиком для відліку за цією шкалою є торець конуса барабана. Кругова шкала із 50 поділок на конічній частині барабана служить для відліку частин обороту гвинта. Показчиком для відліку по цій шкалі служить поздовжня риска на стеблі. Поворот мікрометричного гвинта з барабаном на одну поділку відповідає переміщенню торця цього гвинта на одну п'ятдесяту його кроку на $0,5/50=0,01$ мм, де 0,5 мм – крок різьби. Тому, ціна поділки шкали таких мікрометричних приладів дорівнює 0,01 мм.

Границі вимірювань мікрометра залежать від розмірів скоби і від вимірювального переміщення мікрометричного гвинта. Мікрометри загального призначення з плоскими вимірювальними п'ятками для вимірювання розмірів до 300 мм випускають з границям вимірювань 0...25, 25...50..., 275...300 мм., тобто через кожні 25 мм з тим, щоб похибка кроку мікрометричного гвинта не перевищувала 8...10 мкм.

Мікрометричний нутромір служить для вимірювання внутрішніх розмірів. Прилад складається із мікрометричної головки, наконечника і змінних подовжувачів (рис. 3.10).

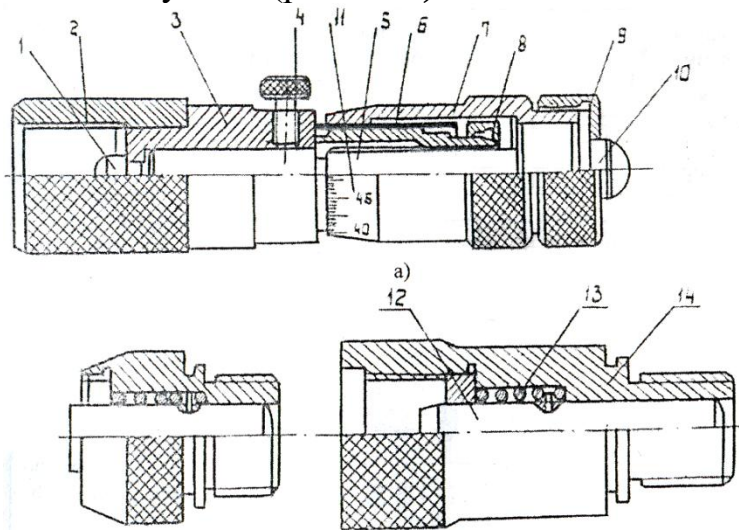


Рис. 3.10. Мікрометричний нутромір: 1. П'ята (вимірювальний наконечник); 2. Внутрішня різьба; 3. Стебло; 4. Стопор; 5. Хвостовик мікрометричного гвинта; 6. гільза; 7. Барабан; 8. Регулююча гайка; 9. Затяжна гайка; 10. Мікрометричний гвинт; 11. Шкала; 12. Стержень; 13. Пружина; 14. Трубка

В мікрометричній головці до мікрометричного гвинта 5, який має вимірювальну поверхню 10, за допомогою затяжної гайки 9 приєднаний барабан 7. Мікрометричний гвинт вкручується в мікрометричну гайку 8 і центрується по каліброваному отворі в стеблі 3. В потрібному положенні мікрометричний гвинт 5 може бути закріплений стопорним гвинтом 4. На зовнішній циліндричній поверхні стебла 3 нанесені поділки на відділах, які дорівнюють кроку мікрометричного гвинта 0,5 мм. В лівій частині

стебла 3 запресована п'ятка 1 з другою вимірювальною поверхнею, а також нарізана внутрішня різьба 2. В цю різьбу вгвинчують або наконечник, без якого взагалі забороняється проводити вимірювання, або подовжувачі, призначені для збільшення границь вимірювання нутроміра.

Подовжувач складається із стержня 12 визначеної довжини (13, 25, 50 мм), вставленого в трубі 14 і пружини 13, необхідної для забезпечення постійного тиску при згвинчуванні подовжувача з мікрометричною головкою.

Внутрішня різьба трубки служить для приєднання наконечника, а зовнішня різьба – для вгвинчування в мікрометричну головку. Комбінація подовжувачів в поєднанні з мікрометричною головкою і наконечником дозволяє змінювати границі вимірювання від 75 до 175 мм (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Границі вимірювання нутроміра з подовжувачами

Границі вимірювання, мм	Подовжувачі, які використовуються, мм		
75 – 88	-	-	-
88 – 100	13	-	-
10 – 113	-	25	-
113 – 125	13	25	-
125 – 138	-	-	50
138 – 150	13	-	50
150 – 163	-	25	50
163 - 175	13	25	50

На відміну від мікрометра похибка нутроміра дещо більша через відсутність пристрою, який забезпечує постійне вимірювальне зусилля. Границі допустимих похибок мікрометричного нутроміра (ГОСТ 1045-75) залежать від вимірювального розміру. Для розмірів до 125 мм границі допустимої похибки $+0,006$ мм.

Мікрометричний глибиномір (рис. 3.11) служить для вимірювання глибини отворів, пазів, висоти уступів і т.п. Він складається із основи 2 із запресованим в неї стеблом 4, мікрометричного гвинта 3 із змінним вимірювальним стержнем 1, барабана 5, ковпачка 6 з тріскачкою 7 і штопора 8.

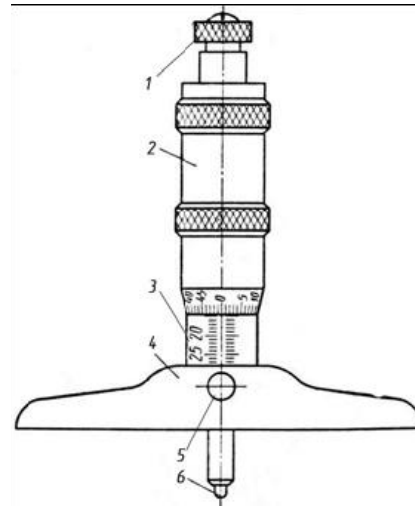
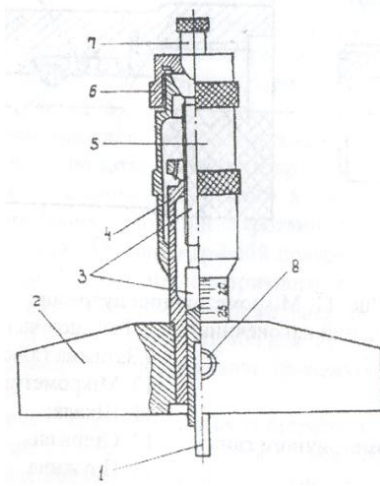


Рис. 3.11. Мікрометричний глибиномір: 1 – вимірювальний стрижень; 2 – основа; 3 – Мікрометричний гвинт; 4 – стебло; 5 – барабан; 6 – ковпачок; 7 – тріскачка; 8 – штопор

Вимірювальними поверхнями мікрометричного глибиноміра є нижня площина основи 2 і торець змінного вимірювального стержня 1. Мікрометричні глибиноміри випускають з чотирма змінними вимірювальними стержнями, що забезпечує границі вимірювання від 0 до 150 мм. Згідно з ГОСТ 7470-78 глибиноміри випускають двох класів точності 1 і 2-го. Границя допустимої похибки глибиноміра 2-го класу точності з діапазоном вимірювання 0 – 100 мм не повинні перевищувати +0,005 мм.

Порядок виконання роботи

Ознайомитись з загальними відомостями з теорії та конструкції мікрометричних приладів. Перевірити готовність мікрометричних приладів до вимірювання (світлова щілина ніж вимірювальними поверхнями повинна бути тонкою і рівномірною).

Записати основні метрологічні характеристики інструментів, що використовувались при вимірюваннях розмірів в лабораторній роботі.

Виконати креслення деталі з зазначенням всіх вимірюваних розмірів, шорсткості поверхонь, допусків форми та розташування поверхонь та записати отримані дані в протокол вимірювання розмірів деталей.

Визначити абсолютну і відносну похибку вимірюваних розмірів і занести в протокол вимірювання розмірів деталей.

І. Вимірювання зовнішніх розмірів деталі

1. Перевірити правильність установки мікрометра МК-25 (див. рис. 3.1) на нуль. Для цього обертанням барабана за допомогою тріскачки (штопор відпущений) забезпечити контакт вимірювальних площин. При перевірці мікрометра з границями вимірювання 25-50 мм і більше між вимірювальними площинами повинні вставлятися установочні або кінцеві міри.

Після трикратного потріскування тріскачки закріпити мікрометричний гвинт штопором, перевірити співпадання нульового

штриха кругової шкали барабана з поздовжньою рисою на стеблі, а у випадку неспівпадання встановити на нуль у такій послідовності: а) послабити з'єднання барабану 6 з мікрометричним гвинтом 5, для цього, утримуючи барабан за накатану поверхню, відгвинтити кріпильний гвинт 8, злегка відпустити тріскачку 9, перемістити барабан до співпадання нульового штриха кругової шкали з нульовим штрихом поперечної шкали та поздовжньою рисою на стеблі і утримуючи мікрометр за барабан, затягнути тріскачку та кріпильний гвинт до кінця, тобто зафіксувати; б) відпустити штопор, повернути барабан проти годинникової стрілки на 1-2 оберти і знову перевірити правильність установки на нуль. У випадку необхідності повторити установку.

