

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №6
«Дослідження методів технічного вимірювання величини зносу та
ступеню деформації зразків і деталей, їх розмірів за допомогою
мікрометрів» з дисципліни «Історія технологій та основи наукової
діяльності» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» усіх
форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 6 «Дослідження методів технічного вимірювання величини зносу та ступеню деформації зразків і деталей, їх розмірів за допомогою мікрометрів» з дисципліни «Історія технологій та основи наукової діяльності» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: О.Є. Капустян. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2026. – 18 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол № 5 від 26.11.2025

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол № 4 від 17.12.2025

ЗМІСТ

1 Мета роботи	4
2 Загальні відомості.....	5
2.1. Види та методи вимірювань	9
3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи	13
4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання	14
5 Вказівки з техніки безпеки	15
6 Порядок проведення лабораторної роботи	16
7 Зміст звіту.....	17
Перелік джерел посилання.....	18

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитись з будовою мікрометра; отримати практичні навички оцінки точності мікрометра; набути навичок вимірювання мікрометричним інструментом.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При виконанні експериментальних досліджень часто виникає необхідність проводити виміри розмірів зразків, деталей з високою точністю [1]. Наприклад, необхідно визначати лінійний знос зразків, які випробовуються за стандартною методикою на установці Х4-Б або необхідно оцінювати зміну розмірів деталей при зміцненні їх робочих поверхонь шляхом накатування, твердого точіння та інше. Для отримання значень лінійних розмірів з високою точністю призначені мікрометри. На відміну від інших ручних засобів вимірювань, наприклад штангенциркулів, вони дозволяють отримувати дані з точністю від сотих до тисячних часток міліметра, тобто до мікрон.

Мікрометри випускають декількох типів в залежності від призначення:

- гладкі — призначені для того, щоб вимірювати зовнішні розміри; позначаються МК;

- листові — для проведення замірів товщини листових матеріалів, конструкція відрізняється наявністю циферблата; мають позначення МЛ; окремо виділяється інструмент для вимірювання товщини дроту, його позначення МП;

- трубні — служать для того, щоб виміряти товщину труб, і позначаються МТ;

- головки — потрібні для вимірювання переміщення; позначаються МГ.

Найбільш поширені так звані гладкі мікрометри.

За конструкцією мікрометри поділяються на механічні, важільні, цифрові. Їх особливості та можливості наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Особливості механічних, важільних і цифрових мікрометрів

Назва	Особливості
Механічні (МК) 	Цей інструмент максимально наближений до класичного пристрою мікрометра. В основі лежить гвинтова пара, а вимірювальні поверхні п'яти і шпинделя відполіровані до дзеркального блиску, що забезпечує щільне зіткнення з деталлю і дозволяє отримати точні виміри. Результат вимірювань потрібно дивитися на шкалі насічок: з ціною поділки в 0,5 або 1 мм на «стеблі» мікрометра і зазвичай в 0,01 мм - на барабані.
Важільний (МВ) 	На відміну від звичайного мікрометра, цей має рухливу п'яту, яка при переміщенні уздовж осі впливає на важіль. Це призводить в дію зубчастий механізм мікрометра, і поступальний рух перетворюється в обертальний. У конструкції передбачено механічне табло зі шкалою поділок і стрілкою – при достатньому зусиллі затиску деталі стрілка показує результат вимірювань з точністю до 0,01 мм.
Цифровий (МКЦ) 	На відміну від попередніх двох видів, такий мікрометр оснащений електронним цифровим табло, на яке виводяться значення вимірювань. Завдяки кнопковому управлінню, можна виставити значення на нуль одним натисканням, у деяких моделей передбачений вибір одиниць вимірювань між метричної та дюймової системою заходів. Вимірювання проводяться з точністю до 0,001 мм. Працюють такі пристрої на батарейках.

Приклади умовного позначення мікрометрів:

а) мікрометр гладкий з діапазоном вимірювання 0...25 мм 2-го класу точності: Мікрометр МК 25-2 ДСТУ EN ISO 3611:2022 [2];

б) головка мікрометрична з ноніусом з діапазоном вимірювання 0...50 мм: Мікрометр МГ Н50 ДСТУ EN ISO 3611:2022 [2];

в) мікрометр гладкий з електронним цифровим відліковим пристроєм з діапазоном вимірювання 50...75 мм: Мікрометр МК Ц75 ДСТУ EN ISO 3611:2022 [2];

г) мікрометр листовий з діапазоном вимірювання 0...10 мм: Мікрометр МЛ 10 ДСТУ EN ISO 3611:2022 [2].

Робочими характеристиками інструменту є наступні параметри: діапазон вимірювань, наприклад, 0...25, 75...100, 275...300 мм; крок мікрометричного гвинта, який може бути 0,5 або 1,0 мм; межа допустимої похибки, яка встановлюється для конкретного типу інструменту. Слід сказати також, що мікрометр по ДСТУ EN ISO 3611:2022 [2] повинен відноситись до 1-го або 2-го класу точності.

