Лабораторна робота № 1

КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ УНІВЕРСАЛЬНИМИ ВИМІРЮВАЛЬНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

Мета роботи:

- вивчити будову та принцип роботи універсальних вимірювальних інструментів;
- засвоїти методику вимірювання деталей;
- провести вимірювання розмірів деталі та зробити висновок щодо їх придатності.

Матеріальне забезпечення:

- штангенциркуль ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3 (ГОСТ 166-89);
- мікрометр МК 0-25, МК 25-50, МК 50 75 (ГОСТ 6507-90);
- мікрометричний нутромір;
- стійка для мікрометра (ГОСТ 10197-70);
- деталі для контролю.

Вимірювання за допомогою штангенінструментів

1.1. Види штангенінструментів

Основними видами штангенінструментів є штангенциркуль, штангенглибиномір та штангенрейсмус (рис. 1.1). Всі вони мають однаковий відліковий пристрій, що складається із штанги з основною шкалою та ноніуса з додатковою шкалою для відліку цілих та дробових ділень ціни поділки.

Серед штангенінструментів найбільш розповсюджені штангенциркулі, що зумовлене універсальністю останніх.

Стандарти ISO 3599:1976 та ДСТУ ГОСТ 166:2009 передбачають виготовлення таких типів штангенциркулів:

ШЦ-І – з двобічним розташуванням губок й ніжкою глибиноміру, ціною поділки 0,1 мм та межами вимірювання 0...125 мм. Він є найуніверсальнішим, але має невисоку точність (рис. 1.1, б).

ШЦ-ІІ – має двобічне розташування губок і вузол мікроподачі ноніуса, ціну поділки 0,05 та 0,02 мм і межі вимірювання 0...200 та 0...320 мм (рис. 1.1, д).

ШЦ-ІІІ – має однобічне розташування губок, ціну поділки 0,1 та 0,05 мм і межі вимірювання 0...500; 250... 710; 320...1000; 500... 1400; 800...2000 мм (рис. 1.1, г). Застосовують для вимірювання великих розмірів.

ШЦК – має відліковий пристрій у вигляді годинникової шкали (рис. 1.1, е).

ШЦЦ – має цифровий відліковий пристрій (рис. 1.1, ж).

Деякі параметри штангенінструментів представлені в табл. 1.1.

Штангенглибиномір (рис. 1.1, в) відрізняється від штангенциркуля тим, що в нього відсутня губка штанги, а губка рамки виконана у вигляді площини. Площа вимірювальної поверхні основи значно більша вимірювальної поверхні штанги, що забезпечує стійкість штангенглибиноміра при вимірюваннях та можливість його використання при вимірюванні глибини в отворах та пазах.

Штангенглибиноміри виготовляються трьох типорозмірів:

- з межами вимірювань 0...200 мм та точністю відліку за ноніусом 0,05 мм;
- з межами вимірювань 0...300 мм та точністю відліку за ноніусом 0,05 мм;
- з межами вимірювань 0...500 мм та точністю відліку за ноніусом 0,1 мм.

Штангенрейсмус (рис. 1.1, а) відрізняється від штангенциркуля тим, що замість губки штанги він має масивну основу з точно обробленою площиною. Штангенрейсмуси виготовляються з ціною поділки 0,1 мм і 0,05 мм та межами вимірювання 0-250…1500-2500 мм.

Штангенциркулі та штангенглибиноміри використовуються в основному для вимірювань; штангенрейсмуси – для розмітки, хоча ними можна вимірювати

зовнішні та внутрішні розміри деталей, а штангенциркуль ШЦ-2 можна використовувати для розмітки.

