

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «15» серпня 2024 р.
№ 4

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для проведення лабораторних робіт
з навчальної дисципліни

«МЕТРОЛОГІЯ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЯ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «БАКАЛАВР»
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки
кафедра автомобілів і транспортних технологій

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри
Автомобілів і транспортних
технологій
протокол від «27» червня 2024 р.
№ 6

Розробники:

к.т.н., доцент Мельник О.Л.
старший викладач каф. Механічної інженерії Отаманський В.В.

Житомир
2024 рік

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

Мельник О.Л., Отаманський В.В. Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Метрологія та стандартизація» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 78 с.

Методичні рекомендації розроблено у відповідності до робочої навчальної програми дисципліни «Метрологія та стандартизація» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», денної та заочної форми навчання. Призначені для освоєння теоретичного матеріалу; набуття практичних умінь і навичок, що передбачає послідовне виконання лабораторних робіт в умовах, наближених до виробничих.

Методичні рекомендації можуть бути використані студентами при курсовому та дипломному проектуванні.

Розробники:

Мельник Олександр Леонідович
Отаманський Валентин Владиславович

Рецензенти:

д.т.н., проф.
к.т.н., доц.

Полонський Л.Г.
Степчин Я.А.

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри автомобілів і транспортних технологій

Протокол від «27» червня 2024 р. № 6

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лабораторна робота № 1. Контроль деталей універсальними вимірювальними інструментами.....	6
Лабораторна робота № 2. Плоскопаралельні кінцеві міри довжини..	20
Лабораторна робота № 3. Контроль форми та розташування циліндричних поверхонь індикаторними інструментами	27
Лабораторна робота № 4. Контроль граничних калібрів	39
Лабораторна робота № 5. Контроль параметрів різьб	57
ЛІТЕРАТУРА	74
Додаток 1. Титульний лист. Звіт з лабораторних робіт.....	77

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

ВСТУП

Дисципліні «Метрологія та стандартизація» передують такі загальноосвітні та загально-технічні дисципліни, як вища математика, фізика, хімія, нарисна геометрія та інженерна графіка в САД-системах, технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, інженерна механіка та опір матеріалів. Тому, опанувавши основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань, студенти цілком готові до осмисленого та творчого вивчення таких дисциплін як основи конструювання механізмів та машин, обладнання та оснащення машинобудівних виробництв, САМ-системи та програмування верстатів з ЧПУ, гідравліка, гідро- та пневмоприводи, технологічна оснастка тощо. Програма дисципліни і навчальний матеріал розроблені з урахуванням вимог існуючих державних стандартів (ДСТУ, ДСТУ EN, ДСТУ ISO, ДСТУ IES, ДСТУ ISO/IES), міждержавних стандартів (ГОСТ), європейських норм (EN), міжнародних постанов (ISO/IES) та законів України «Про метрологію та метрологічну діяльність» та «Про стандартизацію».

Проектування і виробництво нових машин як в Україні, так і за кордоном ґрунтується на принципі функціональної взаємозамінності, для забезпечення якої необхідно враховувати умови роботи кожної деталі, складальної одиниці та механізму в цілому. Це вказує на необхідність враховувати характер навантажень, швидкість, прискорення, температуру, тертя, знос та інші фактори, що впливають на величину і точність функціональних параметрів виробів.

Для тривалого збереження заданих функціональних параметрів машин необхідно правильно регламентувати відхилення форми поверхонь деталей, їх взаємне розташування, хвилястість і шорсткість, а також забезпечувати взаємозамінність деталей за цими параметрами. Функціональна взаємозамінність за геометричними параметрами вимагає визначеної методики розрахунку допусків і посадок. Підвищення довговічності та надійності машин залежить не тільки від правильного підбору деталей, механічної і термічної

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

обробки, розрахунку їхніх розмірів, але в значній мірі і від правильного вибору допусків і посадок для деталей і вузлів машин.

Граничні відхилення і допуски, розраховані для забезпечення функціональної взаємозамінності, будуть мати реальне значення тільки при наявності досить точних і надійних методів вимірювання і вимірювальних засобів. Технічні вимірювання повинні бути органічно зв'язані з технологічним процесом і спрямовані головним чином на профілактику браку. Це досягається вбудованими в автоматичну лінію або встановленими безпосередньо на обладнанні засобами активного контролю, а також застосуванням статистичних методів контролю. Вибіркова, але регулярна перевірка якості тільки частини виробів дає можливість робити висновки про якість великої кількості виробів, вчасно виявляти причини появи браку і усувати їх за допомогою відповідного підналагодження технологічного процесу.

Основна мета вивчення курсу – навчити студентів користуватися стандартами, правильно визначати допуски і посадки на спроектовані деталі машин відповідно до їх службового призначення, правильно призначати технічні засоби вимірювання для контролю деталей при їх виготовленні і складанні, вміти складати програми розрахунків допусків і посадок та реалізовувати їх на ЕОМ.

Передбачені лабораторні роботи допомагають студенту засвоїти теоретичний матеріал і виробити практичні навички, необхідні для професійної інженерної діяльності.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

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.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

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

ШЦ-I – 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-II – 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-III – має одnobічне 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.

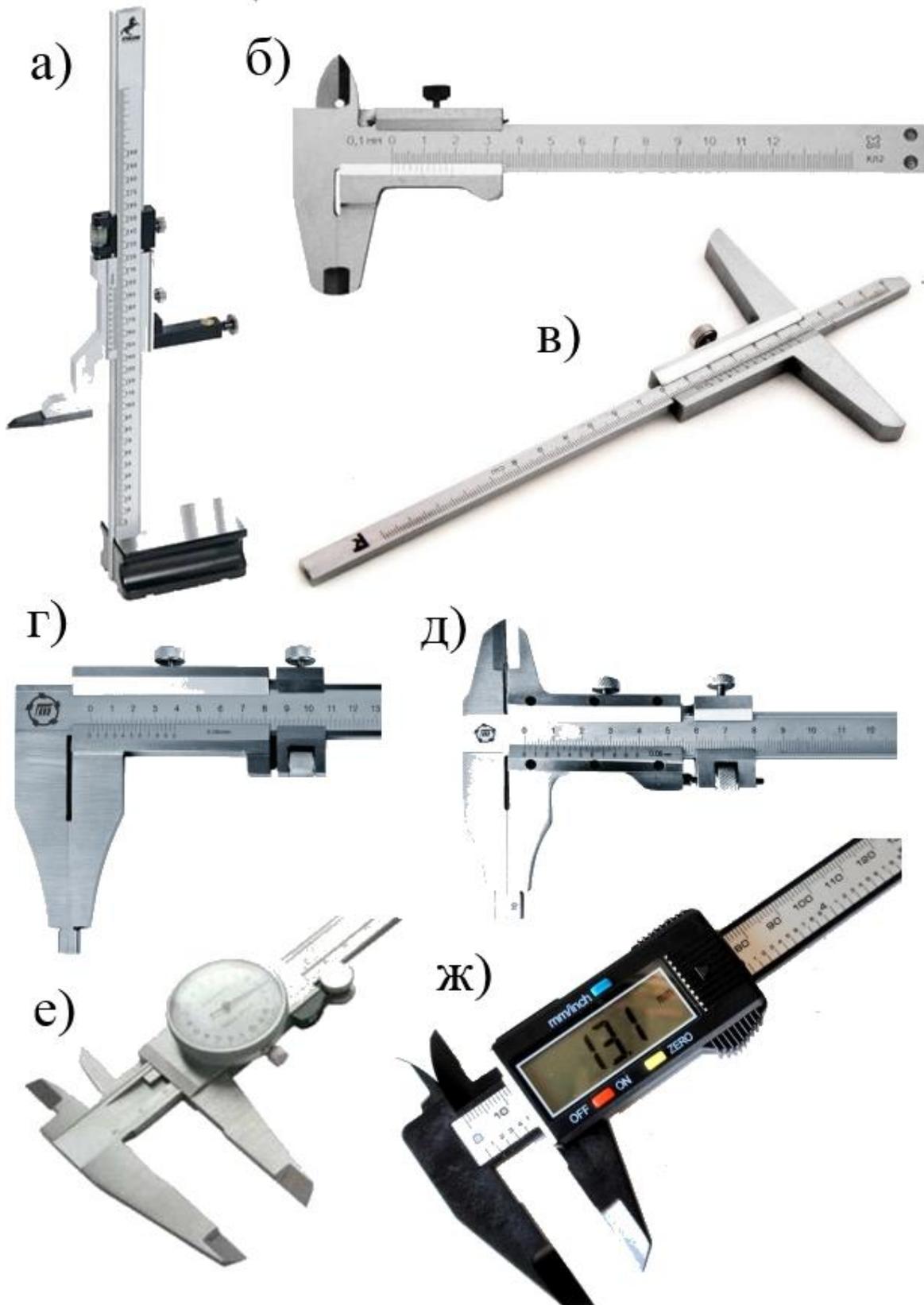


Рис. 1.1. Види штангенінструментів

Таблиця 1.1.

Параметри штангенінструментів

Типи інструментів	Границі вимірювань, мм	Відлік за ноніусом, мм
ШЦ-I, ШЦТ-I	0...125	0,1
ШЦ-I, ШЦ-III	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).

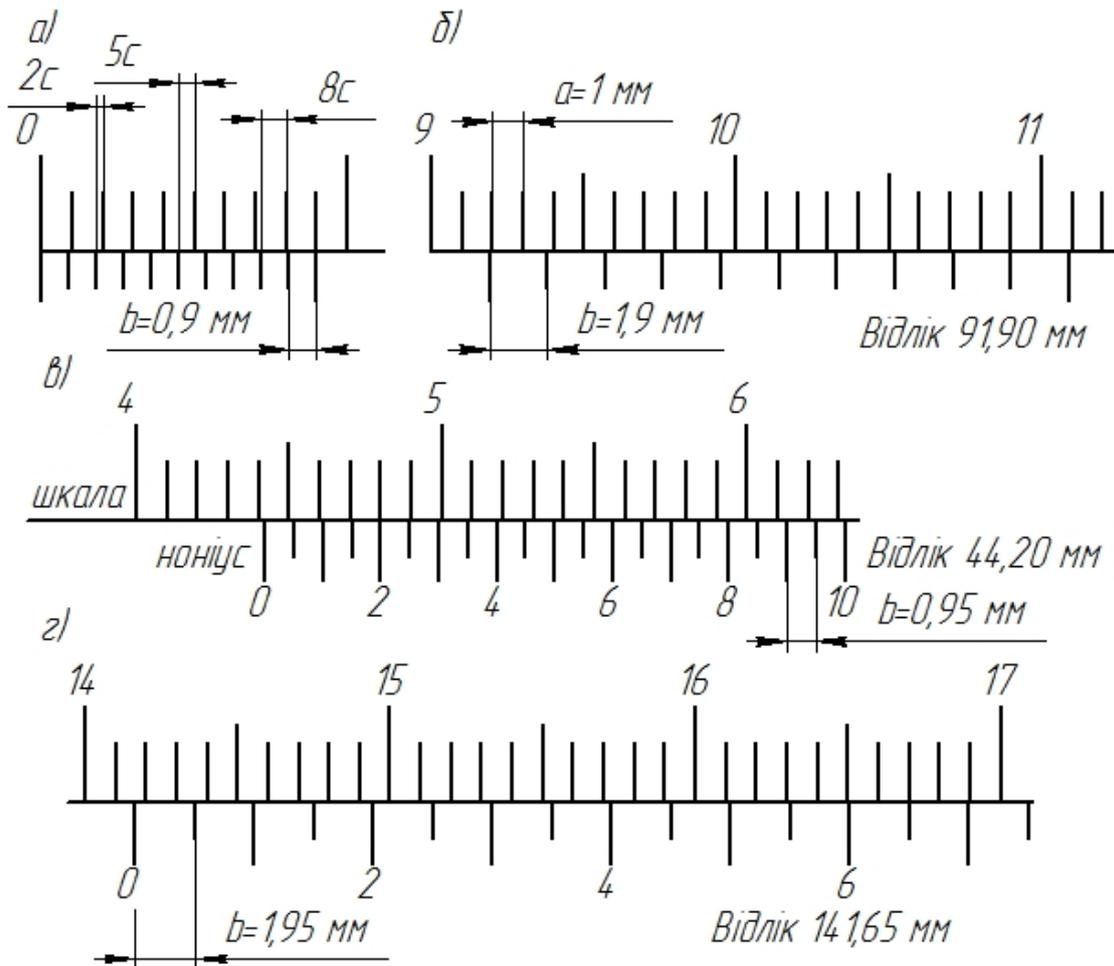


Рис. 1.2. Відлік за ноніусами штангенінструментів

а) $c=0,1 \text{ мм}$, $j=1$, $n=10$; б) $c=0,1 \text{ мм}$, $j=2$, $n=10$;

в) $c=0,05 \text{ мм}$, $j=1$, $n=20$; г) $c=0,05 \text{ мм}$, $j=2$, $n=10$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

Таким чином, 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 нонісом:

– 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» положення 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).

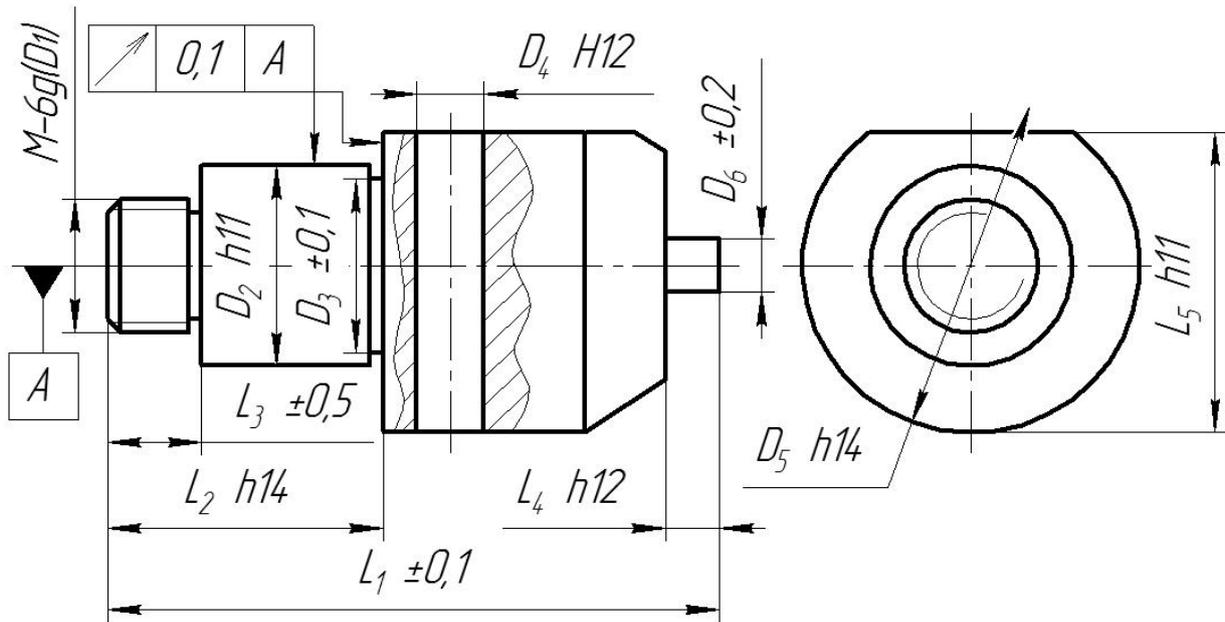


Рис. 1.3. Ескіз деталі, що контролюється

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 кресленника 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.