II. Вимірювання внутрішніх розмірів деталі

1. Перевірити установку мікрометричного нутроміра (рис. 3.10) на нуль. Для цього за допомогою гвинта прикріпити в вертикальному положенні установочну скобу розміром 75 мм до торця коробки приладу (рис. 3.12).

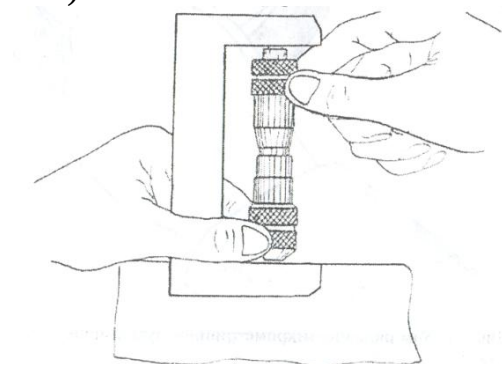


Рис. 3.12. Перевірка встановлення мікрометричного нутроміра (головки) на нуль

а) прикрутити наконечник до мікрометричного нутроміра, відпустити стопорний гвинт 4;

б) нутромір ввести між поверхнями скоби і повертаючи мікро гвинт, досягти контакту з вимірювальними площинами скоби;

в) злегка коливаючи прилад, знайти найкоротшу віддаль;

г) закріпити штопорний гвинт. Якщо нульова поділка барабана не співпадає з поздовжньою рисою, то, відпустивши ковпачок, звільнити барабан (при відкручуванні ковпачка мікрометричну головку треба тримати тільки за барабан), а потім повернути барабан до співпадання нульової поділки з поздовжньою рисою і закріпити;

д) перевірити правильність установки.

2. У випадку необхідності прикрутити до мікрометричної головки подовжувачі.

3. Ввести мікрометричний нутромір в отвір (рис. 3.10) і виконати вимірювання, коливаючи нутромір, встановити його по діаметру (максимальний показ).

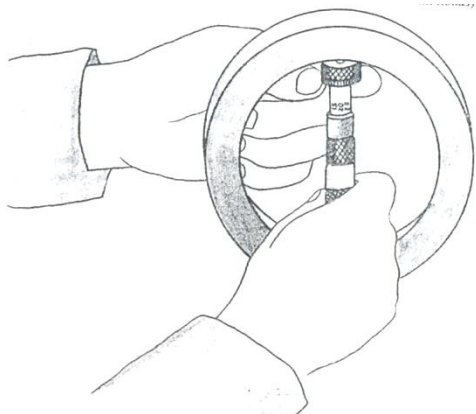


Рис. 3.13. Вимірювання мікрометричним нутроміром

III. Вимірювання глибини отвору та висоти уступу

1. Перевірити правильність установки глибиноміра на нуль. Для цього вставити вимірювальний стержень з межами вимірювань 0...25 мм, встановити основу вимірювальною поверхнею на перевірочну плиту і злегка притискуючи до плити, за допомогою тріскачки переміщувати мікро гвинт до дотику вимірювального стержня з поверхнею плити;

а) закріпити мікро гвинт штопором і в цьому положенні перевірити суміщення нульового штриха на барабані з поздовжньою рисою на стеблі;

б) у випадку неспівпадання штриха і риси настроїти глибиномір на нуль.

Для цього, притримуючи мікрометричний глибиномір за барабан, відкрутити ковпачок (1-2 оберти) і від'єднати конус барабана від конуса мікрометричного гвинта (натиснути на барабан в напрямку основи). Повернути барабан відносно стебла так, щоб нульовий штрих співпав з поздовжньою рисою на стеблі. В цьому положенні від'єднати барабан з мікрометричним гвинтом ковпачком, відпустити стопор, перевірити правильність настройки;

в) при необхідності повторити настройку.

2. Підібрати необхідний вимірювальний стержень (якщо глибина отвору чи уступу більше 25мм і помістити його в гніздо мікро гвинта.

3. Виміряти глибину отворів і величину уступів. Для цього встановити на торцьову площину деталі основу глибиноміра і повертанням мікрометричного гвинта за допомогою тріскачки досягти контакту поверхні вимірювального стержня з дном отвору чи уступу.

Зробити висновок про виконану роботу.

Вимоги до оформлення звіту

Пред'явити повністю оформлений звіт виконання лабораторної роботи з протоколом вимірювань розмірів деталей викладачу для перевірки і захисту лабораторної роботи. Результати виконання лабораторної роботи представити у вигляді загальних відомостей за темою роботи, креслення деталі з вказівкою всіх вимірюваних розмірів, шорсткості поверхонь, допусків форми та розташування поверхонь,

таблиці з результатами вимірювань, розрахунків відліку за показами мікрометра, абсолютної та відносної похибки і метрологічних характеристик інструментів, що використовувались при вимірюваннях розмірів в лабораторній роботі, висновки.

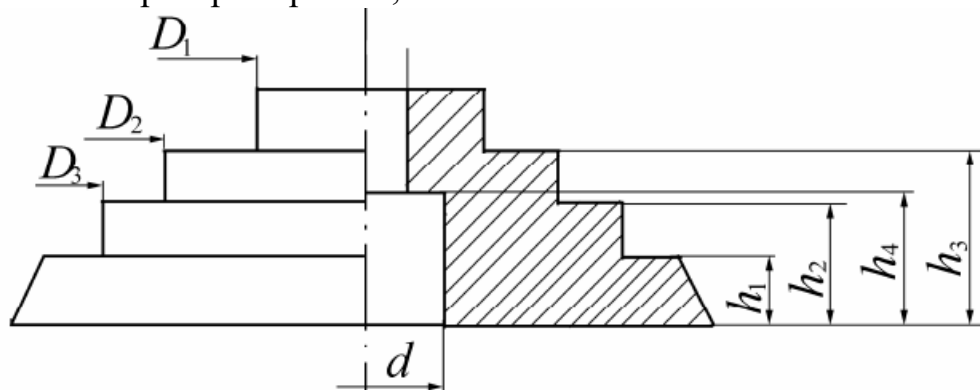


Рис. 3.14. Загальний вигляд деталі та геометричні параметри, які слід заміряти

При вимірюваннях деталі необхідно:

1. Мікрометрами гладкими і мікрометричним нутроміром виконувати виміри в двох взаємоперпендикулярних площинах одного перерізу (виміри I-I і II-II).

2. Мікрометричним глибиноміром виміри виконувати в одній площині спочатку з одної, а потім іншої сторони деталі.

Після закінчення вимірювань по відомих залежностях визначають значення абсолютної та відносної похибок, приймаючи умовно за дійсне мінімальне значення розміру деталі.

До основних метрологічних характеристик інструментів відносять діапазон показів, ціну поділки та інструментальну похибку.

Таблиця 3.2. Протокол результатів вимірювання розмірів деталей

З/п	й	Вимірювальний інструмент	Розмір деталі	Значення		Величина абсолютної похибки, мм	Величина відносної похибки, %
				I	II		
	2		3	4	5	6	7
	Мікрометр		D				
			D				
			D				
			h				
			h				
			h				
	Глибиномір мікрометричний		h				
	Нутромір мікрометричний		d				

Примітка. Розміри в дужках для штангенциркуля з електронним відліком.

Контрольні запитання

1. Які інструменти відносяться до мікрометричних?

2. Поясніть будову і принцип роботи:
 - a. мікрометра гладкого;
 - b. глибиноміра мікрометричного;
 - c. нутроміра мікрометричного.
3. Які методи вимірювань застосовуються при використанні мікрометричних інструментів?
4. Охарактеризуйте поняття:
 - a. діапазон вимірювань інструменту;
 - b. довжина поділки шкали;
 - c. ціна поділки шкали.
5. З яких складових складається інструментальна похибка мікрометра, глибиноміра мікрометричного, нутроміра мікрометричного?
6. Як перевірити і відрегулювати мікрометр, глибиномір мікрометричний, нутромір мікрометричний?
7. Чому діапазон вимірювання мікрометра не перевищує 25мм?
8. Чи можна відрегулювати вимірювальне зусилля в мікрометричних інструментах? Якщо можна, то яким чином?
9. Як правильно заміряти діаметр отвору мікрометричним нутроміром?
10. Чим створюється вимірювальне зусилля в мікрометричних інструментах? Яка його величина?
11. Як виглядатиме шкала мікрометра, якщо крок мікрогвинта $P=1\text{мм}$, а ціна поділки на барабані $0,02\text{мм}$?
12. Чи можна проводити виміри мікрометричними інструментами при зіпсованій тріскачки?