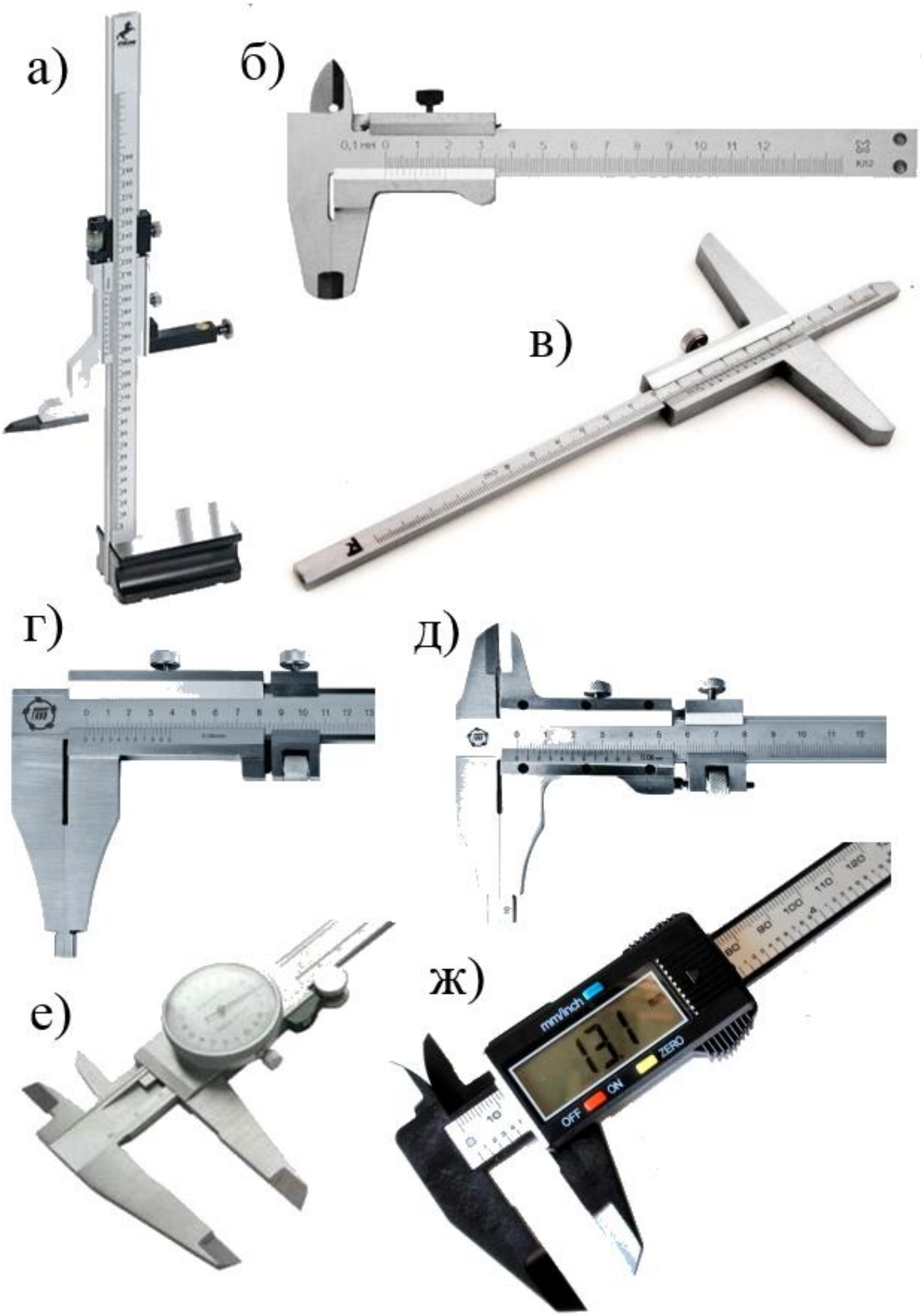


Рис. 1.1. Види штангенінструментів

Таблиця 1.1.

Параметри штангенінструментів

Типи інструментів	Границі вимірювань, мм	Відлік за ноніусом, мм
ШЦ-І, ШЦТ-І	0…125	0,1
ШЦ-І, ШЦ-ІІІ	0…160; 0…200; 0…250	0,05 та 0,1
	0…400; 250…630	0,1
	320…1000; 500…1600	0,1
	800…2000; 1800…3000	0,1
	2000…4000	0,1
Штангенглибиноміри	0…160; 0…200; 0…250	0,05
	0…315; 0…400	0,1
	0…400; 0…500	0,1
Штангенрейсмуси	0…250; 40…400; 60…630	0,05
	60…630; 100…1000	0,1
	600…1600; 1500…2500	0,1

1.2. Методика відліку розміру

Основна шкала у штангенінструментів нанесена на штанзі з інтервалом поділки 1 мм і призначена для відліку цілих міліметрів. **Шкала ноніуса** використовується для відліку часток поділок основної шкали. Ціна поділки ноніуса (відлік за ноніусом) дорівнює ціні поділки основної шкали розділеної на число поділок ноніуса: $n{:}c = \frac{a}{n}$. Ноніус призначений для визначення дробової величини ціни поділки штанги, тобто для визначення частки міліметра.