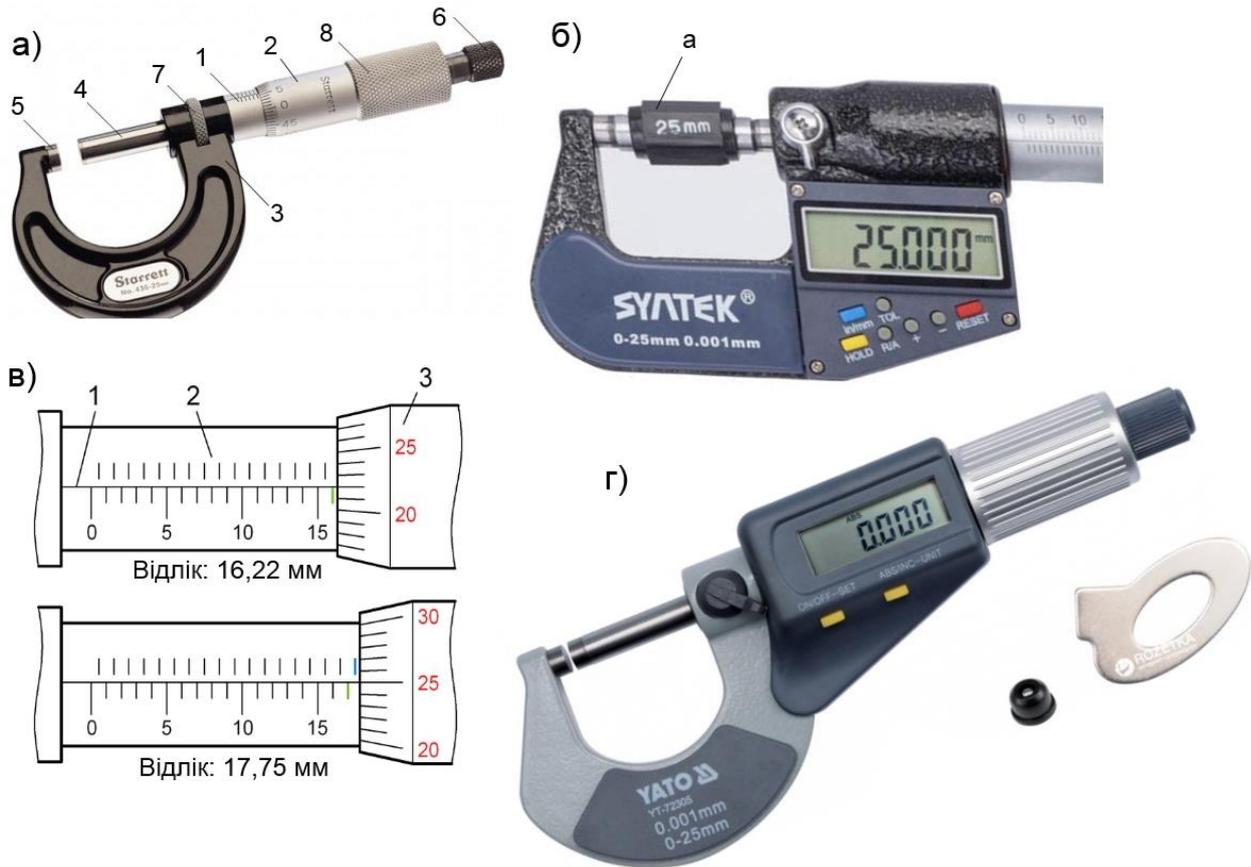


Рис. 1.4. Будова мікрометричних інструментів

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.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

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.

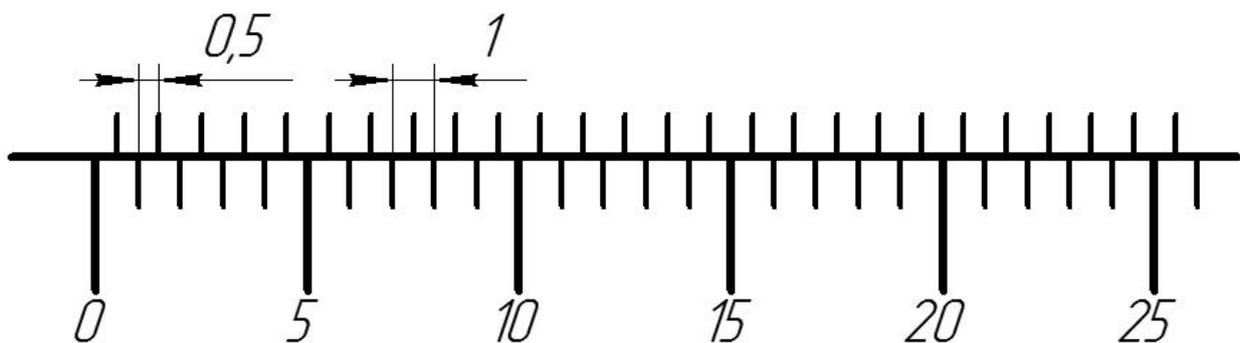


Рис. 1.5. Схема відліку розміру

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.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

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 послідуочих 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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

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: $\begin{matrix} 0 \\ -110 \end{matrix}$: 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	
D2						
D3						
D4						
D5						
D6						
L1						
L2						
L3						
L4						
L5						

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

Лабораторна робота № 2

ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНІ КІНЦЕВІ МІРИ ДОВЖИНИ

Мета роботи:

- ознайомитись з характеристикою й конструкцією плоскопаралельних кінцевих мір;
- засвоїти методику набирання блоків з кінцевих мір;
- засвоїти методику настроювання приладів за допомогою блоків кінцевих мір для проведення вимірювань відносним методом.

Матеріальне забезпечення:

- набори плоскопаралельних кінцевих мір довжини (ISO 3650:1998);
- скоби гладкі регульовані.

1. Застосування кінцевих мір

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини складають основу сучасних лінійних вимірювань в машинобудуванні. Вони застосовуються для зберігання одиниці довжини, передачі розміру від еталону одиниці довжини до виробу, перевірки точності та градуювання вимірювальних засобів, встановлення приладів на нуль при відносному методі вимірювань тощо.

Широко розповсюдженим слід вважати використання кінцевих мір при перевірці шкал вимірювальних інструментів та приладів, встановленні регульованих калібрів на розмір та встановлення на нуль шкал вимірювальних приладів.

Сферу застосування кінцевих мір можна значно розширити, використовуючи різні стандартні пристосування, наприклад, тримачів в сполученні з боковиками для настроювання приладів та розмітки.

Кінцеві міри довжини слід використовувати тільки у випадках, коли потрібна висока точність вимірювання та неможливе використання звичайних вимірювальних приладів.

В аналогічних випадках слід використовувати і кутові міри. Вони виконуються у вигляді призм і призначені для зберігання і передачі одиниці плоского кута, перевірки та градування кутомірних та кутових шаблонів, а також для контролю виробів.

2. Конструкція наборів кінцевих мір

Для виконання даної лабораторної роботи використовують основний набір кінцевих мір, що складається із 87 шт., та набір кінцевих мір із 10 шт.

Найбільш розповсюджений основний набір із 87 шт. має склад кінцевих мір довжини, представлений в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Склад кінцевих мір довжини із 87 плиток

Номінальні розміри плитки, мм	Кількість плиток
1,005	1
1,01; 1,02; 1,03; 1,04; ...; 1,48; 1,49	49
1,6; 1,7; 1,8; 1,9	4
0,5; 1,0; 1,5; 2,0; ...; 9,0; 9,5	19
10, 20, 30, 40, ... 90, 100	10
1; 1; 2	4

Цей набір дозволяє складати блоки з дискретністю 0,005 мм.

Набір мір із 10 плиток 0,991; 0,992; ...; 0,999; 1,000 дозволяє складати блоки з дискретністю 0,001 мм.

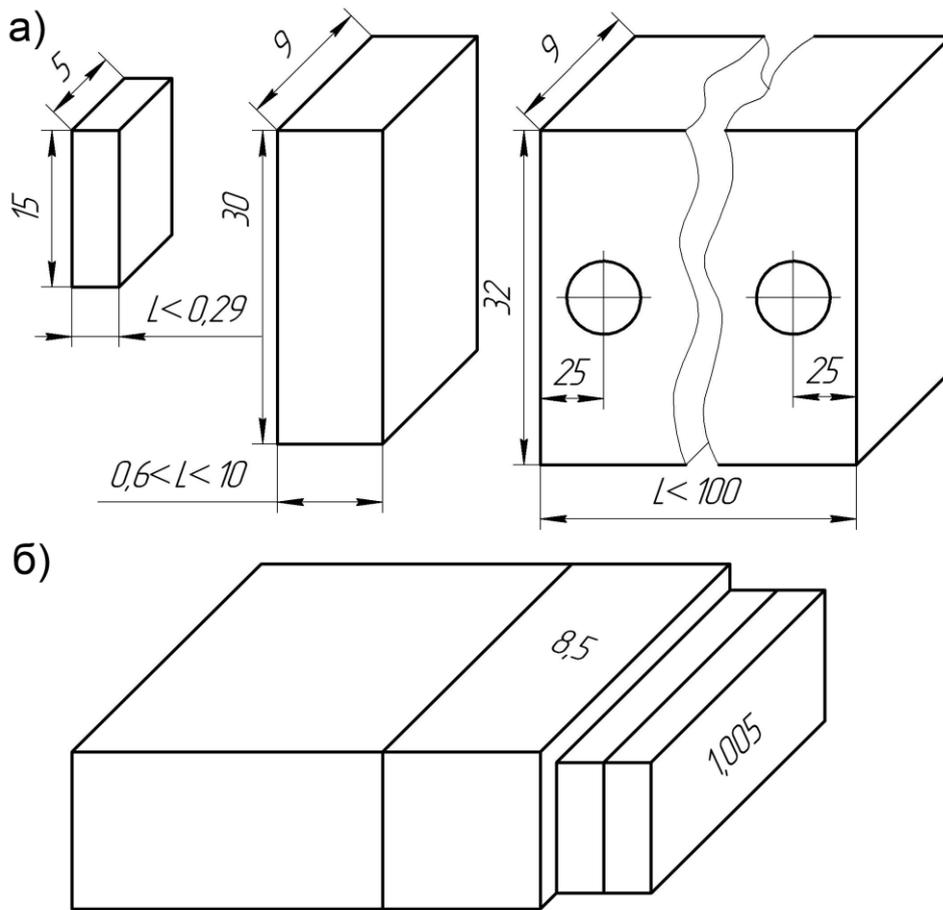


Рис. 2.2. Плоскопаралельні кінцеві міри довжини

Для меншого зношення мір при складанні блоків з кінцевих мір слід прагнути, щоб вони склались із можливо меншої кількості.

На кожній мірі гравірується її розмір. На мірах, менших за 5,5 мм, номінальний розмір наноситься на одній із вимірювальних поверхонь; більших за 5,5 мм – на боковій неробочій поверхні.

Аналогічно кутові міри можуть використовуватися як окремо, так і блоками із декількох плиток. Блоки плиток кріплять спеціальними утримувачами.

За точністю виготовлення кінцеві міри поділяються на 4 класи (0, 1, 2, 5) та 5 розрядів (1, 2, 3, 4, 5) – в порядку зменшення точності.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

3. Методика складання блоків

Прийоми складання блоків зводяться до таких дій. Кінцеві міри попередньо очистити від мастила ватою, промити чистим бензином та витерти насухо. Потім одну з мір накласти на іншу і, щільно притискаючи пальцями, просунути вздовж великої осі до повного контакту робочих поверхонь. Якщо після цього легким зусиллям не можна роз'єднати складений блок, міри вважаються притертими. Після притирання двох кінцевих мір до них притирають третю.

Послідовність при складанні блоку звичайно така: спочатку притирають кінцеві міри малих розмірів, після чого складений з них блок притирають до міри середнього розміру, а потім вже до плитки великого розміру.

Для захисту мір від швидкого зношення та пошкоджень необхідно застосовувати захисні кінцеві міри.

4. Правила роботи з плитками

Для запобігання зайвого промивання кінцевих мір і дряпання їхніх робочих поверхонь потрібно виконувати такі правила:

- 1) не брати робочі поверхні промитих кінцевих мір руками;
- 2) кінцеві міри, більші за 5,5 мм, класти на стіл неробочими поверхнями;
- 3) не притирати робочу поверхню кінцевої міри до неробочої (це викликає появу подряпин на робочій поверхні);
- 4) до блоку складати не більше 4-5 мір для зменшення його похибки;
- 5) після закінчення роботи блок слід розібрати, кінцеві міри промити в бензині, змастити та покласти у відповідні гнізда футляра набору.

5. Методика розрахунку кінцевих мір блоку

Попередньо вивчити довідникову карту на відповідному робочому місці. Кожна ланка студентів одержує завдання, що складається з трьох розмірів, вказаних викладачем. Для того, щоб скласти необхідний розмір з найменшої кількості плиток, слід підібрати перш за все такі міри, розмір яких має тисячні частки міліметра, потім – соті частки тощо.

В останню чергу підбираються пластини, розмір яких складає цілі та десятки цілих міліметрів.

Розглянемо викладені положення на прикладі. Припустимо, що треба скласти блок розміром 28,785 мм.

Заданий розмір	28,785 мм
Перша міра, що входить до блоку	1,005 мм (I)
Залишок	27,78 мм
Друга міра, що входить до блоку	1,28 мм (II)
Залишок	26,50 мм
Третя міра, що входить до блоку	6,50 мм (III)
Залишок (четверта міра блоку)	20,00 мм (IV)

Розрахунок кінцевих мір блоків всіх заданих чисел та результати роботи записати до таблиці звіту.

Лабораторна робота №2	Плоскопаралельні кінцеві міри довжини				
Характеристика наборів мір, що використовуються					
Сумарний розмір в блоці	Міра в блоці				
	1-а	2-а	3-а	4-а	5-а
Розрахунок кінцевих мір довжини					

Лабораторна робота № 3

КОНТРОЛЬ ФОРМИ ТА РОЗТАШУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ІНДИКАТОРНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

Мета роботи:

- ознайомитися з видами відхилень форми циліндричних поверхонь;
- вивчити конструкцію індикатора годинникового типу, індикаторного нутроміру, приладу для вимірювання величини биття;
- вивчити методику вимірювання розмірів за допомогою індикаторних інструментів;
- провести контроль форми та розташування поверхонь заданої деталі за допомогою індикаторних інструментів.

Матеріальне забезпечення:

- індикатор ИЧ ДСТУ 577:2009;
- індикаторний нутромір ИН;
- прилад ПБМ-500;
- індикаторні штативи;
- набори для встановлення нутромірів;
- набори плоскопаралельних кінцевих мір.

1. Види відхилень форми циліндричних поверхонь

Відхилення форми циліндричних поверхонь стандартизовані ДСТУ 2.308:2013 та ДСТУ EN ISO 1101:2018, поділяються на елементарні та комплексні.

2. Конструкція індикаторних інструментів

Прилади цього типу призначені в основному для контактних вимірювань відносним методом. Абсолютним методом можуть бути виміряні розміри, що лежать у межах вимірювань за шкалою приладу.

Індикатор годинникового типу та індикаторний нутромір (див. відповідну довідникову карту) належать до важільно-механічних приладів. Нагадаємо особливості будови кожного із них.

Індикатори годинникового типу ИЧ-10 та ИЧ-5 мають ціну поділки 0,01 мм та 0,002 мм.

Найбільше поширення мають індикатори двох типів:

- нормальні (з межами вимірювань по шкалі 0-5 та 0-10 мм і ціною поділки **0,01** мм);
- малогабаритні (з межами вимірювань по шкалі 0-2 та 0-3 мм і ціною поділки 0,01 мм).

На рис. 3.1 дано загальний вигляд та принципову схему індикаторної голівки ИЧ-10 з ціною поділки 0,01 мм.

В цьому приладі поступальному рухові вимірювального стержня 1 на 0,01 мм відповідає переміщення великої стрілки 2 на одну поділку шкали 3 (рис. 3.1, а).

Шкала індикатора має 100 поділок, тобто повний оберт великої стрілки відповідає переміщенню вимірювального стержня на 1 мм. В залежності від границь вимірювань за шкалою приладу велика стрілка обертається на 5 або на 10 обертів.

Кожний повний оберт великої стрілки відповідає оберту на одну поділку маленької стрілки по шкалі показника обертів 4, тому ціна поділки шкали показника обертів дорівнює 1 мм.

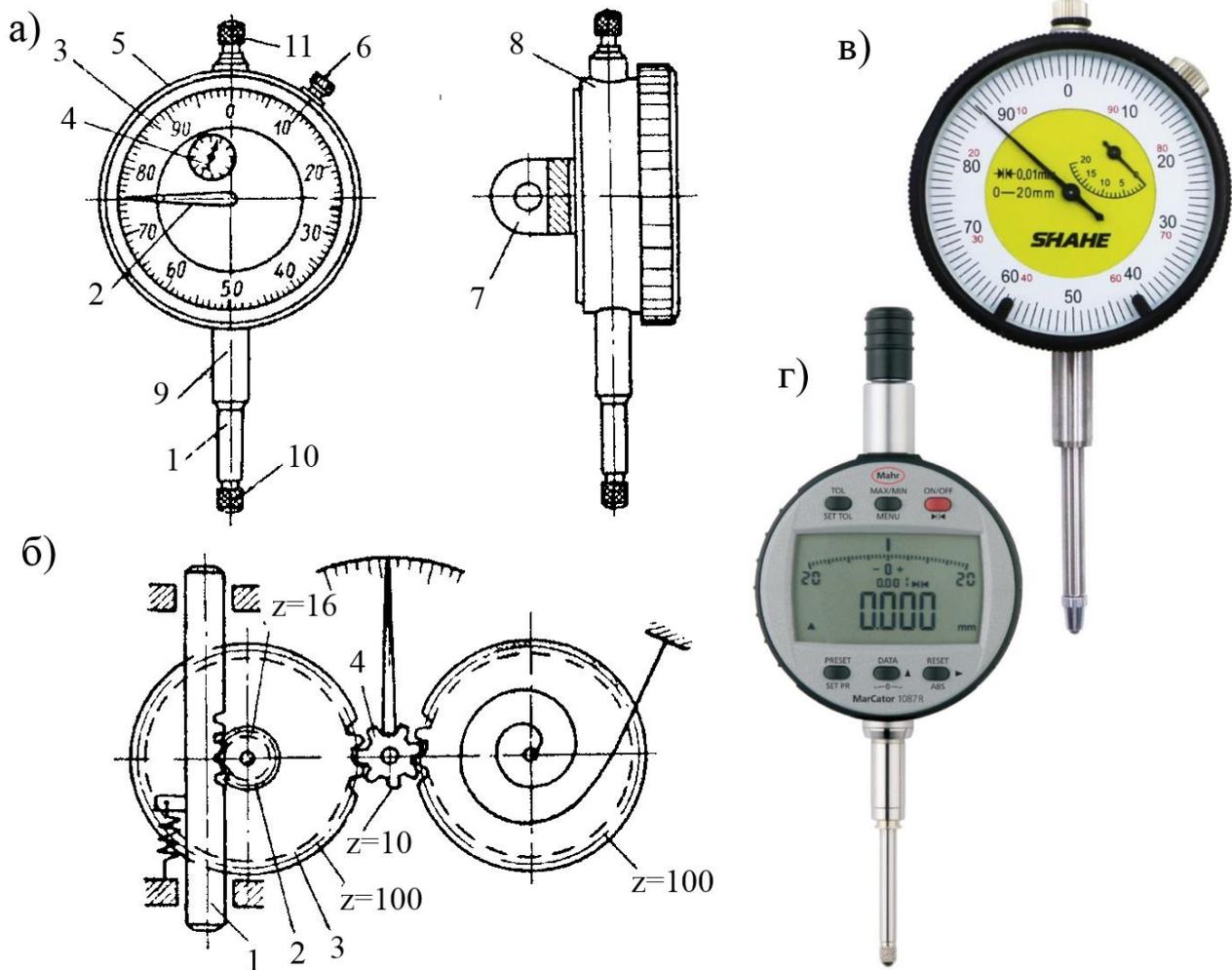


Рис. 3.1. Індикатор годинникового типу ІЧ

Шкала індикатора разом із ободком 5 здатна повертатись відносно корпусу приладу так, що проти великої стрілки приладу можна встановити будь-яку поділку шкали.