Рекомендована література:

1. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1982. – 286с.
2. Метрология, стандартизация, сертификация. Лабораторный практикум для студентов специальностей 170400, 150200, 230100, 311300, 311400, 260300, 231000, 290300, 260100, 260200 всех форм обучения / Кульминский А.Ф. – Сыктывкар: РИО СПбГЛТА, 2004. – 80с.
3. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Ученик для вузов. – М.: Машиностроение, 1987. – 352с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Тема: Вимірювання гільз циліндрів двигунів індикаторним нутроміром. Перевірка радіального і торцевого биття деталей за допомогою індикаторної головки.

Мета: Ознайомитись з будовою і принципом дії основних вимірювальних приладів, в тому числі індикаторним нутроміром, приладами для перевірки радіального і торцевого биття. Ознайомитись із методикою вибору засобів вимірювання і їх будовою.

Обладнання та оснащення робочого місця

Індикатори годинникового типу. Важільно-зубчаті вимірювальні головки. Індикаторні скоби. Важільні скоби. Прилади для вимірювання радіального і торцевого биття. Набори деталей для вимірювання.

Загальні відомості

При вимірюваннях використовують різні інструменти та методи вимірювання, які являють собою сукупність прийомів використання різних припусків і засобів.

Важільно-механічні прилади призначені для контролю лінійних розмірів і відхилень форми і розташування поверхонь. Головним чином ці прилади використовують для відносних вимірювань.

Методи вимірювання.

При вимірюваннях використовують різні методи вимірювань, які являють собою сукупність прийомів використання різних принципів і засобів. Пряме вимірювання - вимірювання, при якому шукане значення величини знаходиться безпосередньо із дослідних даних (довжину - лінійкою, кути - кутоміром, діаметри валів мікрометром або штангенциркулем). Непряме вимірювання - вимірювання, при якому шукане значення знаходять на основі відомої залежності між цією величиною і величинами, отриманими при прямому вимірюванні (кути - синусною лінійкою, середній діаметр різьби - методом трьох дротинки).

Метод безпосередньої оцінки - значення величини визначають безпосередньо по відліковому пристрою вимірювального приладу прямої дії (довжини - лінійкою, отворів - мікрометричним нутроміром).

Метод порівняння з мірою - вимірювану величину порівнюють з величиною міри (діаметр вала індикатором, який настроєний по номінальному діаметру за допомогою кінцевих мір довжини).

Похибки вимірювання.

Похибка вимірювання - відхилення результатів вимірювання від істинного значення вимірюваної величини. Похибка вимірювання є сумарною похибкою, в яку входять:

- Похибки засобів вимірювання;
- Похибки, пов'язані з установкою деталі на позицію вимірювання;

- Похибки настроювання, в тому числі, похибки установочних мір і зміщення рівня настроювання;
- Похибки пов'язані із зовнішніми факторами (температура, вібрація і т.п.);
- Похибки внаслідок вимірювального зусилля, яке викликає деформацію контрольованих деталей або деталей вимірювального пристрою;
- Суб'єктивні похибки контролера.

По ГОСТ 8.051-81 встановлені допустимі похибки вимірювання в залежності від якості і номінального розміру деталі до 500 мм.

3.3. Нормальні умови виконання лінійних вимірювань.

Нормальні умови виконання лінійних і кутових вимірювань встановлені по ГОСТ 8.050-73 і повинні дотримуватись для запобігання додаткових похибок:

- температура навколишнього середовища 20°C;
- атмосферний тиск 101324,72 Па (760 мм рт.ст.);
- відносна вологість повітря 58%.

Важільно-механічні прилади.

В залежності від будови передавального механізму важільно-механічні прилади діляться на прилади із зубчастою, важільно-зубчастою і пружинною передачею. До важільно-механічних приладів відносять індикатори, важільні скоби, індикаторні нутроміри і скоби, важільні мікрометри, вимірювальні головки і т.д. Ці прилади мають досить високу точність завдяки застосуванню різних передач і систем, які дозволяють значно збільшити передаточне число механізму. Вказані прилади призначені для відносних вимірювань.

Індикатори годинникового типу (ГОСТ 577-68).

Індикатори годинникового типу відносяться до приладів із зубчастою передачею, їх випускають двох класів точності (0 і 1) двох типів : ИЧ - із переміщенням вимірювального стержня паралельно шкалі, ИТ - із переміщенням вимірювального стержня перпендикулярно шкалі.

Технічні характеристики індикаторів приведені в таблиці 1. Індикатори мають ціну поділки шкали 0,01 мм і випускаються з межами вимірювання 0...5 і 0...10 мм при діаметрі корпусу 60 мм та 0 ... 2 і 0 ... 3 мм при діаметрі корпусу 42 мм (малогабаритні). Випускають також індикатори типу ИЧ - 25, ИЧ - 50 з межами вимірювання 25 і 50.

Похибки індикаторів досить значні : від ± 4 до 26 мкм, але через великі межі вимірювання та універсальність застосування їх використовують для точних вимірювань.

Індикатори годинникового типу застосовують для вимірювання розмірів, відхилень форми і розміщення поверхонь в стійці, штативі або в спеціальних пристосуваннях. Вимірювання виконують абсолютним (безпосереднім) і відносним (порівнянням із мірою) методами.

Індикаторами годинникового типу (рис. 4.1) оснащено ряд вимірювальних приладів загального і спеціального призначення.

Інтервали вимірювань від 0 до 5мм, від 0 до 10мм і малогабаритні від 0 до 2мм. Схема індикатора представлена на рис. 4.2.

При переміщенні вимірювального стержня на 10мм зубчате колесо $Z_1=16$ із стрілкою показчика обертів, яка знаходиться на його осі, здійснює один оберт, оскільки $10\text{мм} / (0,625\text{мм} \times 16) = 1$. При інтервалі вимірювання від 0 до 10мм мала шкала розділена на 10 частин, при інтервалі від 0 до 5мм шкала в половину кола розділена на 5 частин, що забезпечує малій шкалі ціну поділки 1мм.

Зубчате колесо $Z_2=100$ знаходиться на одній осі з зубчатим колесом $Z_1=16$. При переміщенні вимірювального стержня на 1мм це колесо здійснює $1/10$ оберта, т.ч. переміщується на 10 зубів, а зубчате колесо $Z_3=10$, яке знаходиться в зачепленні з колесом $Z_2=100$, з більшою стрілкою, закріпленою на осі колеса $Z_3=10$, здійснює один оберт. Більша шкала розділена по колу на 100 частин, що забезпечує ціну поділки 0,01мм. Перед вимірюванням необхідно перевірити постійність показів індикатора, піднімаючи і опускаючи вимірювальний стержень. Різниця показів не повинна перевищувати 0,5 поділки.

Читають покази індикатора так: ціле число міліметрів відраховується стрілкою показчика обертів по малій шкалі. Соті долі міліметра відраховуються стрілкою по великій шкалі. При підніманні вимірювального стержня (прямий хід) покази читають по зовнішніх цифрах великої шкали (збільшення по годинниковій стрілці).

При опусканні вимірювального стержня (зворотний хід) покази читають по внутрішніх цифрах великої шкали (збільшення проти годинникової стрілки).

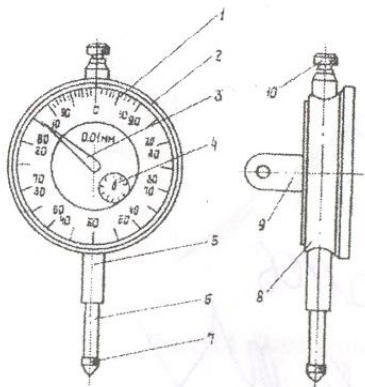


Рис. 4.1. Індикатор годинникового типу ИЧ: 1. – циферблат; 2. – обідок; 3. – стрілка; 4. – показчик числа обертів стрілки; 5. – гільза; 6. – вимірювальний стержень; 7. – наконечник; 8. – корпус; 9. – вушко; 10 – головка стержня

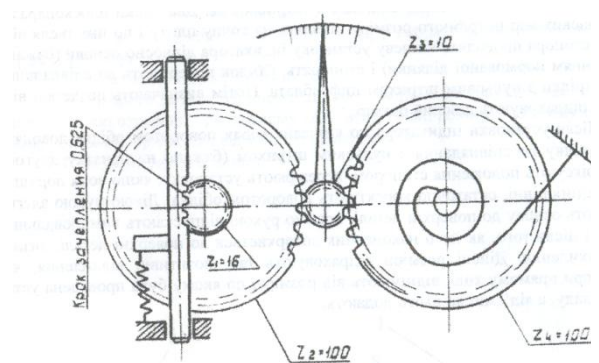


Рис. 4.2. Схема індикатора годинникового типу ИЧ

Індикаторний глибиномір.

Індикаторні глибиноміри призначені для вимірювання глибини пазів, отворів, висоти уступів і т.п. (рис. 17). Границі вимірювання від 0 до 100мм, що забезпечується індикатором з межами вимірювань від 0 до 10мм і десятьма змінними вимірювальними стержнями, які відрізняються розмірами в 10мм.