Точність, а якою можна проводити відлік за шкалою штангенінструмента, залежить від того, на скільки інтервал поділки шкали ноніуса менший за інтервал поділки основної шкали. У відповідності з цим точність відліку за шкалою штангенінструмента може бути 0,1; 0,05 або 0,02 мм.

При вимірюванні деталі ноніус займає відносно основної шкали положення, в якому нульовий штрих ноніуса вказує на основній шкалі величину розміру, що вимірюється (рис. 1.2, б).

Якщо нульовий та останній штрихи ноніуса точно співпадають з поділками основної шкали, то розмір або дорівнює нулю, або складається тільки з цілих міліметрів, які слід відрахувати за основною шкалою від нульового штриха ноніуса (рис. 1.2, а).

Якщо нульовий штрих ноніуса не співпадає з поділкою основної шкали, розмір буде дробовим, долі міліметра слід відрахувати по тій поділці ноніуса, яка співпадає з однією з поділок основної шкали (рис. 1.2, б, в, г).

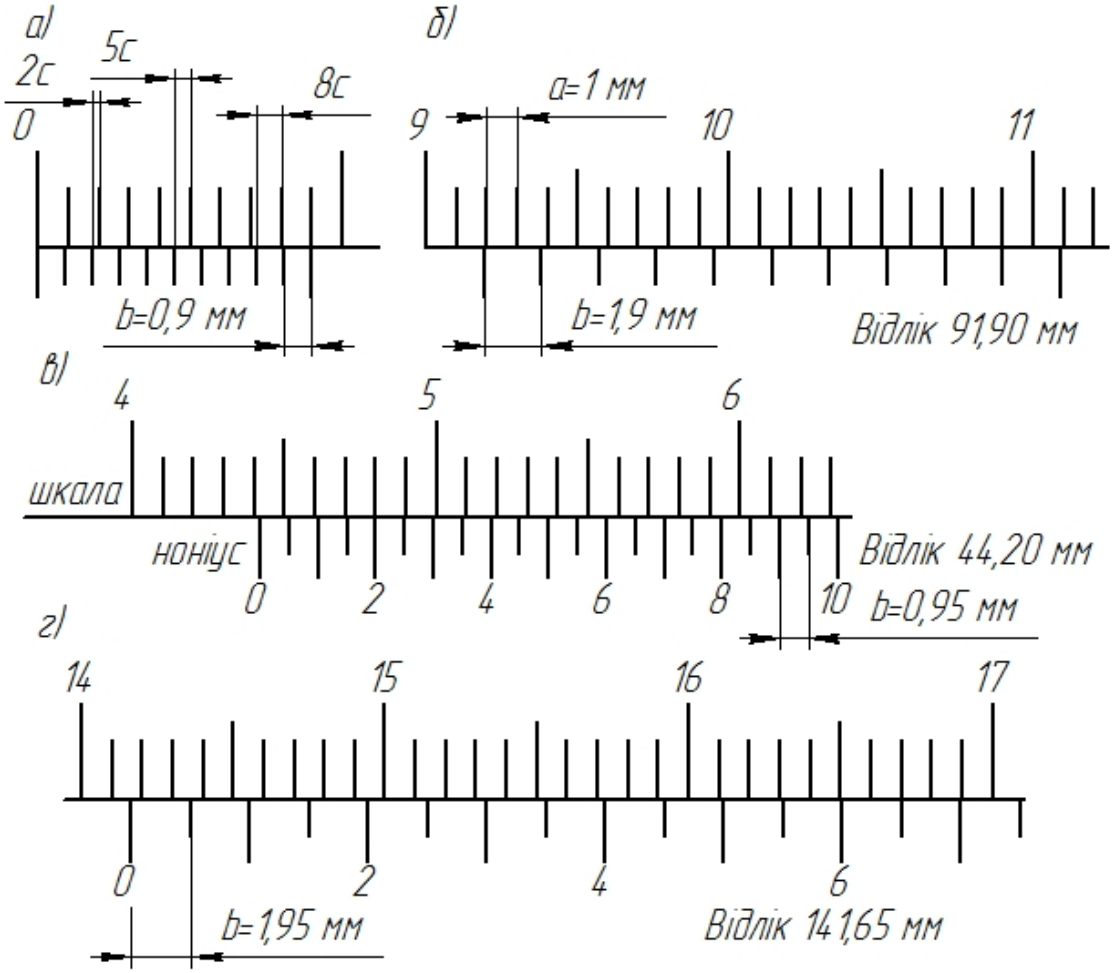


Рис. 1.2. Відлік за ноніусами штангенінструментів

а) с=0,1 мм, j=1, n-10; б) с=0,1 мм, j=2, n=10;

в) с=0,05 мм, j=1, n=20; г) с=0,05 мм, j=2, n=10.

Таким чипом, відлік розміру проводиться згідно виразу:

$$L = l + k \cdot i_n,$$

де: L – вимірюваний розмір;

l – показник основної шкали;

k – порядковий номер штриха, що співпадає з будь яким штрихом основної шкали;

i_n – ціна поділки ноніуса, мм.

Правило відрахування показань за шкалою з ноніусом:

– ціле число міліметрів, з якого складається розмір, тобто l, визначається цілим числом інтервалів шкали між нульовою поділкою штанги і нульовою поділкою ноніуса;

– дробова частка міліметра, що входить в розмір, дорівнює порядковому номеру штриха k шкали ноніуса, помноженому на величину ціни поділки ноніуса.

1.3. Порядок вимірювання

Перевірити «нульове» положения штангенциркуля, щільно зсунувши його губки. Якщо інструмент справний, то:

– пересувна рамка разом із рамкою мікрометричної подачі пересувається легко без заїдання;

– світлова щілина між губками у початковому положенні відсутня;

– «мертвий» хід мікрогвинта не перевищує 1/4 оберту;

– співпадають нульові штрихи ноніуса та штанги; обов'язкова наявність пружини та кріпильних гвинтів.

Вимірювання деталі належить провести за розмірами: $D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, L_1, L_2, L_3, L_4, L_5$ (рис. 1.3).