Це використовують при встановленні приладу в нульове положення, коли напроти великої стрілки встановлюється нульова позначка. Деякі індикатори мають стопор 6, за допомогою якого шкала може бути зафіксована в потрібному положенні (для попередження випадкового обертання).

Для роботи індикатора головка встановлюється у відповідності стояка і закріплюється за вушко 7 корпусу 8, або за гільзу 9, яка нерухомо зв'язана з корпусом.

Вимірювальний наконечник 10 загвинчується в торець вимірювального стрижня, який можна піднімати рукою за головку 11.

Вимірювальне зусилля виникає під дією пружини. Величина його не повинна перевищувати 250 г.

Індикатор використовується як вимірювальний пристрій в різних вимірювальних приладах, наприклад, в нутромірі, глибиномірі тощо; для вимірювання відхилень від правильної геометричної форми (величини биття, огранки тощо).

Індикатором можна виконувати абсолютні та відносні вимірювання.

Більш точним є відносний метод, оскільки похибка приладу (яка дорівнює 0,008 мм в межах атестованої ділянки шкали 0,01 мм), накопичена за декілька обертів стрілки індикатора, завжди більша, ніж сума похибок приладу в межах одного оберту стрілки і помилки розмірів блоку з кінцевих мір.

Ділянка шкали 0,1 мм в межах другого оберту стрілки називається «атестованою». В межах цієї ділянки похибки показів повинні мати найменші величини.

Принципова схема індикатора зображена на рис. 3.1, б.

На вимірювальному стрижні 1 нарізана зубчаста рейка. При вимірюванні деталі лінійне переміщення вимірювального стрижня викликає обертання малого зубчастого колеса 2 і великого колеса 3. Зубчасте колесо 3 зачіплюється з колесом 4, на осі якого закріплена велика стрілка індикатора.

Індикаторний нутромір НИ представлений на рис. 3.2.

Вимірювальним пристроєм в ньому використовується індикатор ИЧ з ціною поділки 0,01 мм. Індикатор 1 встановлений в трубчастому корпусі 2 приладу. На другому кінці корпусу встановлюється вимірювальна головка (головки є різних конструкцій, які залежать від меж вимірювання нутроміра). Вимірювальна головка має з одного боку вимірювальний стрижень 3, а з іншого змінну вимірювальну вставку 4. Вимірювальний стрижень головки передає переміщення стрижню індикатора через рухомий стрижень корпусу.

Індикатор опускають в корпус до того положення, поки його стрілка виконає один повний оберт. Після цього його закріплюють гвинтом 5. З вимірювальної головки згвинчується гайка 6, вставляється змінна вимірювальна вставка 7, і гайка знову закручується. Вставка відповідає номінальному розміру отвору. До нутроміра додається набір змінних вимірювальних вставок різних розмірів.

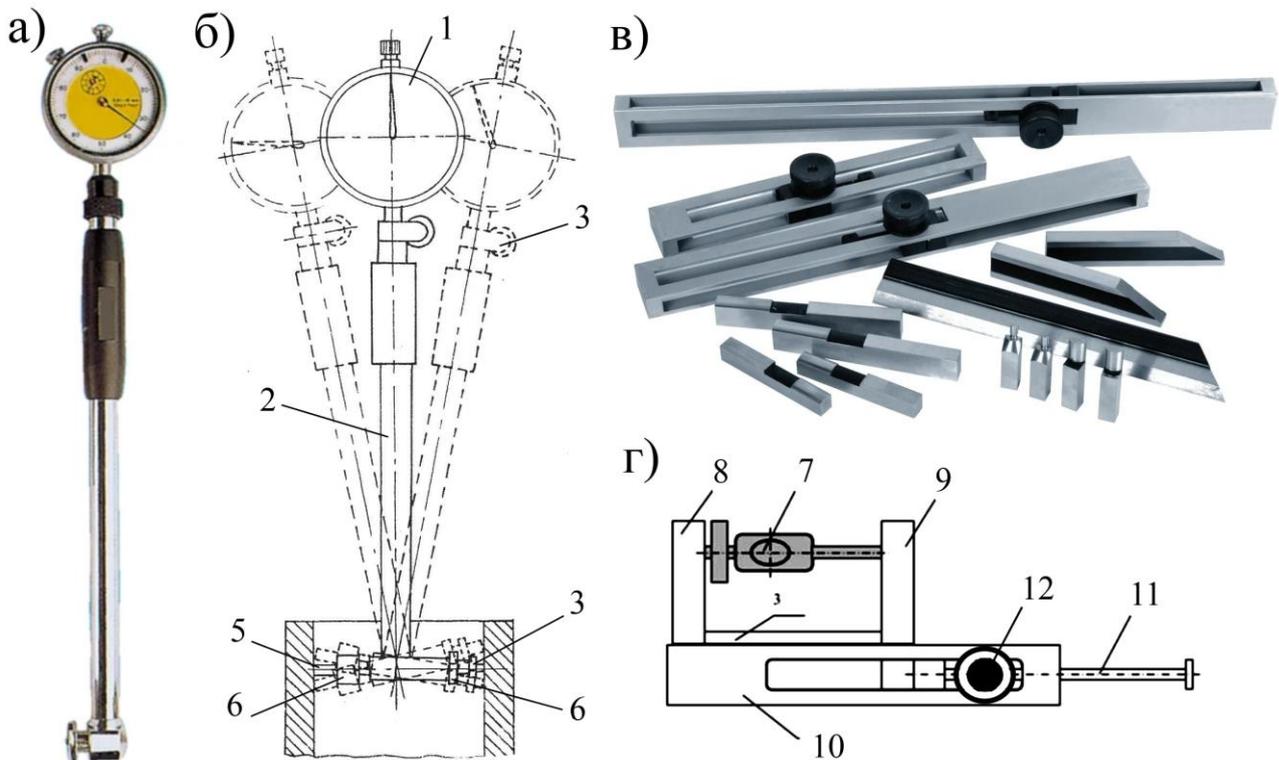


Рис. 3.2. Індикаторний нутромір та набір аксесуарів ПК-2

Встановлення приладу на нуль проводять по контрольному кільцю або згідно з блоком плоскопаралельних кінцевих мір (блок має дорівнювати номінальному розміру, який вимірюється).

Правила складання блоків подані в лабораторній роботі № 2.

Складений блок притирають до боковин 8 та 9, разом з ними блок затискають в утримувачі 10.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

Для цього відкручується гайка 11, на колодку 12 надівається пружинний притискач, блок ставиться в тримач 10 і знову закріплюється гайкою 11. Остаточо блок з боковинами затискається гвинтом 13. Обережно відтиснувши вимірювальну головку за допомогою аретиру, вводять нутромір між боковинами 8 та 9. Тримавши нутромір за термоізоляційну ручку 14, повертають ободок до встановлення стрілки на нульовій позначці. Після цього, похитуючи прилад в напрямку стрілок, перевіряють правильність встановлення приладу на нуль (відхилення стрілки в обидва боки має бути рівним і мінімальним).

За допомогою аретира відтискають центрувальний місток, виймають нутромір з тримача, і він готовий до вимірювань отвору.

В лабораторній роботі використовують нутромір з межами вимірювань 18-35 мм.

3. Контроль індикатором зовнішніх розмірів

Вимірювання індикатором зовнішніх розмірів виконується в наступній послідовності:

1) набрати блок кінцевих мір за номінальним розміром контрольованої деталі і встановити його на столик штативу;

2) закріпити індикатор в штативі на необхідній висоті так, щоб наконечник торкався поверхні блоку з «натягом» 1-2 оберти великої стрілки. Такий натяг слід давати для того, щоб в процесі вимірювання індикатор міг показувати не тільки додатні, але й від'ємні відхилення від початкового положення. Далі слід повернути рукою ободок разом із шкалою так, щоб велика стрілка встановилась проти нульової поділки. При цьому слід помітити положення малої стрілки (рис. 3.3);

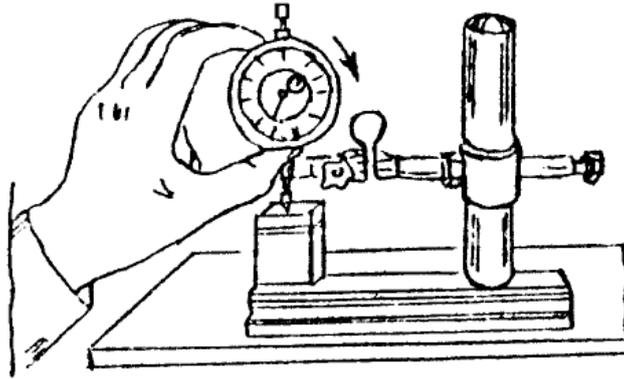


Рис. 3.3. Встановлення індикатора на нуль

3) прийняти блок кінцевих мір і, піднявши наконечник, завести під нього деталь;

4) опустити наконечник і провести відлік найбільшого відхилення за шкалами приладу. Ціле число міліметрів визначити за зміною показів малої стрілки, число сотих часток міліметра – за показами великої стрілки. Знак показів слід визначити за покажчиком «+» або «-»;

5) провести по три вимірювання деталі в двох взаємоперпендикулярних перерізах, як показано на рис. 3.4. Одержані результати записати до таблиці звіту;

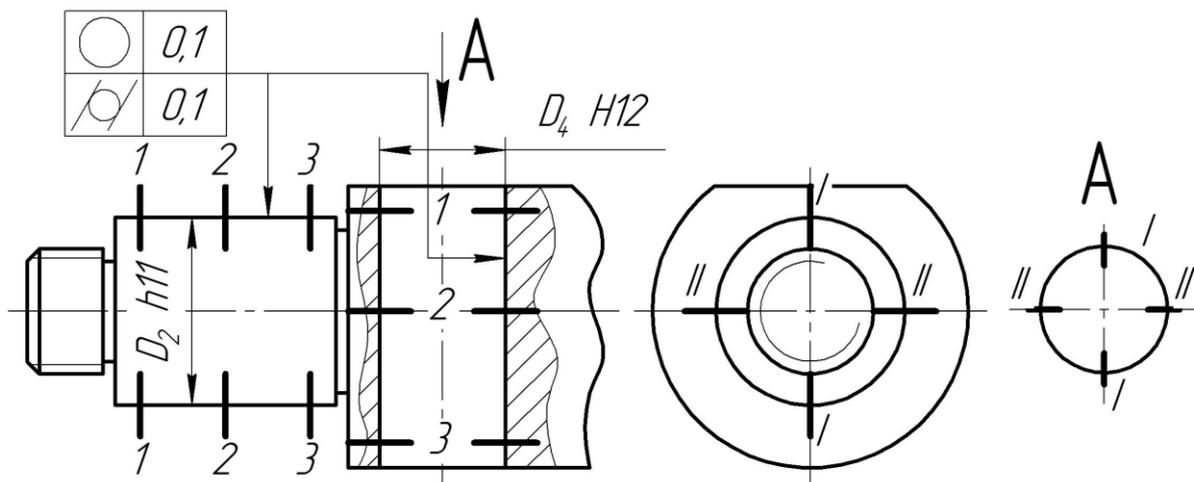


Рис. 3.4. Схема вимірювання деталі

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

6) визначити дійсні розміри деталі в перерізах і записати їх до таблиці звіту;

7) за дійсними розмірами деталі визначити її відхилення від правильної форми (овальність, сідло-, бочко-, конусоподібність) і результати занести до таблиці звіту;

8) за даними кресленника і таблицями стандартів ГОСТ 25347-89 встановити граничні розміри контрольованої поверхні і записати їх до таблиці звіту;

9) порівнюючи дійсні розміри з граничними, зробити висновок щодо придатності деталі.

4. Контроль індикаторним нутроміром внутрішніх поверхонь

Ці вимірювання рекомендується проводити в наступному порядку:

1) відтискаючи центрувальний місток, обережно ввести нутромір до отвору і провести вимірювання в трьох перерізах, які перпендикулярні до осі, причому в кожному з перерізів вимірювання слід проводити в двох взаємно перпендикулярних напрямках (див. рис. 3.4);

2) записати до таблиці звіту покази індикатора та обчислити дійсні розміри отвору. Дійсний розмір D отвору дорівнює сумі розміру блоку «В» й показів приладу «D» з врахуванням знаку, тобто $D=B+D$. Дійсні розміри D записати до таблиці звіту;

3) за дійсними розмірами отвору визначити величину його відхилення від правильної форми (овальність, сідло-, бочко-, конусоподібність) та результати занести до таблиці;

4) за даними кресленника і таблицями стандарту ГОСТ 25347-89 встановити граничні розміри отвору, що контролюється, і записати їх до таблиці звіту;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

5) порівнюючи дійсні розміри з граничними, зробити висновок про придатність. Слід пам'ятати, що від'ємні покази приладів відповідають додатнім відхиленням розмірів отвору.

5. Контроль індикатором торцевого та радіального биття

Кресленик деталі, на якій контролюють ці відхилення, представлено на рис. 3 лабораторної роботи №1. Потрібно проконтролювати радіальне та торцеве биття з граничним значенням 0,1 мм відносно осі центрів деталі.

Для вимірювання застосовують спеціальні прилади типу ПБ: ПБМ-200, ПБМ-500 тощо. Вони відрізняються один від одного міжцентровою відстанню та висотою центрів над напрямними.

Контроль розташування означених поверхонь складається із наступних дій (див. рис. 3.5):

1) деталь 1 встановлюється в центрах 2 приладу ПМБ 500. Центри закріплені в кронштейнах 3, котрі можуть переміщуватись по напрямних станини приладу 4 та закріплюватись в потрібному положенні стопорними гвинтами 5. Права стійка має нерухомий центр, а центр лівої стійки для встановлення деталі може переміщуватись за допомогою важеля 6;

2) встановити та закріпити індикатор в державці стійки 8 (ця стійка може пересуватись по напрямних станини і стопоритись в потрібному місці гвинтом 9);

3) відстопоривши гвинт, опустити планку 11 з індикатором 7 до дотику з поверхнею, що вимірюється, приблизно на перетині осі наконечника з віссю деталі. Зробити в цьому положенні попередній натяг в 2...3 мм (на малій шкалі індикатора 2-3 поділки) і закріпити планку гвинтом 10;

4) встановити індикатор на нуль;

5) провести вимірювання радіального биття, повільно обертаючи деталь; при цьому слід помітити найбільше та найменше відхилення стрілки за шкалою і записати їх різницю до таблиці звіту;

6) аналогічно провести настроювання приладу, визначити і записати до таблиці розмір торцевого биття;

7) порівнюючи одержані результати вимірювань з допустимим розміром биття, вказаним на кресленику, зробити висновок щодо придатності деталі за величиною биття.