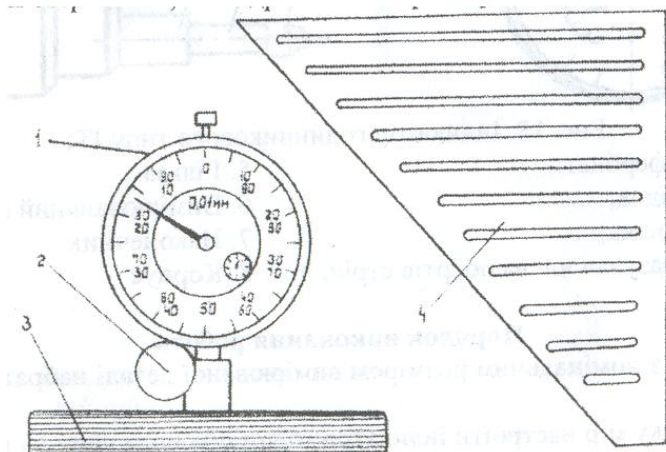


Рис. 4.3. Індикаторний глибиномір: 1. Індикатор; 2. Штопор; 3. Основа; 4. Змінні вимірювальні стержні

Залежно від контролюваного розміру вибирають змінний вимірювальний стержень 4 (по маркуванню) і згвинчують його до кінця в індикатор. Індикатор орієнтовно встановлюють відносно основи 3 і закріплюють. Два блоки плоско паралельних кінцевих мір потрібного розміру ставлять на точну плиту і по них після віджимання стопора проводять кінцеву установку індикатора відносно основи (бажано з врахуванням нормованої ділянки 0 і стопорять. Об'явок повертають до співпадання великої стрілки з нульовим штрихом циферблата. Потім визначають по деталі відхилення і підраховують дійсний розмір.

Після установки індикатора по кінцевих мірах поворотом обідка доводять більшу стрілку до співпадання з нульовим штрихом (бажано на початку другого оберту 0, фіксують положення стопором, перевіряють установку, якщо вона порушилась при стопорінні, остаточно коректують поворотом обідка. Лівою рукою злегка притискають основу до поверхні деталі, правою рукою відпускають вимірювальний стержень і після того, як його наконечник доторкнеться до поверхні деталі, визначають відхилення. Дійсні розміри підраховують так: позитивні відхилення, які отримані при прямому ході, віднімають від розміру, по якому була проведена установка приладу, а від'ємні до нього додають.

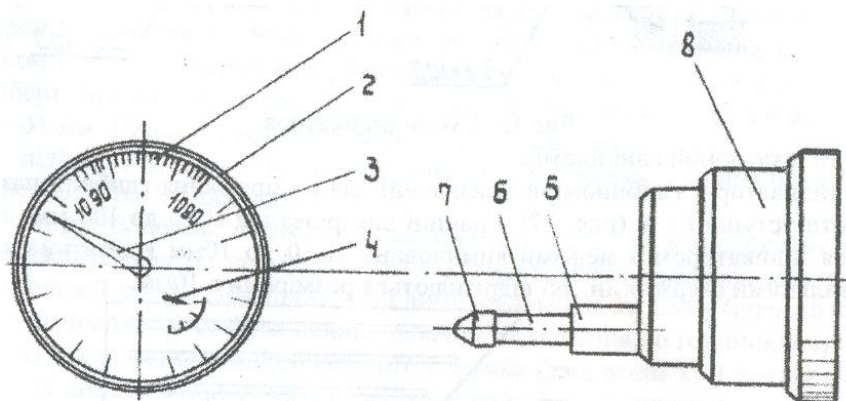


Рис. 4.4. Індикатор годинникового типу ІТ: 1. – циферблат; 2. – обідок; 3. – стрілка; 4. – показчик числа обертів стрілки; 5. – гільза; 6. – вимірювальний стержень; 7. – наконечник; 8. – корпус

Порядок виконання роботи

1. Залежно від контрольованого розміру вибрати змінний вимірювальний стержень (по маркуванню).

2. Згідно з номінальним розміром вимірюваної деталі набрати блок кінцевих мір.

3. По блоку мір настроїти індикатор годинникового типу на нуль.

4. Виміряти деталь. Відлік по шкалі приладу проводити в момент, який відповідає максимальному показу. Причому дійсні розміри підраховувати так: позитивні відхилення, які отримані при прямому ході, відняти від розміру, по якому була проведена установка приладу, а від'ємні до нього додати

При відліку звернути увагу на знак відхилення. Вимірювати даний розмір потрібно не менше трьох разів.

5. Зарисувати ескіз деталі із поставленими розмірами.

Контрольні запитання

1. Які прилади використовуються для вимірювання гільз циліндрів двигунів?
2. Як здійснюється перевірка радіального і торцевого биття?
3. Які прилади використовуються для перевірки радіального і торцевого биття?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема: Налагодження приладів для відносних вимірювань за допомогою кінцевих мір довжини плоскопаралельних.

Мета: Ознайомитись з будовою і принципом дії основних вимірювальних приладів, в тому числі, важільно-механічних та інших, їх технічними і метрологічними даними, методами вимірювання. Ознайомитись із методикою вибору універсальних засобів вимірювання в залежності від точності виготовлення деталей. Ознайомитись із будовою індикатора годинникового типу, індикаторними скобами. Набути умінь та навичок в настроюванні індикатора на заданий розмір за допомогою блоку кінцевих мір плоскопаралельних для вимірювання деталей.

Обладнання та оснащення робочого місця

Важільні мікрометри, індикатори годинникового типу ИЧ, важільні скоби, важільно-зубчаті вимірювальні головки МИГ, ИГ. Штативи індикаторні. Набори кінцевих мір довжини №1, №5, №7. Набори деталей для вимірювання та контролю.

Загальні відомості

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини (далі будемо називати їх кінцевими мірами) служать для передачі розміру одиниці довжини від первинного еталону кінцевим мірам меншої точності, перевірки і градування вимірювальних приладів, а також для безпосереднього вимірювання лінійних розмірів, регулювання і настроювання показуючи вимірювальних приладів.

Кінцеві міри довжини до 1000 мм виготовляються із високоякісної сталі, а довжиною до 100 мм і із твердого сплаву в формі прямокутного паралелепіпеда (рис.3) з двома плоскими взаємно паралельними вимірювальними поверхнями. Основні розміри кінцевих мір і технічні вимоги до них установлені ГОСТ 9038– 83 і ГОСТ 8166 – 75, згідно з ГОСТ 9038 – 83 за довжину кінцевої міри (в будь-якій точці) береться довжина перпендикуляра, опущеного із даної точки вимірювальної поверхні кінцевої міри на її протилежну вимірювальну поверхню. Номінальна довжина кожної кінцевої міри маркується: міри розмірів 5,5 мм і менше – на одній із вимірювальних поверхонь, а міри більше 5,5 мм на неробочій поверхні. Різниця між найбільшою і найменшою довжинами кінцевої міри визначає відхилення від плоско паралельності, а найбільша по модулю різниця між довжиною міри в будь-якій точці і номінальною довжиною приймається за величину відхилення довжини міри від номінального розміру.

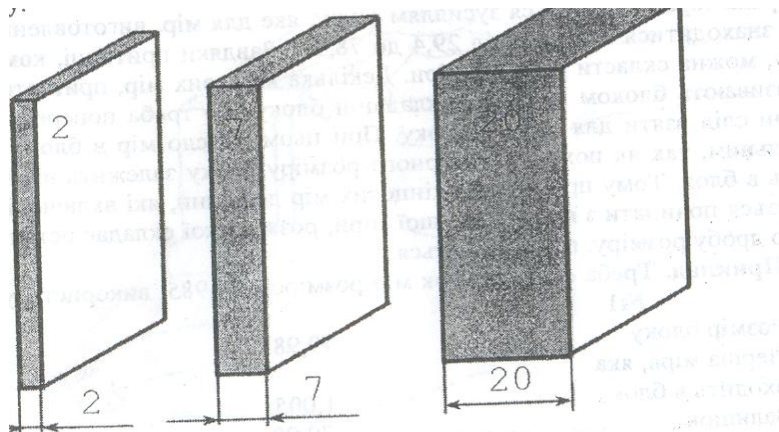


Рис. 5.1. Кінцеві міри довжини. Загальний вигляд

Залежно від точності виготовлення кінцеві міри довжини мають такі класи точності: 00, 01, 0,1, 2,3 – із сталі; 00, 0,1, 2 і 3 – із твердого сплаву.

Залежно від похибок вимірювання довжини кінцевих мір і відхилення від плоско паралельності (похибки атестації) встановлено розряди мір: 1, 2, 3, 4 і 5. Для кожного розряду визначені методи і засоби вимірювання. Так, наприклад, кінцеві міри 1-го розряду атестують за допомогою абсолютного інтерференційного методу вимірювання, який є найбільш точним. Кінцеві міри довжини виготовляють у вигляді наборів.