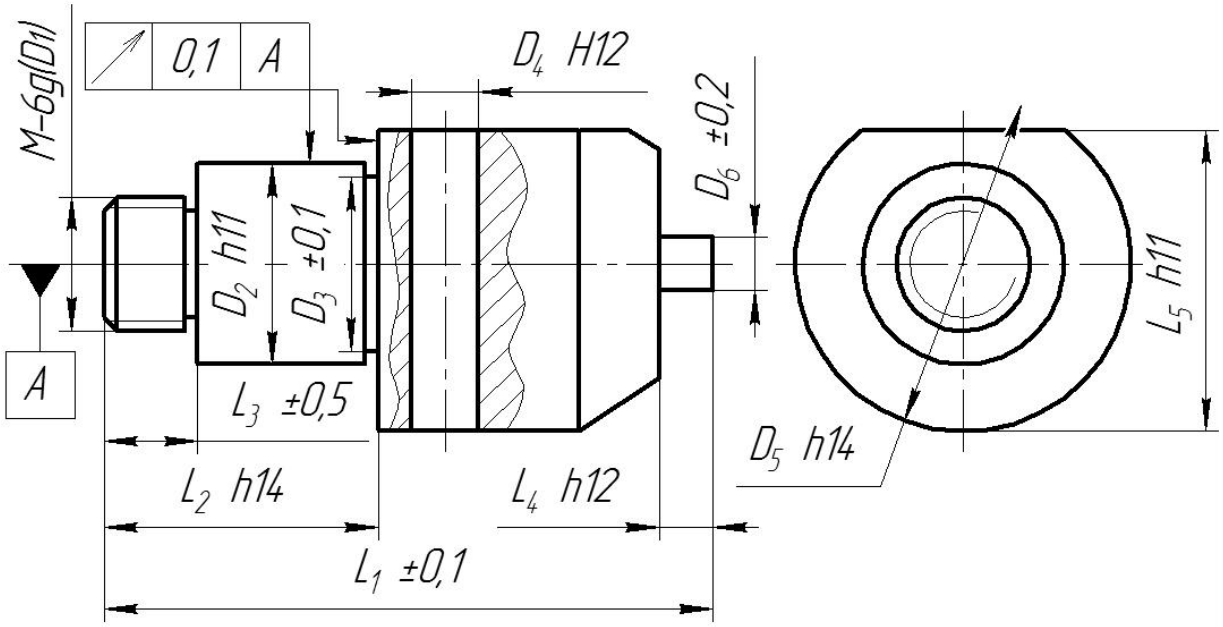


Рис. 1.3. Ескіз деталі, що контролюється

Для визначення розміру деталі поверхня щільно затискається між вимірювальними поверхнями губок (див. довідникову карту на робочому місці та рис. 1.1, б) При цьому штангенциркуль належить тримати правою рукою за штангу, а рамку пересувати великим пальцем руки за виступ. Затискати губку належить так, щоб інструмент міг вільно ковзати по деталі і в той же час не мав можливості хитатися на ній. Губки штангенциркуля повинні прилягати до вимірюваної поверхні по всій довжині і не перекошуватись. Після встановлення інструмента слід застопорити рамку затискачем і провести відлік. При відліку розміру слід дивитися на шкалу під прямим кутом. В іншому разі виникають неминучі помилки від паралаксу. Ескіз вимірюваної деталі подається на рис. 1.3.

Результати вимірювань записують у таблицю звіту.

За даними кресленика й таблицями ДСТУ EN ISO 286-2:2022 слід встановити граничні розміри відповідних поверхонь контрольованої деталі та занести їх до таблиці звіту.

Порівнюючи дійсний розмір з граничними, зробити висновок про придатність деталі за кожним із контрольованих розмірів.

Вимірювання за допомогою мікрометричних інструментів

2.1. Види та призначення мікрометричних інструментів

Найбільше розповсюдження одержали мікрометри гладкі, мікрометричні нутроміри та мікрометричні глибиноміри. Загальним для них є наявність мікрометричної головки з гвинтовою парою та відліковим пристроєм у вигляді двох шкал (рис. 1.4, в).

1. **Зовнішні розміри** виробів слід вимірювати мікрометрами з плоскими вимірювальними поверхнями.

ISO 3611:1978 встановлює границі (межі) вимірювань для таких мікрометрів **0...25; 25...50; 50...75; ...; 475...500** мм.

Мікрометри гладкі використовують для перевірки плоских та циліндричних деталей. Вони також можуть бути використані для вимірювання будь-якого охватного розміру, наприклад, розміру «М» при вимірюванні середнього діаметру різьби методом трьох дротиків.

При використанні мікрометра його слід тримати в руках або встановити в стійці.

В мікрометрах для зовнішніх вимірів (рис. 1.4) порожнисте стебло 1 жорстко пов'язане зі скобою 3. Однією з поверхонь вимірювання є торець мікрометричного гвинта 4, який є рухливим з виходом із стебла на 25 мм. Іншою поверхнею вимірювання є торець п'ятки 5, запресованої в скобі.

Збільшення границь вимірювань досягається не за рахунок розмірів вимірювального механізму, а за рахунок розмірів скоби 3 (див. рис. 1.4, а та б).

Деталь, що вимірюють затискають між торцями мікрогвинта і п'ятки за рахунок обертання мікрогвинта, торець якого при цьому отримує поступальний рух. Вимірюване зусилля не повинне виходити за межі 900 г.

При контролюванні великої партії деталей мікрометр може бути жорстко встановлений на відповідний розмір стопорним пристосуванням 7.

При різних інших вимірюваннях пристрій 7 повинен бути відстопореним.