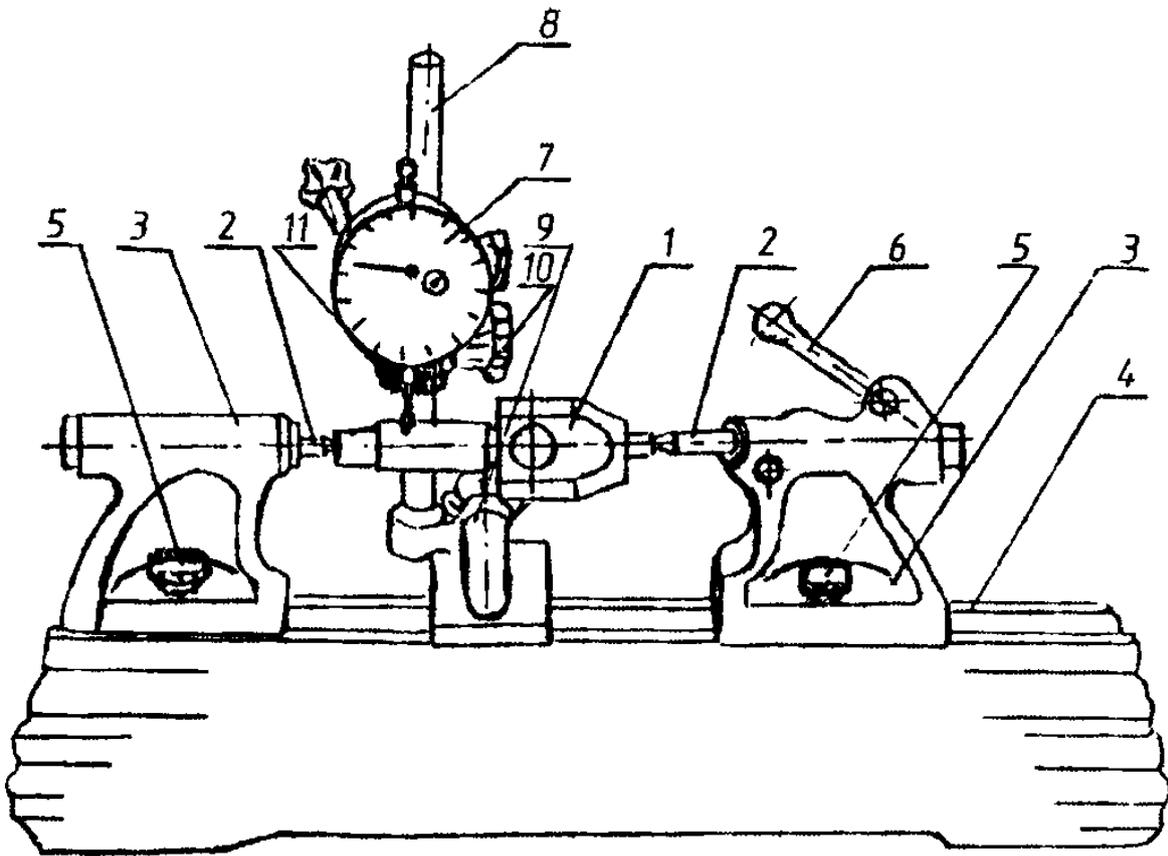


Рис. 3.5. Пристрій для контролю биття

Лабораторна робота №3			Контроль форми та розташування поверхонь індикаторними інструментами					
Технічна характеристика приладів	Назва приладу	Тип, марка	Ціна поділки	Границі вимірювань по шкалі		Границі вимірювань в цілому		
	індикатор							
	індикаторний нутромір							
	прилад для вимірювання биття							
Схема вимірювань D2				та D4				
Позначення	Номінальний розмір та допуск	Розмір блоку "В"	Покази приладу при вимірюванні, мм					
			перерізи, перпендикулярні до вісі					
			1		2		3	
			напрямок					
			I	II	I	II	I	II
D2								
D4								
	Дійсні розміри D					Граничні розміри згідно ДСТУ ISO 286-2:2002		Висновок про придатність
	1		2		3			
	I	II	I	II	I	II	найбільший	
D2								
D4								

Продовження лабораторної роботи №3

Відхилення форми та розташування поверхонь					
Розмір та позначення параметра					
Відхилення від правильної геометричної форми					
розмір	овальність	сідлоподіб- ність	бочкоподіб- ність	конусо- подібність	висновок про придатність
D ₂					
D ₄					
Вимірювання радіального та торцевого биття					
Схема вимірювання та позначення параметра					
Параметр	Виміряна величина	Гранична величина	Висновок про придатність		
радіальне биття					
торцеве биття					

Лабораторна робота № 4

КОНТРОЛЬ ГРАНИЧНИХ КАЛІБРІВ

Мета роботи:

- ознайомитись з конструкціями та призначенням гладких граничних калібрів-пробок та скоб;
- ознайомитись з методами контролю граничних калібрів-пробок на механічних та оптико-механічних приладах;
- вивчити порядок настроювання регульованих скоб на заданий розмір та способи контролю придатності скоб для вимірювань.

Матеріальне забезпечення:

- гладкі граничні двобічні пробки та регульовані скоби. Розміри калібрів даються для кожної групи студентів, що виконують лабораторну роботу, індивідуально;
- прилади для вимірювань калібрів-пробок – оптиметр вертикальний, оптикатор, мікрокатор, мініметр;
- набір плоскопаралельних кінцевих мір;
- викрутки для регулювання скоби;
- деталі для контролю;
- стійки для вимірювальних головок.

1. Призначення калібрів

Попередньо вивчити довідникову карту на відповідних робочих місцях в лабораторії. За призначенням калібри гладких циліндричних виробів поділяються на калібри для перевірки валів (скоби та кільця) та калібри для перевірки отворів (пробки). Окрему групу складають калібри граничні листові

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

для глибин, висот та уступів, комплексні калібри та калібри для розташування поверхонь тощо.

За допомогою граничних калібрів визначають не числове значення параметрів, а придатність деталі, тобто роблять висновок, чи виходить контрольований параметр (дійсний розмір) за межі верхнього або нижнього граничного розміру. Якщо прохідний калібр проходить в отвір чи на вал, а непрохідний ні, то деталь вважають виконаною вірно. Якщо непрохідний калібр проходить – деталь є остаточним браком; якщо прохідний калібр не проходить – деталь є виправним браком.

Граничні калібри поділяють на **робочі** та **контрольні**.

Робочі калібри (прохідний Р-ПР та непрохідний Р-НЕ) призначаються для перевірки виробів в процесі їхнього виготовлення. Цими калібрами користуються працівники, контролери ВТК заводу – виготовлювача, причому необхідно звернути увагу, що в ВТК застосовуються частково зношені робочі калібри Р-ПР та нові Р-НЕ.

Контрольні калібри призначені для перевірки або регулювання розмірів робочих калібрів-скоб, вони переважно замінюються блоками плоскопаралельних кінцевих мір.

Конструкція та розміри калібрів-пробок гладких подані в ГОСТ 14807-69 – 14827-69, а конструкція та розміри калібрів-скоб подані в ГОСТ 18358-93 – 18369-93.

2. Конструкція калібрів

2.1. Калібри-скоби

Найбільш розповсюдженими є однобічні двограничні листові скоби (рис. 4.1, а, б, в, г, д).

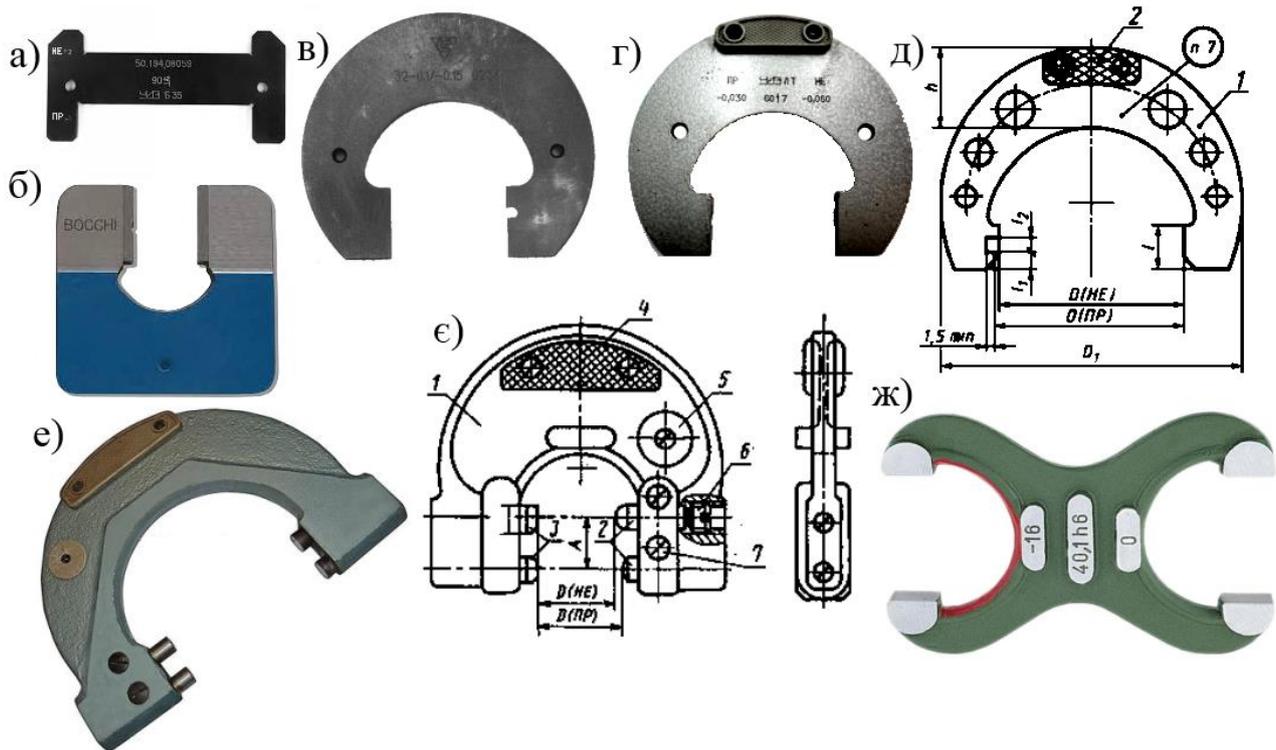


Рис. 4.1. Конструкція калібрів-скоб

За конструкцією вони виготовляються прямокутними (рис. 4.1, а, б) для розмірів 1...70 мм та круглими (рис. 4.1, в, г, д). Губка прохідної сторони довша за непрохідну. Губки розділяються проточкою і розташовані на одній стороні скоби, друга площина гладка, без проточки.

Для розмірів 4...50 мм використовують граничні двобічні листові скоби. Вони виконуються з листового матеріалу, товщиною 4-8 мм, і дешеві у виготовленні (рис. 4.1, а, б). Прохідну і непрохідну сторони розрізняють за наявністю фасок на непрохідній стороні.

Якщо скоби виготовляють в значній кількості, то використовують штампування. Штамповані скоби призначені для вимірювання розмірів від 3 до 170 мм.

Штамповані скоби для розмірів 50...170 мм мають накладки з теплоізоляційного матеріалу (рис. 4.1 е, є).

Однобічні скоби використовують частіше за інші, тому що контроль ними займає менше часу.

Для розмірів 100...325 мм слід використовувати більш жорсткі литі скоби із вставними губками; аналогічно до штампованих для зменшення маси вони виконуються з отворами.

Використовують також регульовані скоби, які можуть бути налаштовані на різні розміри у межах визначеного на скобі інтервалу (мм). Вони використовуються для контролю розмірів 8-го та більш грубих квалітетів (рис. 4.1, е, є).

Складаються регульовані скоби з литого жорсткого корпусу 1, до якого з одного боку вставлені дві нерухомі вставки 2. Вставки 3 можна регулювати за прохідною та непрохідною границями за допомогою гвинтів 4. Після встановлення необхідного розміру (на внутрішній вставці – непрохідного, на зовнішній – прохідного) вставки стопоряться втулками 5 і гвинтами 6. Для цього втулки й вставки мають лиски, зрізані під кутом 6° . Межі регулювання цих скоб складають 3...8 мм в залежності від розмірів. Настроювання на нуль виконується за блоком плоскопаралельних кінцевих мір. Ці величини дорівнюють $K-PP_{\text{сер.}}$ та $K-HE_{\text{сер.}}$. Скоби, зображені рис. 4.1, а, б слід використовувати для перевірки розмірів лінійних довжин.

2.2. Калібри-пробки

Калібр-пробка (рис. 4.2) складається зі стрижня (ручки) з однією або двома циліндричними чи конічними головками в залежності від розміру.

Прохідна сторона пробки довша за непрохідну. Це покращує центрування пробки в отворі.

Для розмірів 1...3 мм (рис 4.2, а) виготовляють граничні двобічні пробки, що складаються з ручки, в яку з двох боків вставляються дві вставки (ІІР та HE), і закріплюються карбонатним клеєм або каніфоллю.

Для розмірів 1...50 мм використовують граничні двобічні пробки зі вставками (рис. 4.2, б). Конусність хвостовиків 1:50, їх можна вибити з ручки через виконаний збоку ручки отвір. Крім двобічних інколи використовують однобічні пробки. ПР границя відділена від границі НЕ проточкою.

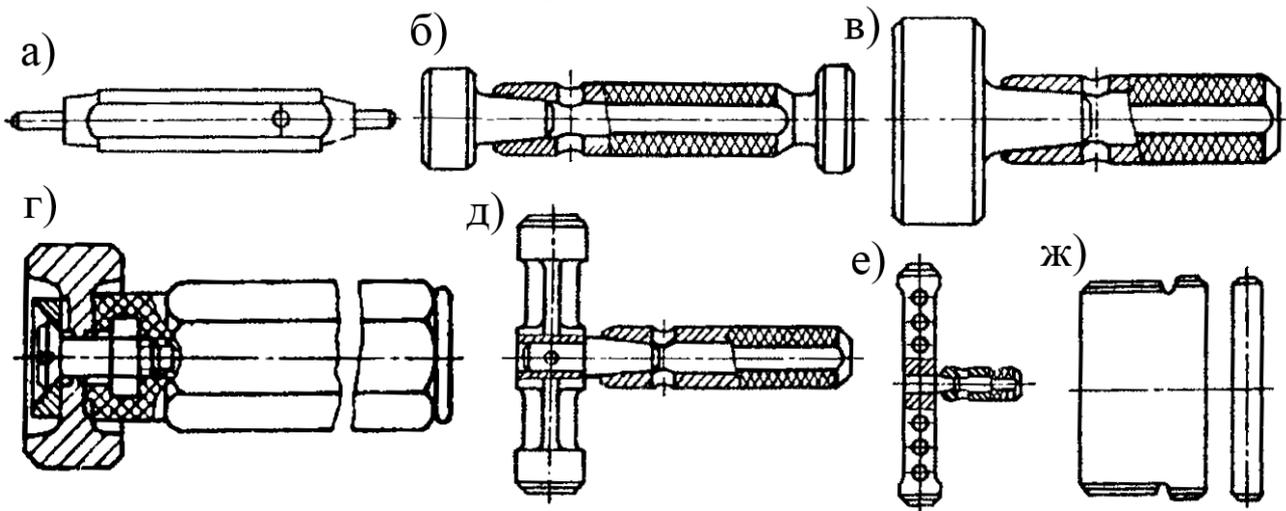


Рис. 4.2. Конструкція калібрів-пробок



4.3. Види калібр-пробок

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

Для розмірів 30...100 мм використовують пробки з насадками (рис. 4.2, г). Вони бувають двобічні двограничні (для розмірів до 50 мм) та однобічні односторонні (для розмірів від 50 до 100 мм).

Насадки працюють вдвічі довше, ніж вставки.

Для перевірки великих отворів використовують листові двобічні пробки (рис. 2, ж) для розмірів від 50 до 300 мм. Вони виготовлені з листового металу товщиною 6...12 мм. Між сторонами ПР та НЕ виконують проточку. Робочі поверхні виконують по дузі окружності. Користуватись ними незручно з причини відсутності ручки.

В цьому відношенні зручніше використовувати неповні односторонні пробки (рис. 4.2, д). Вони виготовляються литими для розмірів 50...150 мм. Для більших отворів (150...360 мм) виготовляють неповні односторонні пробки з накладками (рис. 4.2, є).

3. Характеристика приладів для контролю калібрів-пробок

Прилади, на яких вимірюють калібри пробки в даній лабораторній роботі, відносяться до:

- важільно-механічних (мініметр, мікрокатор);
- важільно-оптичних (оптиметр, оптикатор).

3.1. Конструкція мініметра

Мініметр має такі характеристики:

- ціна поділки, мм – 0,002;
- границі вимірювань по шкалі ± 60 поділок (0,12 мм);
- допустима похибка показів, мм – 0,001;

Мініметр (рис. 4.4) використовують переважно для вимірювань зовнішніх розмірів відносним методом. По шкалі мініметра відраховуються для деталей звичайної величини тільки відхилення розміру об'єкту виміру від розміру установчої міри, за якою прилад попередньо налаштований на нуль.

Установчою мірою є блок плоскопаралельних кінцевих мір.

Границі вимірювань приладу в цілому залежать від розміру стійки, в якій закріплено мініметр.

Мініметр є вимірювальним пристроєм в різних вимірювальних приладах або пристроях спеціального призначення, наприклад, при вимірюваннях зубчастих коліс, різьб, підшипників кочення, конусів.