Згідно з ГОСТ 9038-83 вітчизняна інструментальна промисловість випускає 22 набори мір. Найбільш часто в машинобудуванні використовують набір, який складається із 83 мір (набір №1 див. табл. 1).

Таблиця 5.1. Номінальні розміри кінцевих мір набору № 1

Номінальні довжини мір, мм		Градація мір	Число мір
Від	до		
1	1,5 включ.	0,01	51
1,6	2	0,1	5
0,5	-	-	1
2,5	10	0,5	16
20	100	10	9
1,005	-	-	1

Характерною особливістю кінцевих мір довжини є притирка їх одна до одної вимірювальними поверхнями. Під притиркою розуміють здатність кінцевих мір міцно зчіплюватися вимірюваними поверхнями при насуванні однієї міри на іншу. Притирка характеризується зусиллям зсуву, яке для мір, виготовлених із сталі, повинно знаходитися в межах від 29,4 до 78,5Н. Завдяки притирці, комбінуючи міри набору, можна скласти різні розміри. Декілька кінцевих мір, притертих одна до одної, називають блоком мір. При складанні блоку мір треба попередньо визначити, які міри слід взяти для даного блоку. При цьому число мір в блоці повинно бути мінімальним, так як похибка сумарного розміру блоку залежить від числа мір, що входять в блок. Тому при підборі кінцевих мір довжини, які

включені в блок, рекомендується починати з вибору меншої міри, розмір якої складає останній знак десяткового дробу розміру, що складається.

Приклад. Треба скласти блок мір розміром 79,985, використовуючи набір №1:

Розмір блоку	79,985
Перша міра, яка входить в блок	1,005
Залишок	79,98
Друга міра	1,48
Залишок	77,50
Третя міра	7,50
Залишок-четверта міра	70,0

Таким чином, в блок увійдуть міри: 1,005; 1,48; 7,5 і 70мм. Можливості використання кінцевих мір довжини значно розширюються при використанні приладдя до них. По ГОСТ 4119-76 набори приладь включають: державки для кріплення окремих кінцевих мір довжини або блоків у випадку використання для вимірювання лінійних розмірів і розмітки; основа призначена для установки державки з блоком мір при розмітці; стяжки для кріплення блоків розмірами більше 100мм; плоско паралельні боковики для перевірки зовнішніх розмірів; радіусні боковики для вимірювання для вимірювання внутрішніх розмірів; центровий і рисувальний боковики, які використовують при розмітці.

Порядок виконання роботи

1. Визначити номінальний розмір деталі.
2. За номінальним розміром деталі, відповідно до набору кінцевих мір, який є в наявності, підібрати необхідні міри.
3. Вийняти із футляра кінцеві міри очистити їх від мастила, промити бензином і насухо витерти чистим протирочним матеріалом.
4. Скласти блок мір, для чого до міри більшого розміру послідовно (в порядку зменшення розмірів) притерти міри менших розмірів. При цьому міру меншого розміру прикласти до краю більшої і притискуючи її з деяким зусиллям, насувати зигзагоподібними рухами в напрямку довгого ребра міри до спів падання поверхонь обох мір.
5. Перевірити розмір деталі. Для цього ввести між вимірювальними поверхнями деталі, яку контролюємо, блок мір. У випадку відповідності розміру блока розміру деталі під дією сили тяжіння буде повільно переміщатися між поверхнями; якщо менше – блок буде вводиться зі значним зусиллям. У випадку невідповідності блоку розміру шляхом поступового зменшення або збільшення розміру блоку на 0,01...0,02мм треба добиватися кращого їх співпадання.
6. Повторити прийоми, вказані в п.2-5, при перевірці розміру деталі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6ч1

Тема: Вимірювання кутів і конусів за допомогою кутоміра та синусної лінійки.

Мета: Ознайомитись із методами і засобами вимірювання кутів та конусів. Вивчити будову синусної лінійки, кутомірів різних типів та їх технічні дані. Вивчити методикку настроювання інструментів і вимірювання ними кутів і конусів.

Обладнання та оснащення робочого місця

Кутоміри типу УМ та УН, кутові призматичні міри, синусна лінійка.

Загальні відомості

Існують порівнювальний і тригонометричний методи вимірювання кутів і конусів.

В основу першого методу покладено порівнювання вимірюваних кутів з кутовими мірами, кутниками і кутовими шаблонами.

За допомогою кутових мір установлюють величину найбільшого просвіту між сторонами вимірюваного кута і самої міри. Величину просвіту до 30мкм визначають по зразкам, а вище цієї величини – за допомогою щупів. Тригонометричні методи засновані на вимірюванні лінійних відрізків (наприклад, за допомогою синусних лінійок) з подальшим визначенням кута розрахунком.

Кутоміри типу УМ (рис. 6.1.1) призначені для вимірювання зовнішніх кутів від 0° до 180° і мають величину відліку по ноніусу $2'$, $5'$ і $15'$. Межа допустимої похибки кутоміра дорівнює величині відліку по ноніусу. Для установки і вимірювання кутів від 90° до 180° кутомір використовують без кутника і до його показів додають 90° .

Перед вимірюванням кутомір треба протерти. При відсутності просвіту між вимірювальними поверхнями кутоміру (або лекального кутника і кутоміра) нульові штрихи ноніуса і основи повинні співпадати.

Після приблизної установки розміру правою рукою закріплюють мікрометричну подачу. Переміщення сектора відносно основи проводять теж правою рукою. Після установки розміру лівою рукою закріплюють гвинт.

Притискуючи злегка правою рукою деталь до вимірювальної поверхні лінійки основи, переміщують її, зменшуючи просвіт між деталлю і другою вимірювальною поверхнею кутоміра до повного їх зіткнення. Після того як кутомір установлено відносно деталі, перевіряють рівномірність просвіту між вимірювальними поверхнями і поверхнями, що підлягають перевірці, або його відсутність (при малій жорсткості вимірювальних і поверхонь, що підлягають перевірці), фіксують положення сторін і читають покази. Кут між крайніми штрихами шкали ноніуса, дорівнює 29° , розділено на 60 частин. Кут між

сусідніми штрихами ноніуса дорівнює $(60 \cdot 29^\circ) / 30 = 38'$, що на $2'$ менше 1° .

При читанні показів кутомір тримати прямо перед очима. Після використання кутомір треба протерти, змазати антикорозійним солідолом, послабити затискачі і покласти у футляр.

Кутоміри з ноніусом типу УН (рис. 6.1.2) призначені для вимірювання зовнішніх кутів від 0° до 180° , внутрішніх кутів від 40° до 180° і мають величину відліку по ноніусу $2'$ і $5'$.

У кутоміра типу УН кут між крайніми штрихами ноніуса дорівнює 29° і розділений на 30 частин, але він побудований на дузі більшого радіуса, чим кутомір типу УМ, тому віддаль між штрихами більша, що полегшує читання показів.

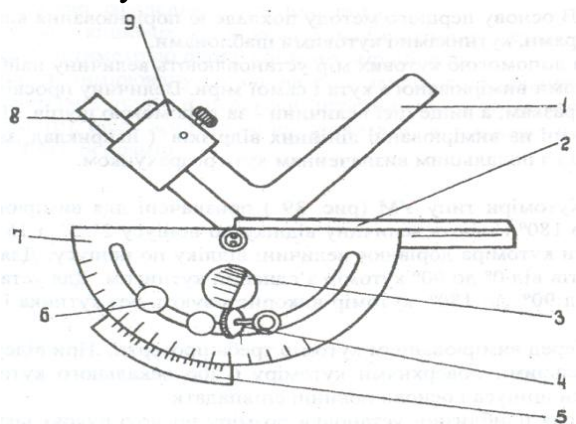


Рис. 6.1.1. Кутомір з ноніусом типу УМ1: 1. – кутник; 2. – основна лінійка; 3. – сектор; 4. – пристрій для мікрометричної подачі; 5. – ноніус; 6. – штопор; 7. – основа; 8. – рухома лінійка; 9. – державка

Перед використанням кутомір треба потерти. При відсутності просвіту між вимірювальними поверхнями нульові штрихи ноніуса і основи повинні співпадати. Сектор з ноніусом плавно переміщують по дузі основи при допомозі рейкової передачі. Положення кутоміра

фіксують штопором.