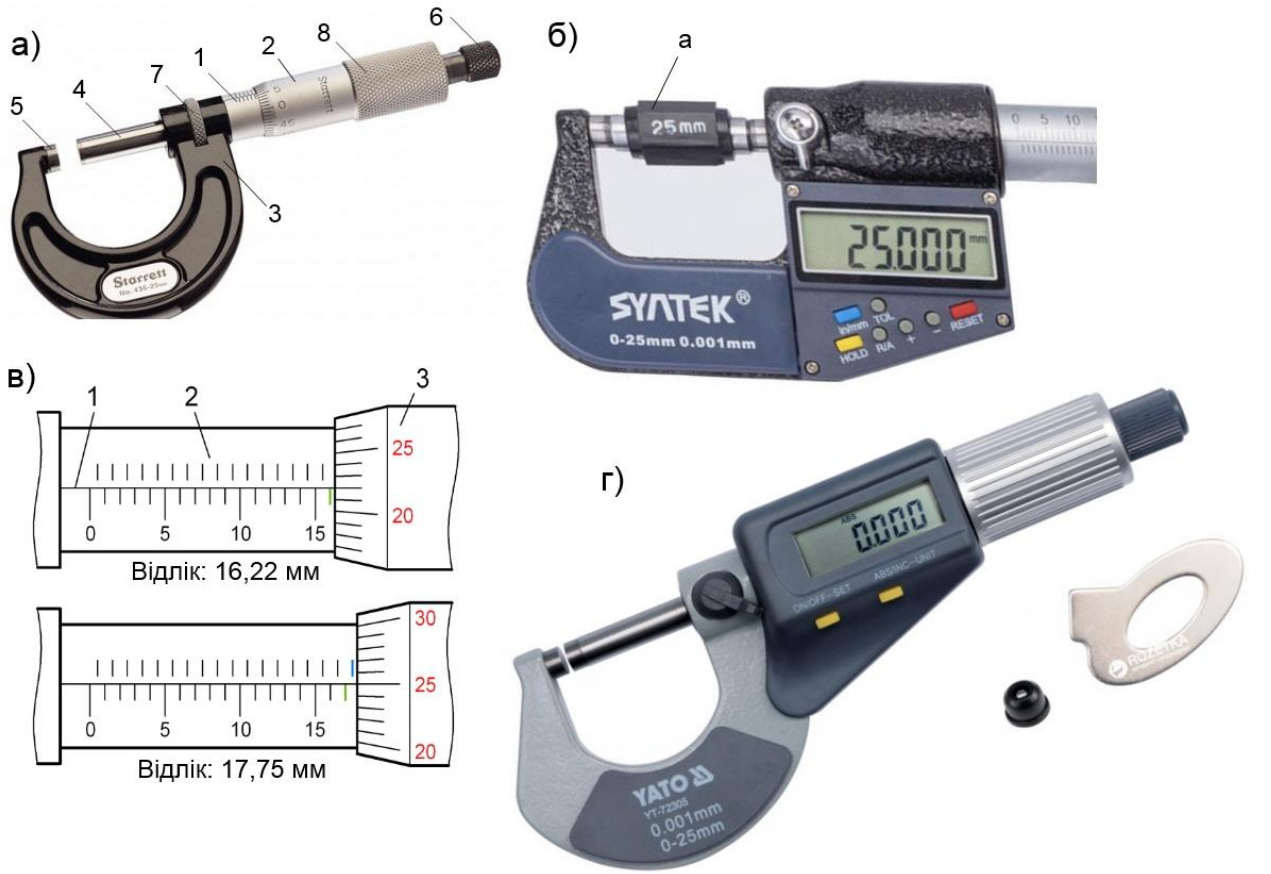


Рис. 1.4. Будова мікрометричних інструментів

2. **Внутрішні розміри** деталі слід вимірювати за допомогою мікрометричних нутромірів. В них відсутні скоба та трещітка, а вимірювальні кінцевики виконані сферичними.

Слід звернути увагу, що в них розширені границі вимірювань (більше 25 мм). Вони виготовляються з границями вимірювань 50...75; 75...175; 75...600; ...; 4000...10000 мм. Це розширення меж вимірювань досягається за рахунок набору поздовжувачів, що додається до кожного інструменту.