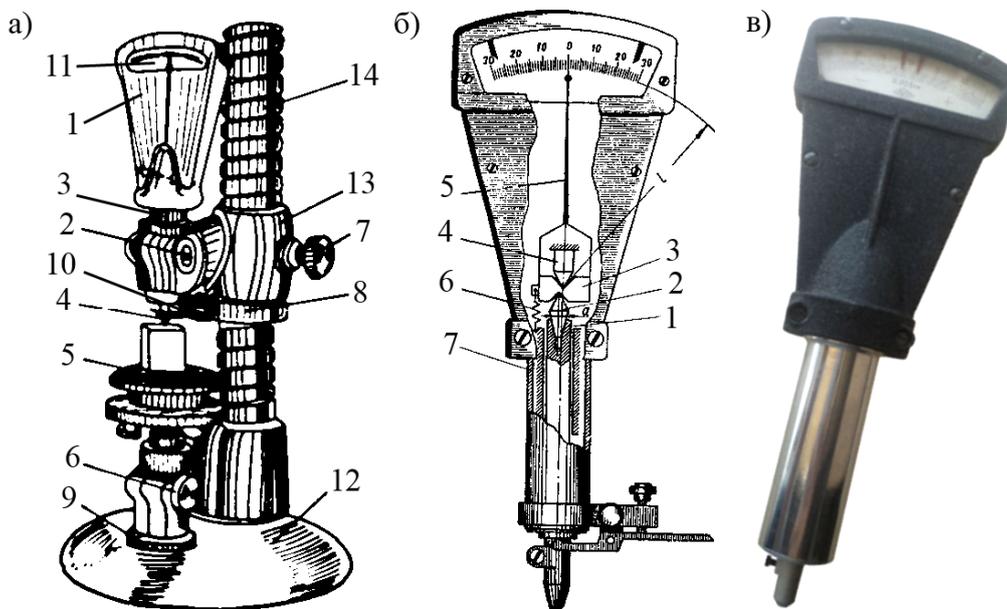


Рис. 4.4. Мініметр

Вимірювальна головка 1 вставляється в уніфікований отвір кронштейна 3 стійки і закріплюється гайкою 2. На вимірювальному стрижні приладу закріплюється наконечник 4. Для вимірювань циліндричної деталі використовують сферичні або ножеподібні наконечники.

При настроюванні приладу блок плоскопаралельних кінцевих мір притирається до столика 5.

На кронштейні столика є стопорний гвинт 6 та гайка підйому столика 9.

Кронштейн з мініметром стопориться на штанзі стійки гвинтом 7, знизу на штанзі його підтримує гайка з упорною різьбою 8. При вимірюванні та знятті блоку мір після встановлення на нуль користуються аретиром 10 для запобігання псування наконечника 4. Шкала приладу має показники допусків 11. При вимірюванні додатного розміру стрілка приладу не виходить за межі показників вліво та вправо. Схема мініметра дана на рис. 4.4, б.

3.2. Конструкція мікрокатора ИГП

Мікрокатор (рис. 4.5) має ціну поділки 0,001 мм. Границі вимірювання по шкалі ± 30 поділок (0,06 мм). Допустима похибка показів, мм – 0,001.

Мікрокатор використовується для вимірювання зовнішніх розмірів відносним методом. Основою механізму передачі рухів є скручена бронзова пружинна стрічка 2 (рис. 4.5, б). Одна її половина закручена вправо, друга – вліво. Стрічка 2 правим кінцем прикріплена до пружинного кутника 4, а лівим – до плоскої пружини 1. Вимірювальний стрижень 7 при переміщенні доверху викликає оберт кутника б, що призводить до розтягання стрічки 2 і оберт прикріпленої до неї всередині стрілки 3 відносно шкали 8.

Стрілка – це тонка скляна конічна трубка, діаметром $\varnothing 50\text{...}80$ мкм, збалансована противагою 9. Вимірювальний стрижень 7 підвішений до корпусу приладу на мембрані 10 і пружинному кутнику 4. Вимірювальне зусилля створюється пружиною 5.

Механізм мікрокатора заключений в корпус з уніфікованими габаритними розмірами та приєднувальним розміром $\varnothing 28$ мм для встановлення в стійках (рис. 4.5, а).

Основні недоліки мікрокаторів: незручності при відліках за дуже тонкою стрілкою, вібрація стрілки, прилипання її до шкали внаслідок появи статичної електрики.

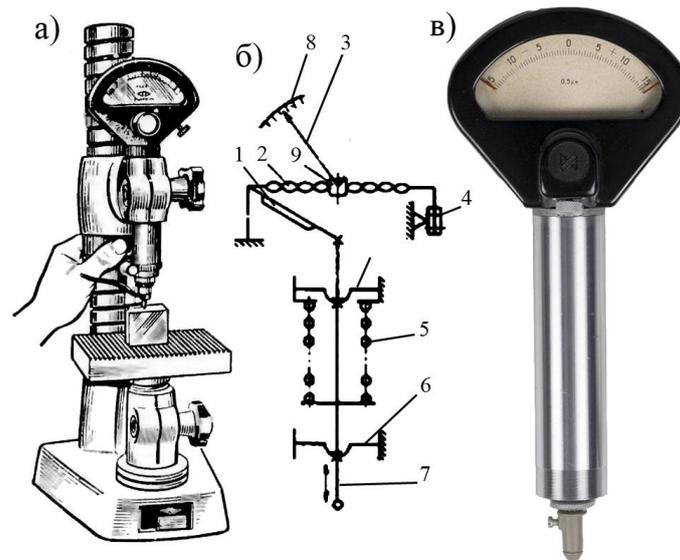


Рис. 4.5. Пружинна вимірювальна головка ІППГ

3.3. Конструкція оптикатора

Оптикатори створені на базі мікрокаторів, але не мають їхніх недоліків. В цьому приладі пружинний передатний механізм суміщений зі збільшуючою оптичною передачею (рис. 4.6 б). На стрічці 1 замість стрілки закріплене дзеркальце 2. Пучок променів від джерела світла 6 попадає на нього, проходячи через конденсер 5, скляну пластинку 3 (з нанесеним на ній вказівним штрихом) і об'єктивом 4. Промені світла, віддзеркалившись від дзеркальця 2, попадають на скляну шкалу 8, на якій видно зображення (на світлому круглому полі) вказівного штриха, нанесеного на пластинці 3. При переміщенні вимірюваного стрижня 7 і розкручуванні стрічки 1 по шкалі 8 переміщується світловий зайчик із зображенням світлового вказівника. У приладі, на якому виконується лабораторна робота, є система двох світлофільтрів, що змінюють забарвлення світлової плями (червоне – через максимум, зелене – через мінімум) при переході через границі поля допуску. Оптикатор має такі характеристики: ціна поділки, мм – 0,0002; границі вимірювань по шкалі ± 75 поділок (0,015 мм); допустима похибка вимірювань 0,0001 мм; джерело світла – джерело постійного струму, напругою в 12 В.

Механізм розміщений у корпусі з уніфікованим розміром $\varnothing 28$ мм для встановлення в стійках (рис. 4.6, в).

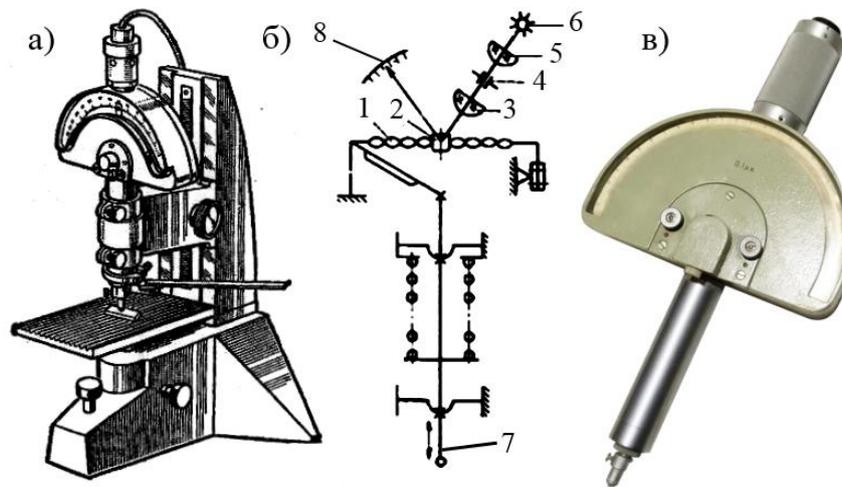


Рис. 4.6. Оптикатор

3.4. Конструкція вертикального оптиметра

Характеристики оптиметра:

- величина вимірювального зусилля – 200 ± 20 г;
- ціна поділки, мм – 0,001;
- допустима похибка показів, мм – 0,0002;
- розмір контрольованої деталі залежить від розмірів стійки, в яку вставляється трубка оптиметра. В даній лабораторній роботі використовуються стійки для закріплення всіх приладів з кріпильним отвором $\varnothing 28$ мм та межами вимірювань 0...180 мм.

Вимірювальною головкою оптиметра є трубка 11 (рис. 4.7, б).

Корпус трубки оптиметра складається з двох частин, розташованих під прямим кутом. В передній частині знаходиться окуляр 12, в якому видно зображення шкали приладу при дотику наконечника вимірювального стрижня до блоку плоско-паралельних кінцевих мір. Зліва знаходиться освітлювальна щілина, в яку дзеркальцем 10 направляється світло від будь-якого стороннього джерела А.

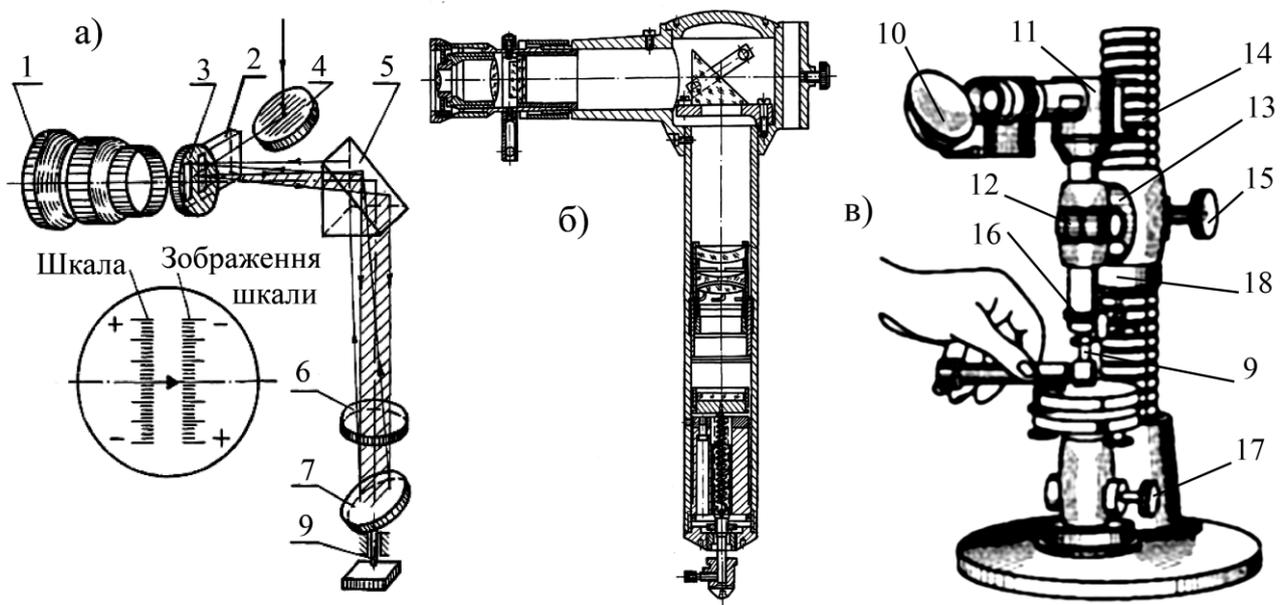


Рис. 4.7. Трубка окулярного оптиметра

Пучок світла направляється дзеркалом 3 через призму 2 і освітлює матову шкалу 4 (рис. 4.7, а). На шкалі нанесено 200 поділок. Пучок променів із зображенням шкали проходить через призму 5 і фокусується об'єктивом 6 на дзеркалі 7, яке хитається. Віддзеркалившись від дзеркала під деяким кутом, зображення шкали проходить у зворотному напрямку і розкладається оператором в окулярі 1. Дзеркало 7 опирається на дві кульки 8, вимірювальний штифт 9 і здатне відхилятися на деякий кут при осьовому переміщенні штифта, тобто при вимірюванні деталі. Внаслідок цього шкала також буде переміщуватись доверху-донизу в полі зору окуляра відносно нерухомого показника, розташованого в окулярі 1. Положення показника є відліковим при настроюванні приладу та при вимірюваннях.

Рисунок 4.7, в дає повне уявлення в ідентичності конструктивних показників при настроюванні та встановленні всіх видів вимірювальних приладів, що використовуються при виконанні даної лабораторної роботи. Трубки приладів 11 встановлюються в кронштейні 13, який пересувається по різьбовій колоні 14 і стопориться гвинтом 15. Аретир 16, запобігає псуванню сферичного вимірювального кінцевика 9. Столик застопорюється гвинтом 17.

4. Виконання вимірювань

4.1. Контроль калібру–пробки

Кожна ланка студентів, що виконують лабораторну роботу, отримує калібр–пробку та проводить вимірювання в наступному порядку:

- 1) за маркіруванням калібру необхідно визначити для перевірки якої деталі він призначений (розмір та допуски);
- 2) користуючись таблицями ДСТУ EN ISO 1938-1:2022, побудувати схему розташування полів допусків на калібр та деталь, яка перевіряється, з вказанням граничних відхилень (рис. 4.8);

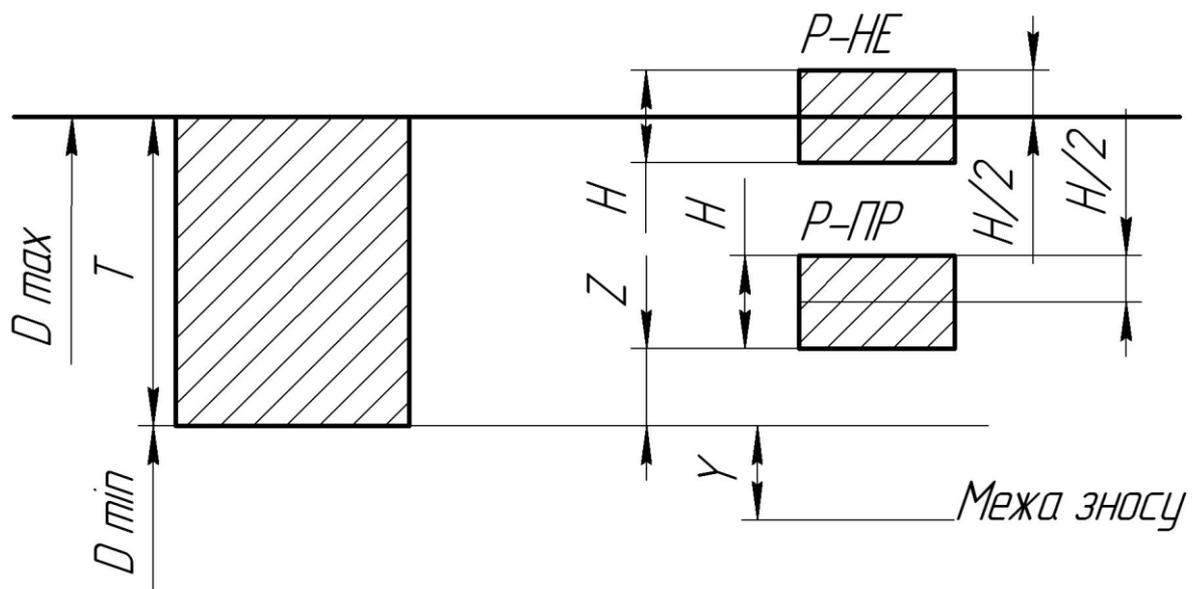


Рис. 4.8. Схема розташування полів допусків

- 3) підрахувати граничні розміри калібру;
- 4) підрахувати розміри блоків для встановлення приладу на нуль при вимірюванні прохідної та непрохідної сторін. Найбільш правильною є встановлення на нуль за блоком із розміром, який відповідає середині поля допуску;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

5) набраний блок встановити на столик приладу;

6) відстопоривши гвинт 15, обертанням гайки 18 опустити кронштейн з вимірювальним приладом до поверхні блока, залишивши відстань між вимірювальним наконечником та блоком 1...2 мм (рис. 4.7, в);

7) обертанням гвинта 19 провести мікроподачу кронштейна з вимірювальним приладом до дотику вимірювального наконечника з блоком. Момент їхнього дотику буде помітним за рухом стрілки (мікрокатор), світлового покажчика (оптикатор) та шкали (оптиметр);

8) встановити стрілку, світловий промінь або шкалу проти нульового положення;