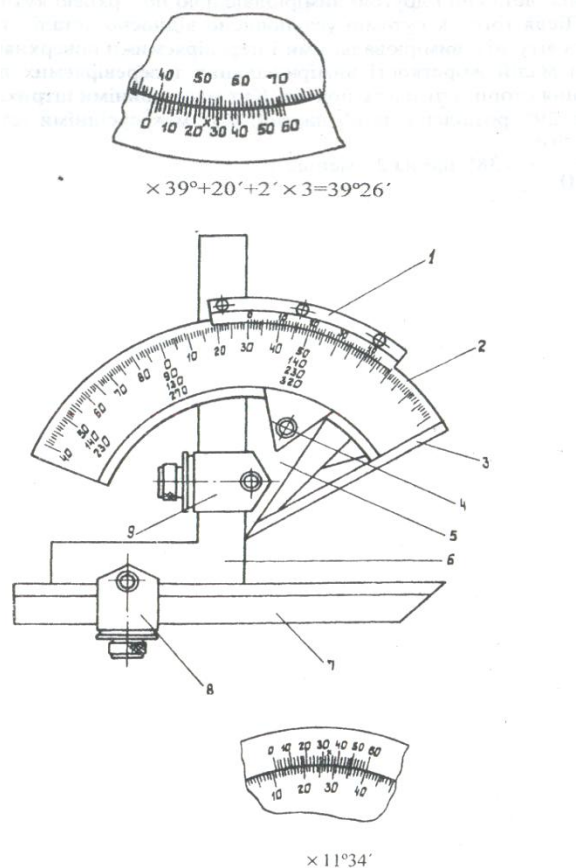


Рис. 6.1.2. Кутомір з ноніусом типу УН: 1. Ноніус; 2. Основа; 3. Основна лінійка; 4. Штопор; 5. Сектор; 6. Кутник; 7. Знімна лінійка; 8. Державка; 9. Державка

При вимірюванні зовнішніх кутів від 0° до 50° покази читають по правій частині шкали. При вимірюванні зовнішніх кутів від 50° до 90° покази читають по лівій частині шкали.

При вимірюванні зовнішніх кутів від 90° до 140° до показів правої шкали додають 90° .

При вимірюванні зовнішніх кутів від 140° до 180° до показів лівої шкали додають 90° . При вимірюванні внутрішніх кутів від 180° до 130° покази правої частини шкали віднімають від 180° .

При вимірюванні внутрішніх кутів від 90° до 40° покази правої частини віднімають від 90° .

Синусна лінійка – служить для точних вимірювань кутів непрямим методом: спочатку визначають лінійні відхилення, які шляхом тригонометричних обчислень перетворюють у кутові величини (рис. 6.1.3).

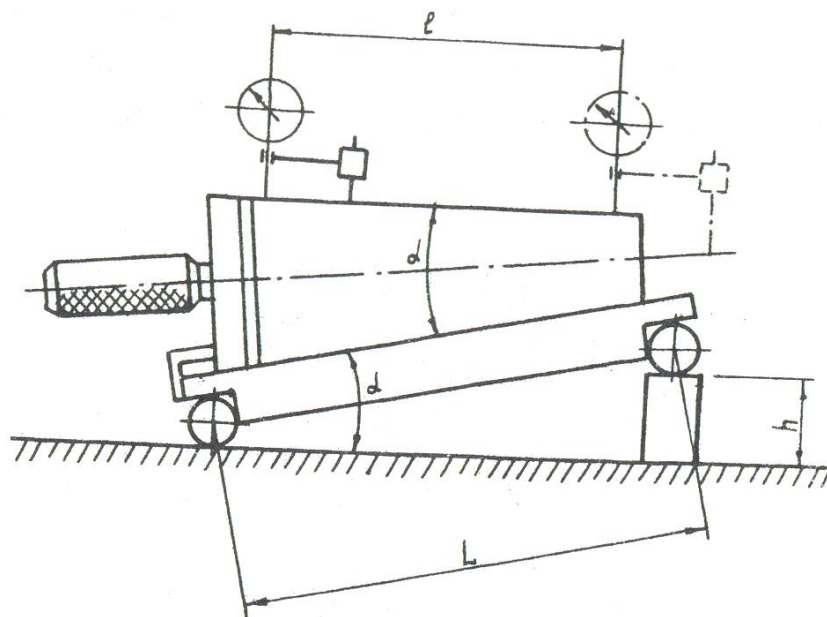


Рис. 6.1.3. Встановлення синусної лінійки

На роликах однакового діаметру з точно витриманою віддаллю (L) між їх осями (100 або 200 мм) встановлено столик, площа якого паралельна лінії, що з'єднує осі роликів. При установці синусної лінійки на плиті площа столика буде паралельна площині плити, а при зміні положення одного із роликів відносно площини плити столик буде розташований до неї під кутом, величина якого залежить від розміру h блоку кінцевих мір, підкладаємого під ролик.

На точній плиті встановлюють синусну лінійку і стойку з вимірювальною головкою (індикатором, мікрокатером і т.п.). Потім на столик встановлюють вимірюєму деталь з використанням упорних планок, які запобігають від зміщення. Розрахунок розміру блоку кінцевих мір підкладаємого під один ролик, проводиться по формулі $h = L \sin \alpha$, де L – віддаль між осями роликів, а α – номінальний кут деталі. Перевірка відхилення від паралельності проводиться переміщенням стойки з вимірювальною головкою. Для визначення дійсного кута вимірюємої деталі лінійні відхилення шляхом обчислень перетворюють в кутові, величини на формулі $\sin \alpha = h/L$, де h – розмір блоку кінцевих мір після того, як твірна вимірюємої конусної деталі виставлена паралельно плиті.

Кутові призматичні міри – призначені для зберігання і передачі одиниці плоского кута, перевірки і градування кутових засобів

вимірювання, а також для вимірювання кутів вибору. Кутові призматичні міри виконують при куткових вимірюваннях ту ж роль, що і плоско паралельні кінцеві міри при вимірюванні довжин. До робочих сторін куткових мір ставляться такі ж вимоги, що і до кінцевих мір довжини.

Залежно від величини відхилень дійсних значень робочих кутів від номінальних значень і відхилень від площинності вимірювальних поверхонь кутові міри розділені на три класи точності: 0, 1 і 2. Найбільше поширення мають кутові міри, виконані у формі трикутника з одним робочим кутом і чотирикутника з чотирма робочими кутами.

Кутові призматичні міри комплектують в набори, які мають визначену кількість мір для кожного набору. Вибір куткових мір для складання їх в блоки поводить аналогічно вибору кінцевих мір – з послідовною орієнтацією на останні цифри розміру блоку.

Приклад складання куткових мір:

Скласти блок розміром $71^{\circ} 28'$:

Скласти блок розміром $63^{\circ} 34'$:

1-а міра $15^{\circ} 08'$
залишок $56^{\circ} 20'$
2-а міра $15^{\circ} 20'$
залишок 41°
3-а міра 11°
залишок 30°
4-а міра 30°
Перевірка: $15^{\circ} 08' + 15^{\circ} 20' +$
 $+ 11^{\circ} + 33^{\circ} = 71^{\circ} 38'$

1-а міра $15^{\circ} 04'$
залишок $48^{\circ} 30'$
2-а міра $15^{\circ} 30'$
залишок 33°
3-а міра 13°
залишок 20°
4-а міра 20°
Перевірка: $15^{\circ} 04' + 15^{\circ} 30' +$
 $+ 13^{\circ} + 20^{\circ} = 63^{\circ} 54'$

Контроль конусів інструментів проводять калібрами, пробками і втулками комплексним методом; одночасно перевіряють кут конуса, діаметри і довжину.

Односторонні кутові шаблони призначені для контролю одного визначеного кута.

Порядок виконання роботи

1. Перед використанням кутоміри типу УМ і УН треба потерти. Нульові штрихи ноніуса і основи повинні співпадати.

2. Притискаючи злегка деталь до вимірювальної поверхні лінійки основи, кутоміра типу УМ, перемістити її, зменшуючи просвіт між деталлю і другою вимірювальною поверхнею кутоміра до повного їх зіткнення. Просвіт між вимірюємими і перевіряємими поверхнями має бути рівномірним або зовсім відсутнім, після цього фіксують положення стопором і читають покази.

3. Виміряти гострі кути (від 0° до 90°) при цьому кутомір повинен бути з'єднаний з кутником.

4. Виміряти тупі кути (від 90° до 180°) кутомір застосовують без кутника і до його показів додають 90° .

5. Виміряти кути користуючись кутоміром типу УН:

а) зовнішні від 0° до 50° покази читати по правій частині шкали, зовнішні від 50° до 90° покази читати по лівій частині шкали.

б) внутрішні кути від 0° до 180° .

6. Поміряти кут при допомозі синусної лінійки.

7. Проконтролювати кут за допомогою кутових призматичних мір.

Контрольні запитання

1. *Які методи існують для вимірювання плоских кутів?*
2. *Які інструменти існують для вимірювання кутів?*
3. *Будова кутомірів типу УМ і УН.*
4. *Для чого призначена синусна лінійка і за яким методом виконується вимірювання?*

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6ч2

Тема: Вимірювання і контроль різьб.

Мета: Ознайомитись із методами і засобами вимірювання середнього діаметра зовнішньої різьби. Вивчити будову різьбового і гладкого мікрометрів та їх технічні дані. Вивчити методикę настрювання інструментів і вимірювання ними середнього діаметра різьби.