Для вимірювання глибини пазів, отворів та висоти уступів слід використовувати мікрометричні глибиноміри. Діапазони вимірювань 0...100 та 0...150 мм також розширені за рахунок використання змінних вимірювальних стержнів.

2.2. Методика відліку розміру

За шкалою барабана відраховують соті частки міліметра. Ціна поділки шкали барабана всіх мікрометричних інструментів 0,01 мм. Шкала нанесена на конусний торець барабана і має 50 штрихів, тобто один повний оберт барабана дає 0,5 мм (рис. 1.4, в).

Барабан зв'язаний із шпинделем (мікрометричним гвинтом), що має різьбу з кроком 0,5 мм. Число поділок барабана – 50.

При повному оберті барабана шпиндель переміщується вздовж осі на 0,5 мм, при оберті на 1 поділку – на 1/50 кроку:

$$0{,}5:50 = 0{,}01 \text{ (мм)}.$$

Отже, ціна поділки барабана дорівнює 0,01 мм.

Вимірюваний розмір можна визначити за кутом оберту барабана, тобто за числом повних обертів та неповного оберту. Для зручності відліку повних обертів служить поздовжня шкала, яка нанесена на стеблі.

За шкалою стебла відраховують міліметри та напівміліметри. Шкала має два поздовжніх ряди міліметрових поділок, розташованих по обидва боки від горизонтальної лінії. Верхні штрихи поділок зсунуті відносно нижніх на 0,5 мм вправо. Обидва ряди штрихів створюють одну поздовжню шкалу з ціною поділки 0,5 мм. Вказівником для відліку цілого числа поздовжньої шкали служить скошений край барабана, вказівником для кругової шкали барабана – поздовжня лінія стебла.

Розмір, що перевіряється, з точністю до 0,5 мм відсікається по шкалі стебла 1 зрізом барабанчика 2. Він відповідає цілому числу обертів барабанчика. Частка обертів, тобто соті частки міліметра, відраховують на зрізі барабанчика. Число сотих часток відповідає поділці кругової шкали, яка розташована навпроти довгої осьової лінії (горизонтальної), що поділяє шкалу стебла на верхню і нижню частину.

Правило:

– якщо з-під зрізу барабанчика видно верхній штрих шкали, розмір буде складатись:

$$B = b + 0{,}5 + n \cdot i_m;$$

– якщо видно нижній штрих, то розмір дорівнює:

$$B = b + n \cdot i_m;$$

де: B – вимірюваний розмір, мм;

b – кількість поділок шкали стебла, що відсікається барабаном;

n – кількість поділок на скосі барабана, що вказується поздовжньою лінією стебла;

i_m – ціна поділки мікрометричної головки, i_m = 0,01 мм.

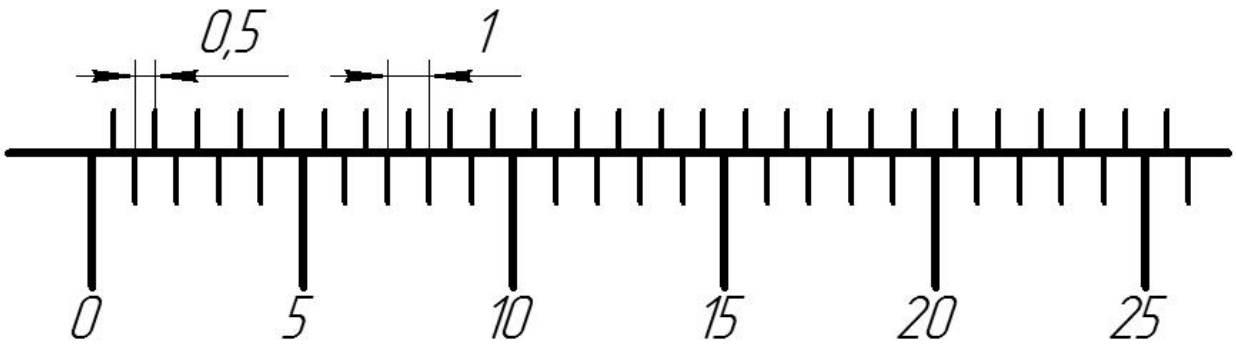


Рис. 1.5. Схема відліку розміру

Довжина шкали на стеблі складає 25 мм, що зумовлене складністю виготовлення гвинтів більшої довжини з необхідною точністю.