9) перевірити нульове встановлення приладу, піднімаючи та опускаючи 2-3 рази наконечник аретиром. Якщо після аретирування нульова установка зіб'ється, настроювання необхідно повторити. Після встановлення приладу легко застопорити гвинт 15;

10) легко натиснувши аретир, підняти наконечник, забрати з-під нього блок кінцевих мір, замінивши його об'єктом вимірювання;

11) виміряти калібр-пробку у відповідності зі схемою, даною на рис. 4.9. Кожна із сторін калібру повинна бути виміряна в двох перерізах, кожен із перерізів – в двох взаємноперпендикулярних напрямках (всього 4 виміри). При вимірюванні калібр для запобігання перекосу необхідно притискати двома пальцями до столика та, прокочуючи його під вимірювальним наконечником, слідкувати за показами приладу. Для запобігання помилки вимірювання в кожному перерізі повинно проводитись 3-4 рази;

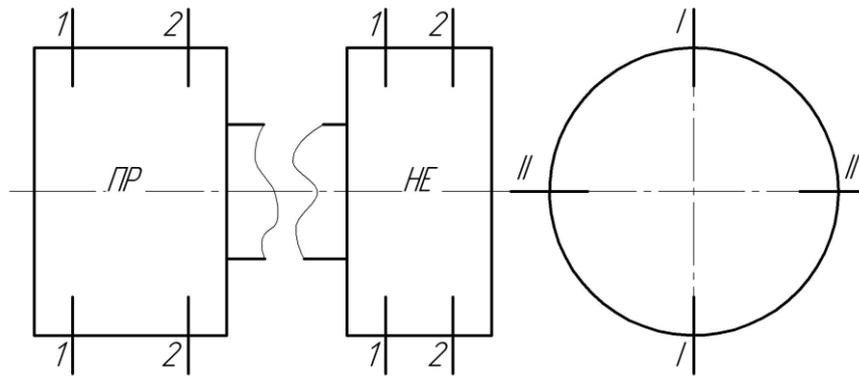


Рис. 4.9. Схема вимірювання калібру-пробки

12) відлік вимірювань проводити за зміщенням стрілки світлового покажчика або шкали відносно нульового положення. При цьому покази приладу можуть мати будь-який знак (+ або –) який є на шкалі приладу. Найбільший показ приладу відповідає найбільшому діаметру;

13) визначити дійсний розмір деталі D . Він дорівнює сумі блока B та показів приладу D з врахуванням знаку відхилення, тобто:

$$D = B + D;$$

14) після закінчення вимірювання перевірити нульове настроювання приладу за блоком. Похибка в нульовому настроюванні не повинна перевищувати половини поділки шкали приладу;

15) порівнюючи дійсні, тобто отримані шляхом вимірювань розміри Р-ПР та Р-НЕ з допустимими їх значеннями згідно ДСТУ EN ISO 1938-1:2022, зробити висновок про придатність по кожній стороні окремо;

16) отримані результати записати в таблицю звіту.

4.2. Контроль розмірів регульованих калібрів-скоб

Регульовані калібри скоби настроюють та регулюють за допомогою блоків кінцевих мір. Для даної лабораторної роботи кожна ланка студентів отримує деталь, яку необхідно проконтролювати налагодженою скобою.

Порядок установлення регульованих скоб на розмір наступний:

1) вимірявши універсальним вимірювальним інструментом діаметр отриманої деталі, студенти вибирають скобу з відповідним інтервалом вимірювань;

2) підраховують розміри контрольних калібрів К-ПР, К-НЕ та К-И, за якими буде встановлюватись скоба. Для підрахунку необхідно брати середній розмір контрольних калібрів.

Приклад підрахунку середніх розмірів калібрів для розміру подано на рис. 9.

Схема розташування полів допусків та відхилень відносно границь полів допусків виробів відповідає ДСТУ EN ISO 1938-1:2022:

$$\begin{aligned}
 1. \quad K - ПР_{max} &= D_{max} - Z_1 + H_p/2; & 2. \quad K - НЕ_{max} &= D_{min} + H_p/2; \\
 K - ПР_{min} &= K - ПР_{max} - H_p; & K - НЕ_{min} &= K - НЕ_{max} - H_p; \\
 K - ПР_{сер} &= D_{max} - Z_1; & K - НЕ_{сер} &= D_{min}; \\
 3. \quad K - И_{сер} &= D_{max};
 \end{aligned}$$

Виконавчі розміри калібрів визначаються згідно з ДСТУ EN ISO 1938-1:2022, за формулами табл. 1.

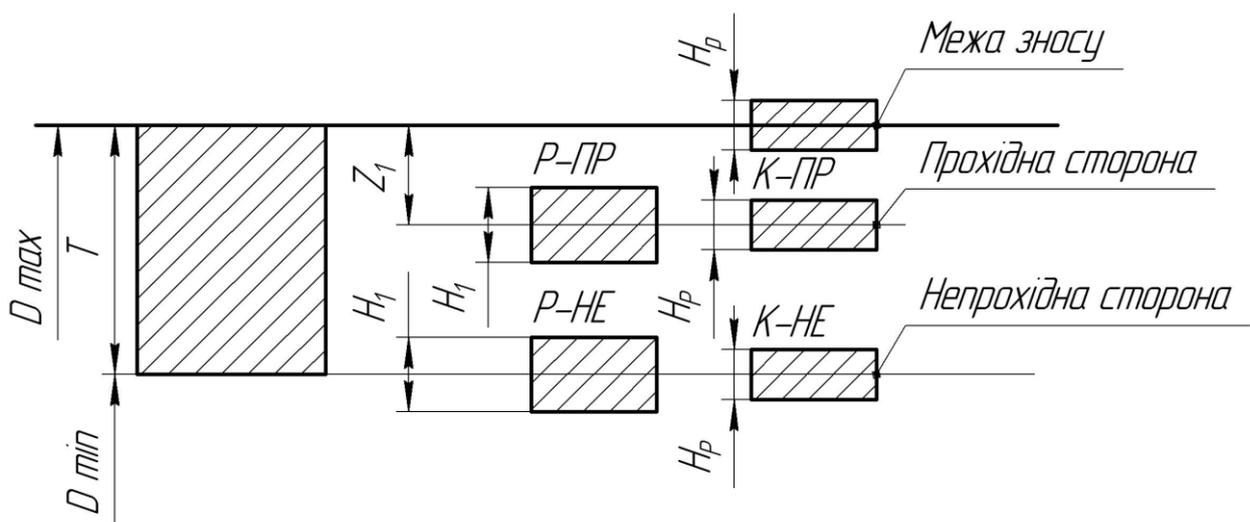


Рис. 4.10. Схема для підрахунку середніх розмірів калібру-скоби

Величини допусків та відхилень калібрів – ДСТУ EN ISO 1938-1:2022.

Для даного прикладу:

$$K - PR_{\text{сер}} = 48 - 0,025 - 0,011 = 47,964 \text{ (мм)};$$

$$K - HE_{\text{сер}} = 48 - 0,087 = 47,913 \text{ (мм)};$$

$$K - И_{\text{сер}} = 48 - 0,025 = 47,975 \text{ (мм)};$$

3) за розрахованими розмірами, керуючись правилами, викладеними в лабораторній роботі № 2, зібрати відповідні блоки кінцевих мір, округлюючи отримані значення до третього десяткового знаку;

4) за набраними блоками встановити рухомі губки скоби (рис. 4.1, г). Для цього викруткою послабити з одного боку корпусу 1 скоби кріплення затискних гвинтів 6 та відвернути установчі гвинти 4. Переміщуючи губки 3, встановити між ними набрані блоки. Потім блоки легенько підтиснути губками за допомогою установчих гвинтів 4. Губки закріпити гвинтами 6.

За блоком К-ПР встановлюють зовнішні губки скоби. Блок для них є прохідним.

За блоком К-HE встановлюють внутрішні губки скоби. Блок для них також є прохідним.

Блок К-И лише контролює зношення прохідної скоби, тому для нової скоби він є непрохідним для зовнішніх губок;

5) результати вимірювань до встановлення розмірів регульованої скоби занести до таблиці звіту;

6) проконтролювати налаштованою скобою задану деталь.

7) виконати у звіті ескіз контрольованої скоби.

Лабораторна робота №4		Контроль граничних калібрів					
Контроль калібру-пробки			для d=				
Технічна характеристика приладу	назва та тип приладу						
	ціна поділки шкали, мкм						
	границі вимірювань по шкалі						
	границі вимірювання приладу в цілому, мм						
Схема вимірювання калібру		Схема полів допусків калібру					
Граничний розмір калібру згідно з ДСТУ EN ISO 1938-1:2022							
Р-ПР новий найбільший	Р-ПР новий найменший	ПР-И зношений	Р-НЕ найбільший	Р-НЕ найменший			
Розмір блоку (сумарний)	Розмір кінцевих мір						
	1-а	2-а	3-а	4-а	5-а		
для Р-ПР							
для Р-НЕ							
Результати вимірювань калібру-пробки							
	Напрямок	Покази за шкалою		Розмір блоку	Дійсні розміри		Висновок про придатність
		1-1	2-2		1-1	2-2	
Р-ПР	I-I						
	II-II						
Р-НЕ	I-I						
	II-II						

Настроювання та контроль регульованої скоби	Розмір				
Схема розташування полів допусків скоби					
Розмір контрольованих калібрів згідно з ДСТУ EN ISO 1938-1:2022					
К-ПР _{сер.}	К-НЕ _{сер.}			К-И _{сер.}	
Розмір блоку для настроювання	Розмір кінцевих мір				
	1-а	2-а	3-а	4-а	5-а
К-ПР _{сер.}					
К-НЕ _{сер.}					
К-И _{сер.}					

Лабораторна робота № 5

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ РІЗЬБ

Мета роботи:

- вивчити методи та засоби контролю параметрів різьбових з'єднань.
- засвоїти методику вимірювання різьби.
- перевірити відповідність основних параметрів різьби вимогам кресленика.

Матеріальне забезпечення:

- мікрометр різьбовий МВМ 0...25;
- мікрометр гладкий МК 0...25;
- мікроскоп малий інструментальний ММИ; довгомір вертикальний;
- стійка СТ;
- шаблон-різьбомір;
- дротики для контролю різьби;
- деталь з різьбовою поверхнею;
- креслення деталі.

1. Основні параметри різьби

Побудова різьби ґрунтується на принципі гвинтової лінії. Гвинтова лінія утворюється в результаті одночасного здійснення двох рухів обертального та поступального. Якщо до поверхні циліндра, що рівномірно обертається на верстаті, врізатись на деяку глибину різцем і рівномірно переміщувати його вздовж осі циліндра, то на поверхні цього циліндра утвориться гвинтова лінія.

В даному прикладі відстань, на яку переміщується різець за один повний оберт циліндра, називається **кроком гвинтової лінії**, а відрізок гвинтової лінії,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

нарізаний різцем на поверхні циліндра за один його повний оберт, – **ходом гвинтової лінії**.

Отже, **кроком гвинтової лінії** називається відстань між двома точками, виміряна по твірній циліндра, на якому позначена лінія.

Ходом гвинтової лінії називається її відрізок, розміщений між двома точками однієї й тієї ж твірної циліндра.

Кут, розміщений між перпендикулярною до осі циліндра площиною та напрямком гвинтової лінії, називається **кутом піднімання гвинтової лінії** (позначається, як правило, ψ).

Якщо на видимій стороні циліндра при вертикальному його положенні гвинтова лінія піднімається зліва направо, то її називають **правою** гвинтовою лінією, якщо ж вона піднімається справа наліво – **лівою**.

В залежності від форми твірної фігури всі різьби поділяються на **трикутні, прямокутні, трапецеїдальні, упорні та круглі**.

Різьба буває **однозахідна, двозахідна та багатозахідна**. Двозахідну різьбу можна одержати, якщо крок гвинтової лінії поділити навпіл, і між витками першої лінії нанести другу лінію, паралельну до першої. При тризахідній різьбі крок ділиться на три частини і паралельно розміщуються три витки різьби. Число заходів гвинта збільшується у тих випадках, коли потрібно надати гвинтовій парі (гвинту та гайці) достатньої міцності при великому кроку різьби.

Різьбові гвинти поділяються на дві основні групи – **кріпильні та вантажні**. Для кріпильних гвинтових виробів застосовують виключно трикутну різьбу, а для вантажних – прямокутну, трапецеїдальну та упорну різьби, у яких тертя між гвинтом та гайкою менше.

Кріпильна різьба буває трьох систем: **метрична, трубна та дюймова**. Остання при проектуванні та побудові нових машин не застосовується, але є в машинах старого типу і машинах іноземних марок.

З цього випливає що, **крок** або **хід гвинта** – це відстань, на яку пересунеться гвинт в гайці в осьовому напрямі за один повний оберт, а **крок** різьби – це відстань між двома однойменними точками сусідніх витків.

Метрична різьба має кут при вершині $\alpha = 60^\circ$. Вершини виступів та западин плоско зрізані, щоб уникнути заклинювання при нагвинчуванні гайки. Елементи метричної різьби даються в міліметрах.

Дюймова різьба відрізняється від метричної тим, що кут при вершині $\alpha = 55^\circ$ і елементи різьби даються в дюймах. Замість кроку, в дюймовій різьбі вказується число ниток (витків) на дюйм.

Трубна різьба може бути з плоскими вершинами та із заокругленими вершинами. Профіль трубної різьби такий же, як і у дюймової, але вона дрібніша, що потрібно для уникнення послаблення труб. Трубна різьба забезпечує високу щільність з'єднання, бо зазори, що мають місце в кріпильній різьбі, тут виключені.

Найбільше розповсюдження на практиці отримали метричні різьби.

ДСТУ ISO 262:2005 встановлює наступні основні параметри метричної різьби (рис. 5.1).

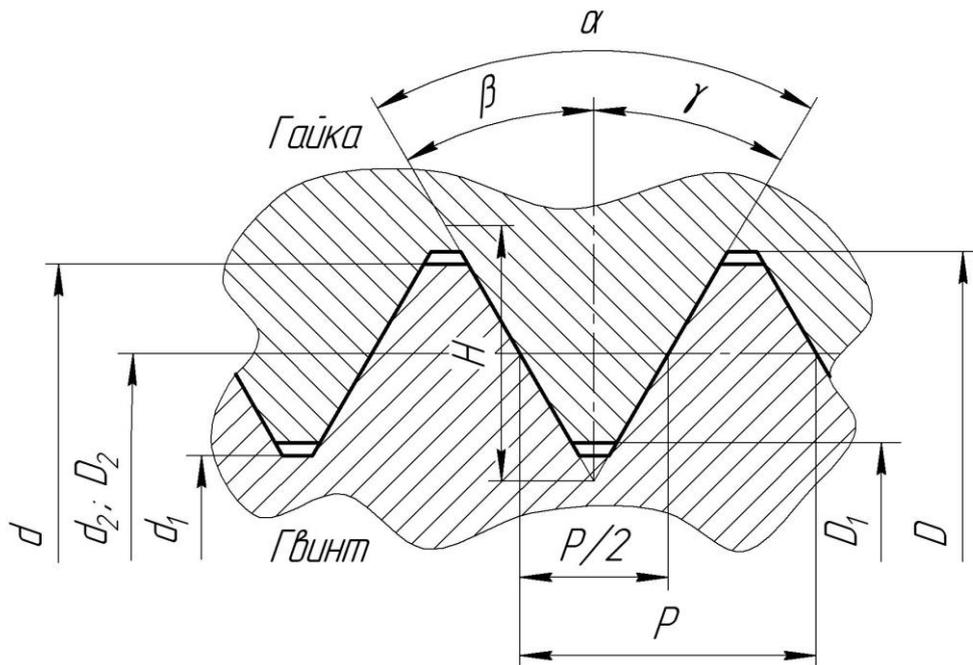


Рис. 5.1. Основні параметри метричної різьби

- d – зовнішній діаметр зовнішньої різьби (болта);
 D – зовнішній діаметр внутрішньої різьби (гайки);
 d_1 – внутрішній діаметр болта;
 D_1 – внутрішній діаметр гайки;
 d_2 – середній діаметр болта;
 D_2 – середній діаметр гайки;
 d_3 – внутрішній діаметр болта по дну вкладиша;
 H – висота вихідного трикутника;
 α – кут профілю різьби;
 P – крок гвинта.

2. Методи та засоби контролю параметрів різьби

Контроль різьбових деталей виконують комплексним та диференційованим методами, причому циліндричні різьбові деталі слід контролювати, в основному, комплексним методом.

При комплексному методі контролю контролюється середній діаметр, тому що па нього призначається комплексний допуск, який включає в себе допуск на суто середній діаметр та діаметральні компенсації відхилень кроку та половини кута профілю. При цьому вимірюють $d(D)$, $d_1(D_1)$, $d_2(D_2)$, P та $\alpha/2$ половину кута профілю. Від цих параметрів перш за все залежить точність виготовлення різьб та їх взаємозамінність. При комплексному методі для контролю слід користуватися різьбовими калібрами-кільцями, скобами та пробками. Ця методика контролю проста і використовується як в масовому, так і в індивідуальному виробництві.