Обладнання та оснащення робочого місця

Мікрометр гладкий типу МК (ГОСТ 6507-78). Мікрометр різьбовий із вставками типу МВМ (ГОСТ 4380-86). Стійки для закріплення мікрометрів. Калібровані дротинки (ГОСТ 2475-88). Набір різьбових шаблонів М60. Набір виробів із зовнішньою різьбою.

Загальні відомості

Різьбою називають поверхню, яка створюється при гвинтовому русі плоского контуру по циліндричній або конічній поверхні.

По типу поверхні різьби ділять на циліндричні і конічні, по розміщенню поверхні - на зовнішні і внутрішні по напрямку гвинтової лінії - на праві і ліві, по числу ходів - на одноходові і багатходові, по типу профілю - на метричні, дюймові, трубні, упорні, трапецеїдальні.

Основні параметри циліндричної метричної різьби: зовнішній діаметр d , D (гвинта і гайки); внутрішній діаметр d_1 , D_1 ; крок різьби P ; кут профілю різьби α ; довжина згвинчування L .

Гайка

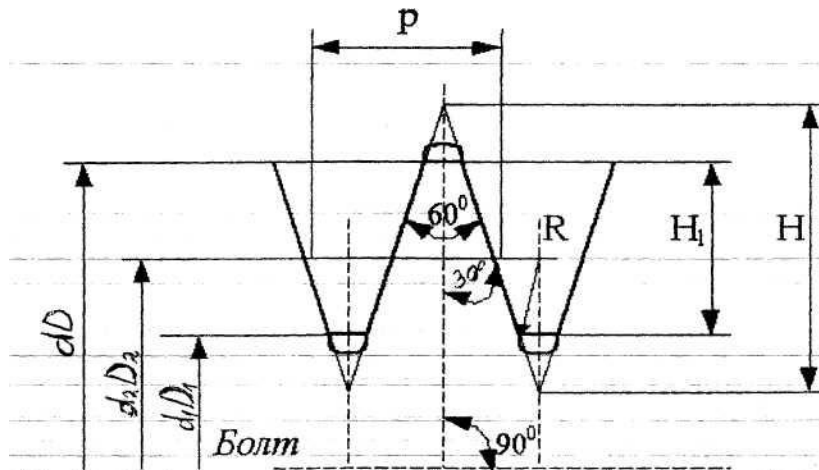


Рис. 6.2.1. Профіль метричної різі та її основні параметри

Контроль циліндричних різьб проводять комплексним і диференційованим (поелементними) методами.

Комплексний метод контролю застосовують для різьбових деталей, у яких допуск середнього діаметра є підсумовуючим (зведеним). Цей метод оснований на одночасному контролі середнього діаметра, кроку, половини кута профілю, а також внутрішнього і зовнішнього діаметрів

різби шляхом порівняння дійсного контуру різбової деталі із граничним. У придатних деталей зведений середній діаметр не повинен виходити за межі: для гвинта - найбільшого середнього діаметра різби; для гайки-найменшого середнього діаметра різби, які встановлені в стандартах.

У виробничих умовах частіше застосовують комплексний метод контролю різбовими калібрами, як самим продуктивним та економічним. Диференційований контроль різби застосовують в тих випадках, коли допуски призначені на кожен окремий параметр різбових деталей. Цей метод значно складніший, більш трудомісткий. Тому його застосовують лише для контролю точних різб: різбоутворюючих інструментів, різбових калібрів-пробок, ходових гвинтів і т.п.

Вимірювання окремих параметрів різби виконують за допомогою універсальних інструментів та приладів або спеціальних контрольно-вимірювальних приладів.

Вимірювання середнього діаметра зовнішньої різби d_2 виконують різбовими мікрометрами із вставками, методом трьох дротинок, а також та інструментальних мікроскопах.

Визначення номінального кроку P метричної різби і числа ниток на один-дюйм дюймової різби виконують різбовими шаблонами (різбомірами). Різбові шаблони являють собою нормальні калібри. Їх випускають наборами: для метричної різби $\alpha=60^\circ$ з кроком від 0,4 до 6 мм (20 шаблонів) і дюймові $\alpha=55^\circ$ з числом ниток на один дюйм від 28 до 4 (17 шаблонів).

Накладаючи шаблон на профіль різби деталі, визначають, чи щільно він лягає до профілю і за маркуванням шаблону визначають крок різби.

Таблиця 6.2.1. Технічна характеристика різбових шаблонів

Умовне позначення	Число шаблонів	Крок різби, мм	Число ниток на "1"
М60	20	0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0;	
Д55	17		28, 24, 20, 19, 18, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 4 _{1/2}

Різбові мікрометри із вставками випускаються двох типів: типу МВМ – для

вимірювання середнього діаметра метричної різби з кутом профілю $\alpha=60^\circ$ трубної і дюймової різб з кутом профілю $\alpha=55^\circ$, типу МВТ - для

вимірювання середнього діаметра трапецеїдальної різьби. Межі вимірювання від 0 до 350 мм з інтервалом 25 мм і кроком від 0,4 до 6 мм.

Різьбовий мікрометр із вставками відрізняється від гладкого мікрометра глухими отворами в переставній п'ятці і мікрометричному гвинті. В ці отвори вставляють вставки: в переставну п'ятку - призматичну вставку і в мікрометричний гвинт – конічну. Вставки парами входять в комплект різьбового мікрометра. Розмір вимірювальних поверхонь кожної пари залежить від кроку різьби і відповідно маркірується.

Різьбовий мікрометр перед вимірюванням настраюється на конкретне вимірювання. Для цього необхідно перевірити зовнішній діаметр заданої різьбової поверхні і різьбовими шаблонами визначити її крок. У відповідності із кроком різьби підбирається конічна та призматична вставки із комплекту до різьбового мікрометра. Обидві вставки вставляються в торцеві отвори п'ятки і мікрогвинта.

При відведенні переставній п'ятці з призматичною вставкою встановлюють мікрометричну головку на '0' і фіксують стопором. П'ятку з призматичною вставкою за допомогою гайок, розміщених з обох сторін п'ятки, обережно пересувають до дотику з поверхнею конусної вставки мікрогвинта. Після цього відпустивши стопор, відводять мікрогвинт і перевіряють установку мікрометра на "0". Якщо установка виконана не точно, то знову пересувають п'ятку або барабан мікрометричної головки (по тій же методиці, що і для гладкого мікрометра, тільки з більшою обережністю, щоб не пошкодити призматичну вставку).

Настроєний різьбовий мікрометр встановлюють в стійці, відводять мікрогвинт і виконують вимірювання середнього діаметра d_2 виробів із зовнішньою різьбою.

Досить точним визначенням середнього діаметра різьби є метод трьох дротинок. При цьому методі в западини різьби вставляють три або дві калібровані дротинки М. Середній діаметр різьби розраховують по формулах, які враховують взаємозв'язок між розміром М, кроком різьби Р і діаметром дротинок $d_{др}$.

Таблиця 6.2.2. Визначення середнього діаметру різі

Тип різьби	Метод	Формула для розрахунків
Метрична	Трьох Двох	$d_2 = M - 3d_{др} + 0,866P$ $d_2 = M - P^2 / (8(M - d_{др})) - 3d_{др} + 0,866P$

Діаметри дротинок вибирають в залежності від кроку різьби.

Калібровані дротинки і ролики для вимірювання середнього діаметра різьби

виготовляють трьох типів : тип 1 - дротинки гладкі, тип 2 - дротинки

ступінчасті

трьох виконань (А, Б, В), тип 3 - ролики. По точності виготовлення дротинки і ролики випускаються двох класів - 0 і 1. Вони поставляються комплектами. Вимірювання розміру М виконують гладким мікрометром у стійці.