2.3. Порядок вимірювання

1. Встановити мікрометр в стійку. Протерти вимірювальні поверхні мікрометра та перевірити його установлення на нуль.

В цьому положенні нульовий штрих барабана повинен співпадати з поздовжнім штрихом стебла, а зріз барабана – відкривати нульовий штрих стебла.

В мікрометрах з границями вимірювань 0...25 мм нульове положення повинно бути при контакті вимірювальних поверхонь (мікрометричного гвинта та п'ятки); в мікрометрах з границями вимірювань 25...50 мм (50...75 мм) нульове положення повинно бути при контакті вимірювальних поверхонь з установчою мірою.

2. Якщо при перевірці мікрометра нульове положення не встановлюється, слід закріпити рухомий барабан стопорним гвинтом, відвернути гайку-фіксатор і установити барабан в потрібне положення, після чого закріпити фіксатор і знову перевірити нульову установку.

При установленнях та послідуючих вимірюваннях барабан слід обертати тільки за трещітку 9 (див. рис. 1.4). Невиконання цієї умови призводить до помилок в результатах та псування інструменту.

3. Провести вимірювання деталі по D_2, D_5, D_6, L_5 (див. рис. 1.3) та записати їх значення до таблиці звіту. При відліку показників мікрометр тримати прямо перед очима.

4. За даними кресленика й таблицями ДСТУ EN ISO 286-2:2022 встановити граничні розміри контрольованих поверхонь та записати їх до таблиці звіту. Порівнюючи дійсні розміри з граничними, зробити висновки щодо придатності кожного контрольованого розміру.

Результати всіх вимірювань занести до таблиці звіту.

Правила користування ДСТУ EN ISO 286-2:2022. Справжній стандарт містить числові значення граничних відхилень отворів і валів для класів допусків загального застосування. У стандарті приведені значення верхніх граничних відхилень отворів *ES* і валів *es*, а також нижніх граничних відхилень отворів *EI* і

валів *ei*. Числові значення полів допусків валів і отворів для розмірів від 1 до 500 мм дані відповідно в табл. 7 та табл. 8 цього стандарту.

Таблиці розділені поквалітетно. Номер (номери) квалітетів вказані над таблицею. Нижче дані схеми розташування полів допусків. Розміри розбиті на інтервали. Кожному полю допуску у визначеному інтервалі відповідає два числових значення – верхнього і нижнього відхилення (верхнє розташоване над нижнім). Відхилення полів допусків «h» і «H» (верхнє або нижнє), що дорівнює нулю, також вказується.

Необхідне числове значення знаходиться у клітинці на перетині інтервалу розмірів по горизонталі і поля допуску – по вертикалі.

Наприклад, для поля допуску 18h11 потрібно знайти 11-й квалітет. Він знаходиться в таблиці «Квалітети от 10 до 12».

Інтервал розмірів – вище 14 до 18 (18 входить в розмір «до 18»). Поле допуску h11. На перетині цих двох величин знаходимо два граничні відхилення: $^{0}_{-110}$: тобто найменший граничний розмір – 17,890, найбільший розмір – 18,000.

Аналогічно знаходять граничні розміри для отворів (табл. 8 стандарту).

У технічно та економічно обґрунтованих випадках допускається використання додаткових полів допусків, приведених в обов'язковому додатку 3 цього стандарту (наприклад, для шпонкових з'єднань поле допуску N9).

Лабораторна робота №1	**Контроль деталі універсальним вимірювальним інструментом**

Ескіз деталі з контрольованими розмірами

Використані вимірювальні інструменти	Тип та марка	Ціна поділки	Границі вимірювання

Позначення розміру	Величина розміру та допуску	Граничні розміри згідно з ДСТУ ISO 286-2:2002		Результати вимірювань		Висновок про придатність
		найбільший	найменший	штангенциркулем	мікрометром	
D_2						
D_3						
D_4						
D_5						
D_6						
L_1						
L_2						
L_3						
L_4						
L_5						