При диференціальному методі найбільш просто можливо виміряти d та D за допомогою штангенциркуля або гладкого мікрометра; d_2 та D_2 нерідко вимірюють різьбовим мікрометром або за допомогою трьох каліброваних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
----------------------------	---	---

дротиків; всі п'ять основних параметрів різьби зручно вимірювати на інструментальному мікроскопі абсолютним методом.

3. Послідовність контролю параметрів різьби

Вимірювання середнього діаметру зовнішньої різьби d_2 .

В лабораторній роботі вимірювання d_2 виконується такими способами:

- 1 – різьбовим мікрометром МВМ 0–25;
- 2, 3 – за допомогою трьох каліброваних дротиків гладким мікрометром МК–25 та на довгомірі ИЗВ;
- 4 – на малому інструментальному мікроскопі ММИ.

Перший спосіб застосовується для контролю елементів різьби грубого класу. При цьому похибка вимірювань може складати 0,1...0,2 мм.

Різьбовий мікрометр МВМ 0–25 (рис. 5.3, а) конструктивно відрізняється від гладкого тим, що торці мікрогвинта та п'ятки мають отвори, в які вставляються спеціальні вставки. Призматична (сідловидна) вставка (рис. 5.3, 1, б) вставляється в отвір п'ятки, а конічна (рис. 5.3, 2, 3, б) в отвір мікрогвинта. Розмір вставок визначається кроком вимірюваної різьби. Інтервал кроків вимірюваних різьб маркується на вставках. При цьому перевірка нульового установлювання для різьбових мікрометрів аналогічна перевірці гладких мікрометрів. Установча міра представлена на рис. 5.3, в.

Послідовність вимірювання d_2 за допомогою різьбового мікрометра МВМ наступна.

1. Попередньо вивчити довідникову карту на відповідному робочому місці.
2. Закріпити різьбовий мікрометр в стійці та перевірити установку нуля.
3. Визначити за креслеником деталі крок різьби, встановити відповідність кроку різьби деталі, вказаному на кресленні, за допомогою шаблона-крокоміра (рис. 5.2) або за значенням d у відповідності з ISO 261:1998.

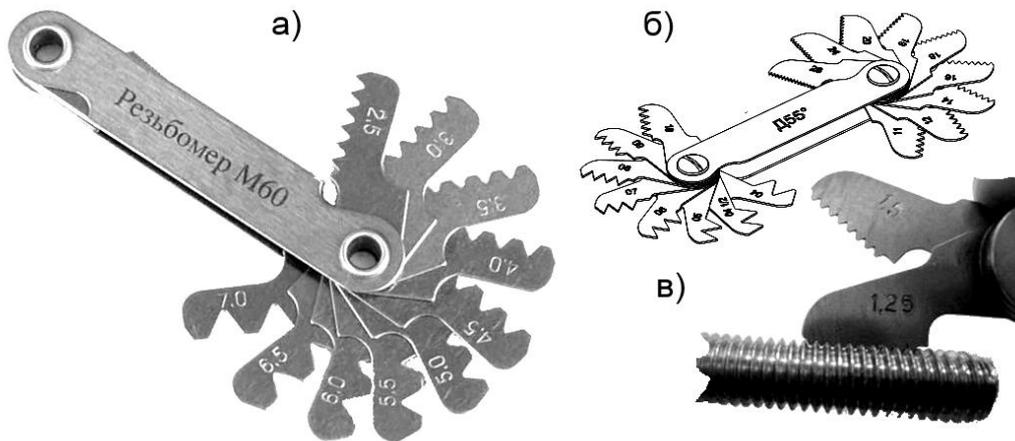


Рис. 5.2. Різьбомір

4. Вибрати згідно з кроком відповідну пару вставок та встановити їх у мікрометр МВМ.

5. Встановити мікрометр на різьбу.

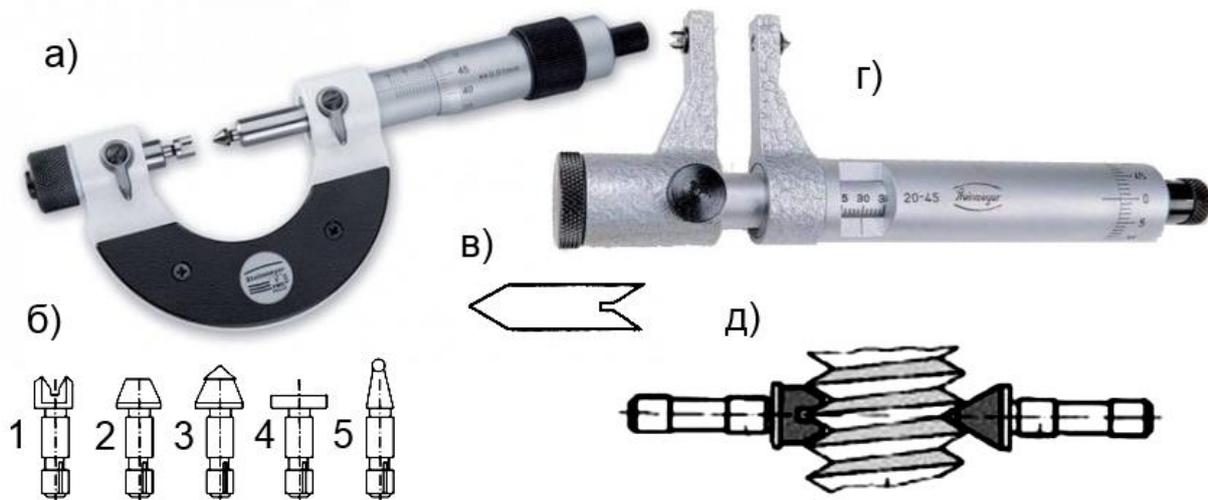


Рис. 5.3. Різьбовий мікрометр МВМ

6. Виміряти три нитки різьби по всій довжині згвинчування.

7. Згідно з ДСТУ ISO 262:2005 встановити граничні розміри середнього діаметру різьби d_{2max} та d_{2min} .

8. Порівняти дійсні розміри з граничними і зробити висновок щодо придатності різьби за середнім діаметром.

9. Результати вимірювань записати в таблицю звіту.

Другий спосіб – найбільш поширений та точний для визначення середнього діаметра d_2 зовнішньої різьби за допомогою спеціальних калібрів-дротиків, похибка яких вказана в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Деякі характеристики засобів вимірювання d_2

Засоби вимірювань	Діапазон вимірювальних діаметрів, мм	Похибка, мкм, для діаметрів, мм		
		1...18	18...50	50...100
Важільний мікрометр; дротики класу 1	1...50	±7	±7	–
Мікрометр класу 0, дротики класу 1	1...600	8...25	–	–
Мікрометр класу 1, дротики класу 1	1...600	11...30	–	–

Дротиками вимірюють середній діаметр непрямим шляхом. Суть методу полягає в тому, що у западини різьби закладають три калібровані дротики однакового номінального діаметру та контактним приладом визначають відстань між крайніми точками дротиків (рис. 5.5). Розміри дротиків за СТ СЭВ 242-95 для метричної різьби слід вибирати із табл. 5.2.

Середня калібрована частина дротиків виконується з відхиленнями, що не перевищують 1 мкм (рис. 5.4). Діаметри дротиків проставляються на прікріплених до дротиків бирках. Діаметр дротиків встановлюється так, що при вимірюванні дротик є дотичним до профілю різьби в тих точках, де ширина канавки дорівнює половині номінального кроку, тобто:

$$d = \frac{P}{2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}$$

Таблиця 5.2

Величини найвигідніших діаметрів дротиків в залежності від кроку

Крок різьби, мм	Найвигідніший діаметр дротиків, мм	Крок різьби, мм	Найвигідніший діаметр дротиків, мм
0,7	0,402	2,5	1,441
0,75	0,433	3,0	1,732
0,8	0,461	3,5	2,020
1,0	0,572	4,0	2,311
1,25	0,724	4,5	2,595
1,5	0,866	5,0	2,886
1,75	1,008	5,5	3,117
2,0	1,157	6,0	3,468

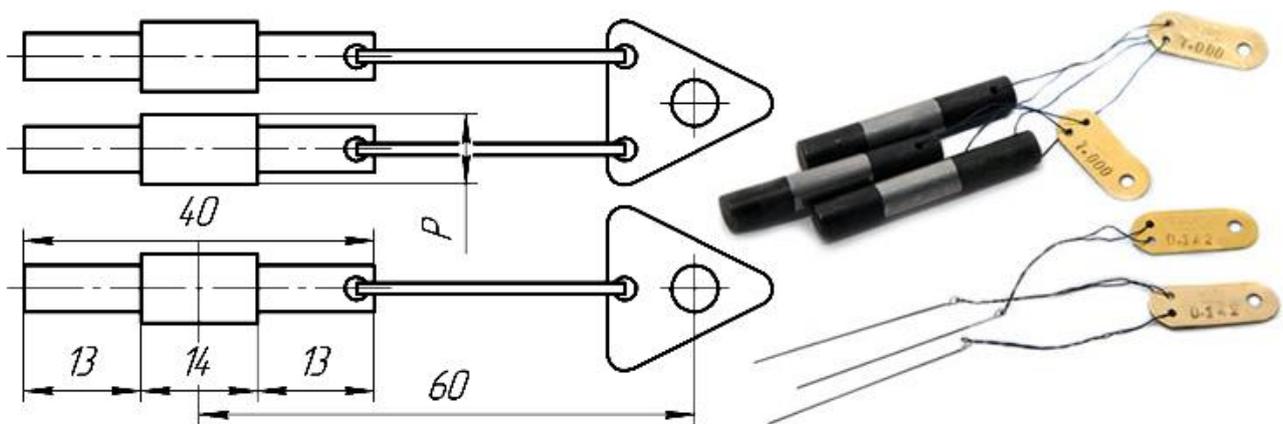


Рис. 5.4. Конструкція дротиків

Ця умова включає вплив похибок кута профілю на результати вимірювань.

Номінальні діаметри різьб вибирають із табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Номинальні розміри різьб

Крок P , мм	Діаметр різьби, мм		
	Зовнішній d	Середній d_2	Внутрішній d_1
2,0	20	18,701	17,835
	18	16,701	15,835
	16	14,701	13,835
	14	12,701	11,835
	12	11,026	10,376
1,5	10	9,188	8,647
	14	13,026	12,376
	16	15,026	14,376
	18	17,026	16,376
	20	19,026	18,376
1,25	12	11,188	10,647
	14	13,188	12,647

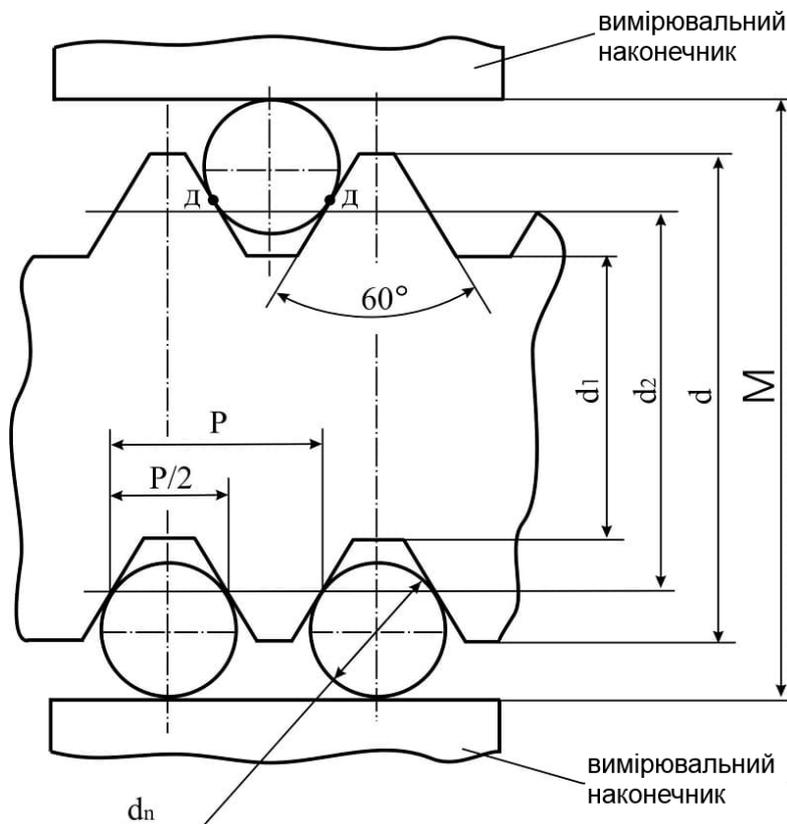


Рис. 5.5. Схема вимірювання параметрів різьби методом трьох дротиків

Середній діаметр різьби вираховується за формулами:

– для метричних різьб: $d_2 = M - 3 \cdot d_g + 0,866 \cdot P + C$;

– для дюймових різьб: $d_2 = M - 3,1657 \cdot d_g + 0,9 \cdot P + C$;

– для трапецеїдальних різьб: $d_2 = M - 4,8637 \cdot d_g + 1,866 \cdot P + C$,

де: C – поправка, що враховується при точних вимірах;

d_g – найвигідніший діаметр дротиків, мм (табл. 5.2).

Послідовність вимірювання d_2 за допомогою гладкого мікрометра МК 0–25 наступна.

1. Попередньо вивчити довідникову карту.
2. Встановити мікрометр 1 в стійку 2 та закріпити на ньому тримач 3 для дротиків. Закріпити дротики 4 на тримачі (рис. 5.6).

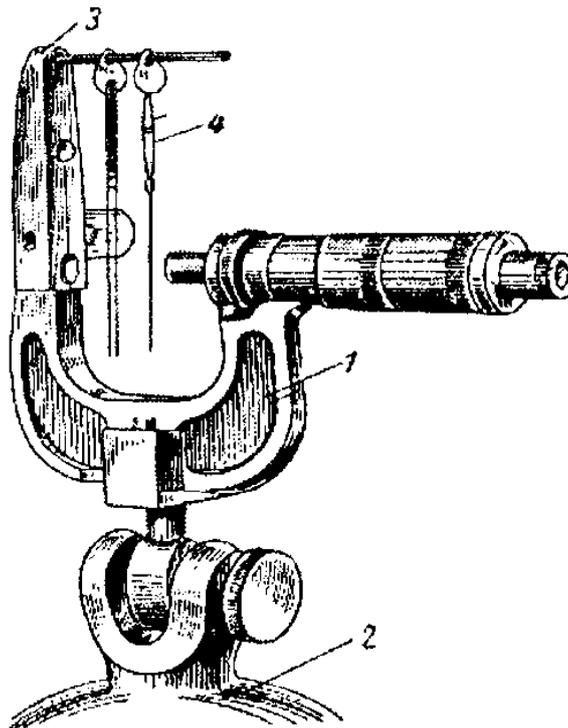


Рис. 5.6. Пристрій для вимірювання середнього діаметра різьби d_2

3. Перевірити встановлення нуля.
4. Визначити крок різьби за допомогою шаблона-крокоміра та підібрати дротики для вимірювання d_2 згідно з табл. 5.2.

5. Закласти дротики у різьбу вимірюваної деталі так, щоб один з них лежав у западині різьби з одного боку, а два інших – в сусідніх западинах різьби з протилежного її боку.

6. Виміряти розмір « M » в трьох місцях на довжині згвинчування.

7. Порахувати згідно формули значення дійсної величини d_2 .

8. Порівняти дійсні значення d_2 з граничними, встановити придатність різьби по d_2 .

9. Результати записати до таблиці звіту.

4. Порядок вимірювання параметрів різьби на ММИ (малому мікроскопі універсальному)

Третій спосіб вимірювання d_2 базується на використанні оптико-механічного приладу – малого мікроскопу інструментального (ММИ). Крім d_2 , на ММИ можливе вимірювання d_1 , d , P та $\alpha/2$.

ММИ має такі границі вимірювань:

- для лінійних розмірів в поздовжньому напрямку – 0...25 мм;
- для лінійних розмірів в поперечному напрямку – 0...25 мм;
- для кутових розмірів – 0...360°;
- ціна поділки шкали поздовжнього та поперечного барабану – 0,01 мм;
- точність відліку кутової шкали складає 1'.

1. Повторити правила роботи на електрообладнанні.

2. Вивчити на робочому місці довідникову карту щодо конструкції ММИ та методики виконання вимірів.

3. Встановити деталь в центрах, підключити прилад до електромережі, перевірити освітлення окулярів.

4. Виконати налаштування приладу на різкість переміщенням кронштейна по колоні (груба настройка) та тубусом об'єктива (точна настройка).

5. Виміряти зовнішній діаметр різьби d . Для цього потрібно за допомогою поперечного мікрогвинта сумістити одну із твірних зовнішнього діаметру з горизонтальною лінією сітки окулярної головки. Записати перший показ шкали мікрогвинта (відлік 1, рис. 5.7). Обертаючи поперечний мікрогвинт, перевести зображення деталі до співпадиння протилежної твірної різьби з горизонтальною лінією сітки. При цьому записати другий показ шкали мікрогвинта (відлік 2). Визначити d як різницю першого та другого відліків.