Таблиця 6.2.3. Результати вимірювання розмірів деталей

Різь	Крок різі Р, мм	Номінальний середній діаметр d_2 , мм	Дійсний розмір d_2 , мм, отриманий			Примітки
			Різьбовим мікрометром	Метод трьох дротин	Розмір, м	

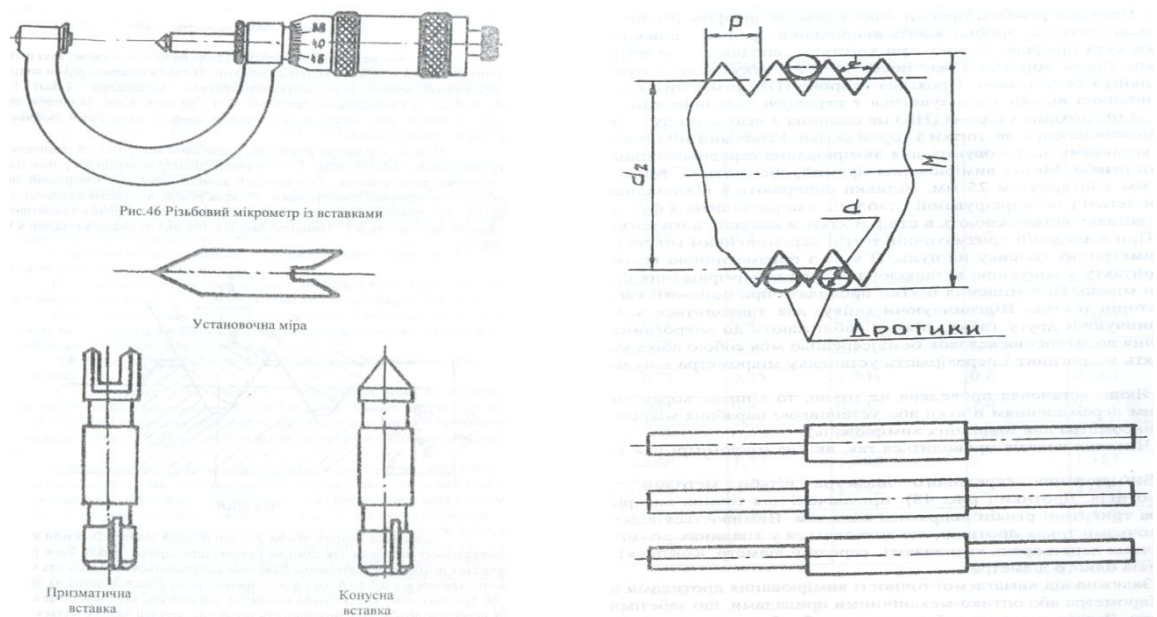


Рис. 6.2.2. Засоби вимірювання метричної різі: Мікрометр типу МВМ зі вставками та установочними мірами; калібровані дротинки

Зовнішній діаметр різби d , і внутрішній діаметр $D_{\text{різьби}}$ вимірюють універсальними засобами так само як і гладкі циліндричні деталі. Крок різби визначається різьбовими шаблонами. Шаплони випускаються наборами для метричної різби з кроком від 0,4 до 6 мм і для дюймових різьб з числом ниток на дюйм від 4 до 28. Номінальному кроку різби відповідає той шаблон, який найкраще спрягається з профілем різби. Взаємозамінність різьбових деталей забезпечується при комплексному контролі різьбовими калібрами. Калібри (пробки і кільця) застосовують для контролю внутрішніх і зовнішніх різьб. Контроль різьбовими калібрами проводять комплексно, одночасно перевіряють декілька елементів різби. Різьбові калібри, так як і гладкі пробки і скоби для контролю отворів і валів, мають прохідну (ПР) і непрохідну (НЕ) сторони. Прохідні різьбові пробки мають повний профіль різби і більшу довжину. Непрохідні різьбові пробки мають вкорочений профіль і довжину, що

усуває вплив похибки кута профілю і кроку при контролі середнього діаметра різьби. Непрохідне кільце також коротше і має посередині виточку. Кільця бувають нерегульовані (суцільні) і регульовані. Прохідна сторона (ПР) різьбових калібрів при загвинчуванні повинна вільно згвинчуватися з перевіряємою поверхнею контролюємого розміру, а непрохідна сторона (НЕ) не повинна з нею згвинчуватися. Допускається згвинчування на одну дві нитки з торця деталі. Різьбовий мікрометр. Різьбовий мікрометр із вставками застосовують для вимірювання середнього діаметра трикутної зовнішньої різьби. Метод вимірювання прямий, абсолютний. Межі вимірювань: від 0 до 350 мм з інтервалом 25 мм. Вставки вибирають в відповідності з кроком контролюємої деталі (по маркіруванні і таблиці, яка розміщена в футлярі приладу). Призматичну вставку встановлюють в отвір п'ятки, а конусну в мікро гвинт.

При відведеній призматичній п'ятці переміщенням мікро гвинта встановлюють мікрометричну головку на нуль. П'ятка з призматичною вставкою переміщається до контакту з конусною вставкою (при межах вимірювання 0 – 25 мм) або з установочною мірою. Переміщення п'ятки проводять при допомозі гайок, розміщених з обох сторін п'ятки. Відгвинчуючи гайку, яка знаходиться з лівої сторони п'ятки, і згвинчуючи другу гайку, п'ятку наближають до мікро гвинта і навпаки. Після доведення до зіткнення вставок безпосередньо між собою або з установочною мірою відводять мікро гвинт і перевіряють установку мікрометра в нульовому положенні.

Якщо установка проведена не точно, то кінцеве коректування проводять повторним переміщенням п'ятки або установкою барабана мікрометричної головки (як у мікрометра для зовнішніх вимірювань).

Читання показів проводиться так, як і на мікрометрі для зовнішніх вимірювань.

Вимірювання середнього діаметра різьби методом трьох вимірювальних дротиків. Дротики (рис. 6.2.2) призначені для точних вимірювань середнього діаметра трикутної різьби непрямым методом. Вимірюється відстань між виступаючими точками трьох дротиків, що знаходяться у впадинах різьби, потім шляхом математичних перетворень визначають середній діаметр. Комплект складається із трьох дротиків одного діаметра.

Залежно від вимагаємої точності вимірювання дротиками проводять за допомогою мікрометра або оптико-механічними приладами, що забезпечують більш точні показники. Розмір дротиків вибирають по таблицями в залежності від кроку різьби і кута профілю контрольованої деталі.

Якщо осі дротиків при вимірюванні розташовані вертикально, то дротики підвішують на кронштейні закріпленому на застосованому приладі (мікрометрі, горизонтальному оптиметрі і т.п.). Два дротики встановлюють у впадину різьби з однієї сторони, а третій в протилежну впадину. До дротиків підводять вимірювальні поверхні і вимірюють

розмір між крайніми виступаючими точками (М), який є вихідним для обчислення шуканого середнього діаметра. Так крок різьби і діаметр дротиків відомі, М отримуємо при вимірюванні, то:

$$d_2 = M - 3d_{др} + 866 P$$

$$D_2 = D - 2 \cdot \frac{3}{8} H = D - 0,6495 P; d_2 = d - 2 \cdot \frac{3}{8} H = d - 0,6495 P;$$

$$D_1 = D - 2 \cdot \frac{5}{8} H = D - 1,0825 P; d_1 = d - 2 \cdot \frac{5}{8} H = d - 1,0825 P$$

Порядок виконання роботи

1. Розшифрувати точні сну характеристику за заданим розміром різьбової деталі і визначити табличне значення d_2 .

2. Виміряти крок різьби при допомозі різьбового шаблона, навчитися контролювати параметри різьби при допомозі різьбових калібрів.

3. Виміряти середній діаметр різьби за допомогою різьбового мікрометра при цьому:

а) підібрати вставки відповідного кроку різьби;

б) встановити вставки в мікрометр : призматичну в торцьовий отвір п'ятки, конічну в отвір гвинта;

в) сумістити нульовий штрих барабана з поздовжнім штрихом стебла і в цьому положенні закріпити мікро гвинт, а стопор п'ятки – відпустити.

г) ввести між призматичною і конічною вставками установочну міру. Цю операцію виконують тільки в такому випадку, якщо розмір мікрометра більший 25мм.

д) поворотом гайки регулюючої п'ятки підводять призматичну вставку до упору в конічну (якщо мікрометр не більше 25мм) або до упора в конічну частину установочної міри (якщо мікрометр більше 25мм). В цьому положенні п'ятку закріплюють, а стопор мікро гвинта відпускають.

е) відвести мікро гвинт вправо (1-2 оберти) і знову підвести його до повного контакту вставок, користуючись при цьому тріскачкою. Якщо нульовий штрих не співпадає з поздовжнім штрихом на стеблі, то необхідно застопорити мікро гвинт, відвернути на півоберту ковпачок розташований поряд з тріскачковим пристроєм, повернути барабан до збігання нульового штриха з поздовжньою лінією на стеблі і знову затягнути ковпачок, підтримуючи барабан від повертання.

є) відпустити стопор мікрогвинта, відвести мікро гвинт на 1-2 оберти і обертаючи за тріскачку переконавшись в правильності установки барабану. При необхідності установку на нуль барабану повторити.

4. Оцінити придатність деталі шляхом порівняння d_2 (вим.) з d_2 (табл.) d_2 (вим.) повинно бути більше.

5. Виміряти середній діаметр різьби методом трьох дротиків.

6. Виміряти крок різьби і кут на ВІМ (див. попередню роботу).

Контрольні запитання

1. *Назвіть основні параметри метричної різі.*
2. *На які параметри метричної різі призначаються допуски?*
3. *Як позначається метрична різь на кресленнях?*
4. *Що таке довжина згвинчування?*
5. *Яку довжину згвинчування можуть мати різеві з'єднання?*
6. *Покажіть схему розміщення полів допусків метричних різей із зазором.*
7. *Чим відрізняється комплексний метод вимірювання параметрів різей від диференційованого?*
8. *Поясніть метод вимірювання середнього діаметра різьби за допомогою трьох дротинок.*
9. *Який із двох методів вимірювання, розглянутих вище в цій роботі, є точнішим?*
10. *Яким чином можливо визначити крок різі?*