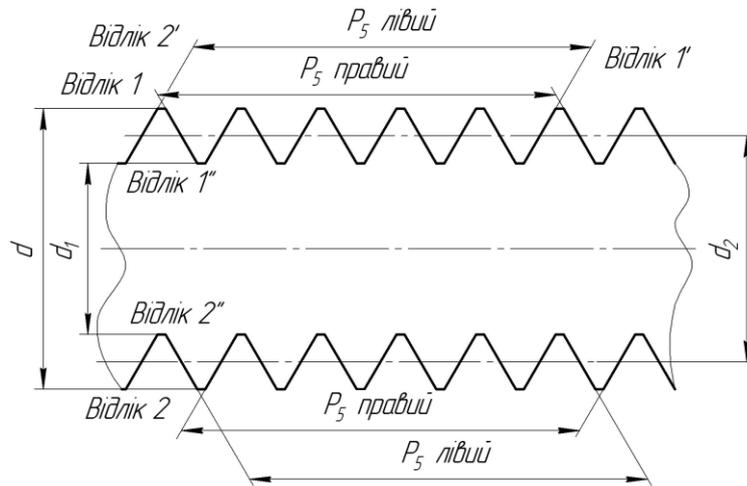


Рис. 5.7. Схема вимірювання d_1 , d , P різьби

Загальний вид мікрогвинта поданий на рис. 5.8 б, де 1 – міліметрова шкала тубуса, 2 – мікрошкала барабанчика.

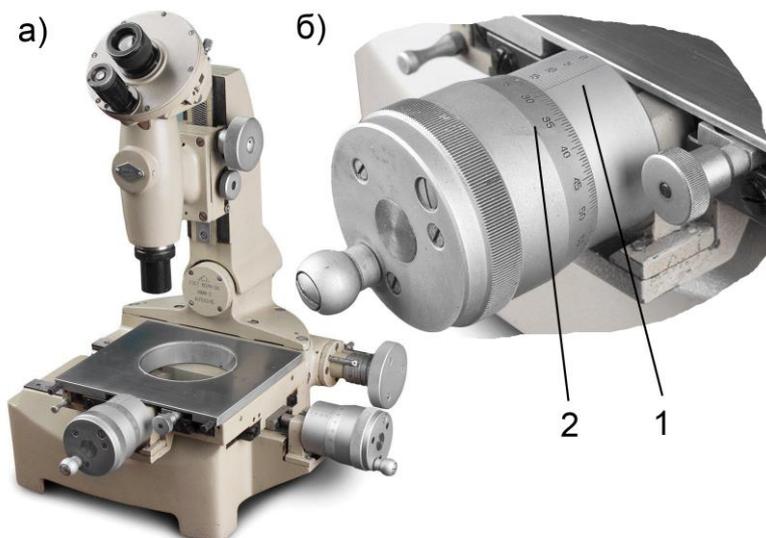


Рис. 5.8. Загальний вид ММІ

6. Аналогічно визначити внутрішній діаметр різьби. (Відлік 1" – Відлік 2").

7. Виміряти крок різьби P . Для цього слід за допомогою мікрогвинта столика та маховичка лімба кутомірної головки сумістити одну із нахилених ліній сітки з однією із сторін профілю різьби (рис. 5.9). При цьому записати покази шкали поздовжнього гвинта (відлік 1'). Поздовжнім мікрогвинтом перемістити вимірюваний профіль різьби на 5 витків вздовж осі та сумістити ту ж лінію сітки з однойменною стороною профілю різьби. Зробити другий відлік – 2'. Визначити дійсний розмір 5 кроків різьби як різницю показів.

Виконати аналогічні виміри на протилежному боці профілю різьби. Результати занести до таблиці звіту.

8. Виміряти половину кута профілю різьби. Для цього за допомогою мікрогвинтів сумістити вершину кута профілю різьби із центром перехрестя окулярної головки (рис. 5.11, положення 1).

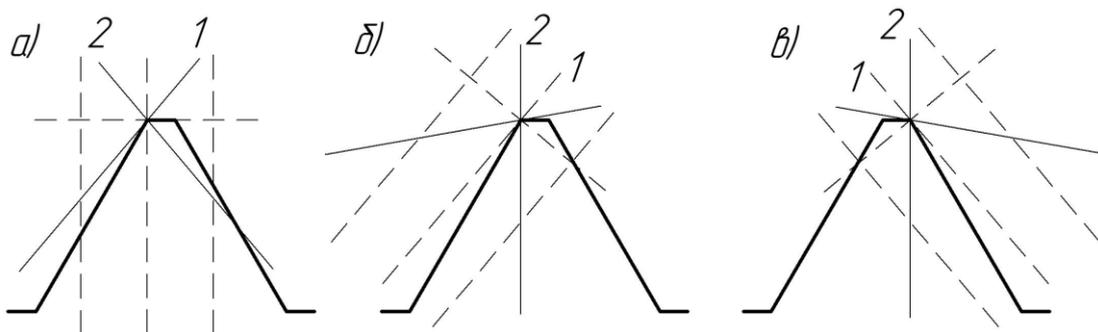


Рис. 5.9. Схема вимірювання $\alpha/2$ профілю різьби

На рис. 5.9 показано: а) вихідне положення; б) маховичок повернуто проти годинникової стрілки; в) маховичок повернуто за годинниковою стрілкою.

Обертаючи маховичок кутомірної головки за годинниковою стрілкою, сумістити вертикальну лінію перехрестя із стороною профілю (положення 2) та зняти покази кутомірної шкали, тобто $\alpha/2$ (I) (рис. 5.11, б). Аналогічно виконати виміри для $\alpha/2$ (III) (рис. 5.11, в) та $\alpha/2$ (II), $\alpha/2$ (IV) на протилежному боці різьби.

Визначити розмір половини кутів по правій та лівій сторонах профілю:

$$\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}} = \frac{\frac{\alpha}{2}(III) + \frac{\alpha}{2}(IV)}{2};$$

$$\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}} = \frac{\frac{\alpha}{2}(I) + \frac{\alpha}{2}(II)}{2};$$

Розміри $\alpha/2$ визначають в градусах і хвилинах за шкалою кутів (рис. 5.10). В полі зору знаходиться нерухома шкала з нанесеними 60 поділками. Відстань між сусідніми поділками – 1'.

Градусна шкала – рухома, градуси позначені великими цифрами і довгими рисками. Кут складає стільки градусів, скільки позначено над великою рисою, що знаходиться в межах нерухомої шкали, і стільки хвилин, скільки відсікається цією рисою на нерухомій шкалі від нуля.

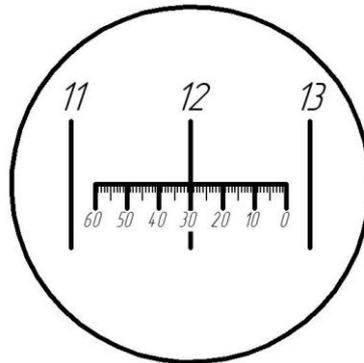


Рис. 5.10. Будова шкали ММІ

Визначити відхилення правої та лівої сторін кута профілю:

$$\Delta\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}} = \left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{ном}} - \left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}};$$

$$\Delta\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}} = \left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{ном}} - \left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}}.$$

Визначити сумарне відхилення половини кута профілю:

$$\Delta\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\left|\Delta\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}}\right| + \left|\Delta\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}}\right|}{2}.$$

Результати вимірювань записати до таблиці звіту.

9. Визначити придатність різьби за середнім приведеним діаметром d_2 (рис. 5.13):

$$d_{2min} \leq d_{2\text{вимір}} \leq d_{2max};$$

$$d_{2min} \leq d_{2\text{прив}} \leq d_{2max};$$

де: $d_{2\text{прив}} = d_{2\text{вимір}} + (f_p + f_a) \cdot 0,001 \text{ мм}$

f_p – діаметральна компенсація похибок кроку різьби;

для метричної різьби $f_p = 1,732 \cdot \delta P$ (мм);

δP – похибка кроку;

f_a – діаметральна компенсація похибок половини кута профілю;

для метричної різьби

$$f_a = 0,36 \cdot P \cdot \Delta \left(\frac{\alpha}{2} \right), \text{ мкм};$$

P – крок різьби, мм;

$\Delta \left(\frac{\alpha}{2} \right)$ – похибка кута, хвилини.

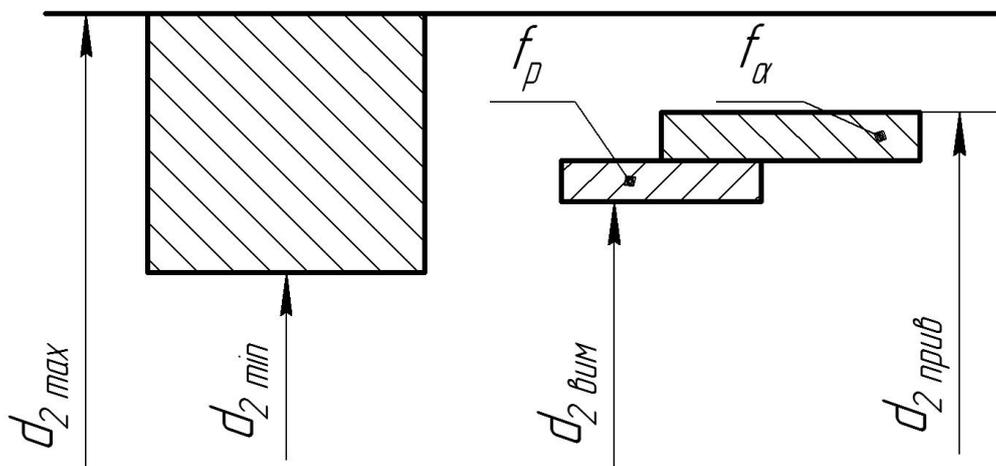


Рис. 5.11. Схема визначення придатності різьби

10. Намалювати схему придатності різьби по d_2 приведенному (див. приклад рис. 5.13).

11. Результати всіх вимірювань і підрахунків занести до таблиці звіту.

Лабораторна робота №5		Контроль параметрів різьби					
Характеристика використаних засобів вимірювання	Назва та тип	Ціна поділки			Границі вимірювань		Примітка
	мікрометр МВМ						
	дротики						
	мікрометр МК						
	довгомір						
Параметр	Засіб вимірювання	Результати вимірювання параметрів різьби					
		Дійсні розміри при вимірюванні			Граничні розміри		Висновок про придатність
1-м	2-м	3-м	згідно з ДСТУ ISO 965-1:2005				
			найбільші	найменші			
$d =$	МК						
$d =$	ММІ						
$d_1 =$	ММІ						
$d_2 =$	МВМ						
$d_2 =$	з дрот. та МК						
Вимірювання кроку різьби							
Результати	З лівого боку	З правого боку	Схема вимірювання кроку різьби				
1-й відлік							
2-й відлік							
середній розмір, 5 кроків							
номінальний розмір, 5 кроків			Розрахунок діаметральної компенсації				
похибка, 5 кроків							

Вимірювання кута профілю			
Результати вимірювань		Схема вимірювання половини кута	
з лівого боку	з правого боку		
середнє значення			
Похибка половини кута профілю		Розрахунок діаметральної компенсації	
середня похибка			
Розрахунок приведеного середнього діаметра		Схема полів допусків d_2 та $d_{2\text{прив}}$	
Висновок про придатність різби за приведеним середнім діаметром			

ЛІТЕРАТУРА

1. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2004. – 796 с.
2. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 1: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, С.В. Майданюк, Н.В. Мініцька, В.А. Пасічник, О.А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 164 с.
3. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 2: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, С.В. Майданюк, Н.В. Мініцька, В.А. Пасічник, О.А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 188 с.
4. Якимчук Г.К., Кирилюк Ю.Є., Саранча Г.А. Взаємозамінність, стандартизація метрологія та технічні вимірювання: Підручник / За ред. Г.К.Якимчук. – К.: “Основа”, 2016. – 560 с.
5. Якимчук Г.К., Адаменко Ю.І., Плівак О.А. Допуски і посадки: Довідник. – Частина 1. – К.: Основа, 2011. – 96 с.
6. Якимчук Г.К. та ін. Допуски і посадки: Довідник. – Частина II. / Якимчук Г.К., Адаменко Ю.І., Майданюк С.В., Плівак О.А. – К.: Основа, 2012. – 96 с.
7. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підруч. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.
8. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова, В. С. Шебаніна і І. М. Бендери. – Миколаїв, 2014. – 576 с.

9. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання (2-е видання доповнене і перероблене): Підручник / За ред. Сірого І.С. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 353 с.

10. Набродов В.З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / В.З. Набродов. – Київ: Літера ЛТД, 2019. – 224 с.

11. Raghavendra, N. V.; Krishnamurthy, L. Engineering metrology and measurements. Oxford, UK:: Oxford University Press, 2013.

12. Gayler, J.F.W. and C.R. Shotbolt, Metrology for Engineers, 5th edition, English Language Weinheim Book Society / Cassell, Cassell Publishers Ltd, London, 1990.

13. Gupta, I.C., A Textbook of Engineering Metrology, 7th edition, Dhanpat Rai and Co. Pvt Ltd, New Delhi, 2012.

СПИСОК НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

14. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013. Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів. – Чинний від: 01.09.2014.

15. ДСТУ EN ISO 286-1:2022 (EN ISO 286-1:2010, IDT; ISO 286-1:2010, IDT). Геометричні специфікації виробу (GPS). Система кодів ISO для допусків на лінійні розміри. Частина 1. Основи допусків, відхилень і посадок. – Чинний від: 31.12.2023.

16. ДСТУ EN ISO 286-2:2022 (EN ISO 286-2:2010, IDT; ISO 286-2:2010, IDT). Геометричні специфікації виробу (GPS). Система кодів ISO для допусків на лінійні розміри. Частина 2. Таблиці стандартних класів допусків і граничних відхилень для отворів і валів. – Чинний від: 31.12.2023.

17. ДСТУ ГОСТ 2.308:2013. Єдина система конструкторської документації. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь. – Чинний від: 01.09.2014.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/G9.00.1/ G11.01.00.1/Б/ОК 15-2025
------------------------------------	---	---

18. ДСТУ 2498-94. Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення. – Чинний від: 01.07.1995.

19. ДСТУ ISO 5458-2001. Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Встановлення геометричних допусків. Позиційні допуски. – Чинний від: 01.01.2003.

20. ДСТУ EN ISO 1101:2018 (EN ISO 1101:2017, IDT; ISO 1101:2017, IDT). Технічні вимоги до геометричних характеристик продукції (GPS). Визначення геометричних допусків. Допуски форми, орієнтації, розташування та биття. – Чинний від: 01.01.2019.

21. ДСТУ EN ISO 1938-1:2022 (EN ISO 1938-1:2015, IDT; ISO 1938-1:2015, IDT). Геометричні специфікації виробу (GPS). Обладнання для вимірювання розмірів. Частина 1. Гладкі граничні калібри лінійних розмірів. – Чинний від: 31.12.2023.

22. ДСТУ ISO 261:2005. Нарізі метричні ISO загальної призначеності. Загальні положення. – Чинний від: 01.01.2008.

23. ДСТУ ISO 965-1:2005. Нарізі метричні ISO загального призначення. Допуски. Частина 1. Основні характеристики. – Чинний від: 01.10.2007.

24. ДСТУ ISO 965-2:2005. Нарізі метричні ISO загального призначення. Допуски. Частина 2. Граничні розміри зовнішніх і внутрішніх нарізей. Середній клас точності. – Чинний від: 01.10.2007.

25. ДСТУ ISO 965-3:2005. Нарізі метричні ISO загальної призначеності. Допуски. Частина 3. Відхили. – Чинний від: 01.07.2007.

26. ДСТУ ISO 262:2005. Нарізі метричні ISO загальної призначеності. Вибір розмірів для гвинтів, болтів та гайок. – Чинний від: 01.01.2008.

27. ДСТУ 2497-94. Основні норми взаємозамінності. Різьба і різьбові з'єднання. Терміни та визначення. – Чинний від: 01.07.1995.

Додаток 1. Титульний лист. Звіт з лабораторних робіт

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії

**Звіт з лабораторних робіт
«Метрологія та стандартизація»**

МІ 274.00.1/Б ЛР 000

(де: 000 – останні три цифри номеру залікової книжки)

Виконав:

Перевірив:

Житомир – 2024

Мельник Олександр Леонідович
Отаманський Валентин Владиславович

Метрологія та стандартизація

Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт

Автор	<i>О.Л. Мельник В.В. Отаманський</i>
Редактор	<i>В.В. Отаманський</i>
Технічне редагування	<i>О.Л. Мельник</i>
Комп'ютерний набір та верстка	<i>В.В. Отаманський</i>
Макетування	<i>В.В. Отаманський</i>

Підписано до друку формат 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Умовн. друк. арк.
Електронне видання

Редакційно-видавничий відділ державного університету
«Житомирська політехніка»
Адреса: «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005