У конструкції гладкого мікрометру велике значення має скоба 1 (рис. 2.1). Її жорсткість повинна виключати найменші деформації – пряму причину помилки вимірювань. Мікрометричний гвинт 3 вкручується в гайку всередині пристрою – ця пара кріпиться всередині стебла 5. Стебло, в свою чергу, запресований всередину скоби разом з п'ятою 2. Прийнято вважати, що гвинт не повинен переміщатися всередині гайки на довжину більше 25 мм. Даний параметр пов'язаний з тим, що складно створити такий гвинт, у якого був би точний крок на ще більшій довжині. Це обумовлює і діапазон вимірювань: від 0 до 25, від 25 до 50 мм і т.д. Залежно від моделі п'ята може бути впресована в скобу або може бути змінною. У другому випадку це мікрометри з діапазоном вимірювань 500...600 мм або 700...800 мм. Коли проводяться вимірювання, деталь захоплюється торцевими поверхнями п'яти і гвинта. В цей же момент гвинт фіксується стопорним пристроєм 4, щоб налаштувати прилад і провести вимір.

До стебла кріпиться барабан 6 і корпус тріскачки 7. Тріскачку обертають, коли потрібно зблизити п'яту з гвинтом, щоб затиснути деталь. Якщо потрібно зробити зворотну дію і розвести гвинт і п'яту, обертання виробляється барабаном.

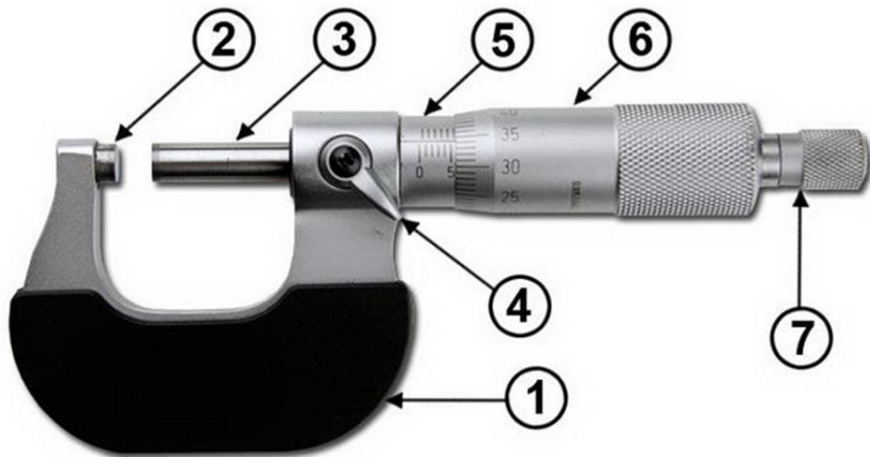


Рисунок 2.1 – Конструкція гладкого мікрометра

Тріскачка розташована на кінці рукоятки і дозволяє точно контролювати необхідний тиск на гвинт при проведенні вимірювань. Адже при зіткненні деталі зі шпинделем виникає зусилля і якщо воно буде надто сильним, то це може позначитися на точності вимірювань. Тріскачка дозволяє уникнути цього – її обертають до тих пір, поки шпиндель не стикнеться з деталлю настільки, щоб тиск не перевищило допустиме. Характерні клацання тріскачки говорять про те, що досягнуто правильне положення вимірювальних площин щодо шпинделя і п'яти і обертання слід припинити. Тріскачка присутня практично у всіх сучасних мікрометрів, модифікацій яких існує дуже багато, наприклад, трубні, дровові, листові, призматичні, канавочні і т.д.

У ряді моделей є еталон, за допомогою якого налаштовується строюється і перевіряється інструмент.

Крім того, у деяких моделей в комплекті йде еталонний вкладиш, наприклад, на 25 мм або 75 мм. Це мікрометри, діапазон вимірювань яких починається не з нуля, а зі значення, що відповідає цьому вкладишу. В такому випадку нульову позначку перевіряють по цій еталонній деталі. Приклад показано на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Інструмент з еталонним вкладишем

2.1 Види та методи вимірювань

Мікрометри відносяться до контактних засобів вимірювання [3], що здійснюють прямі вимірювання за методом безпосередньої оцінки. залежно від наявності чи відсутності контакту чутливого елемента засобу вимірювання з деталлю розрізняють контактні та безконтактні методи вимірювань. Залежно від форми поверхонь дотику розрізняють контакт:

- а) точковий (вимірювання мікрометром діаметра кулі);
- б) лінійний (вимірювання мікрометром діаметра циліндра);
- в) поверхневий (вимірювання мікрометром шпонки).

При безконтактному методі вимірювань відсутній дотик поверхні вимірювального виробу з поверхнями приладу. Наприклад, оптичні, акустичні, лазерні прилади.

Пряме – це вимірювання однієї величини, значення якої знаходять безпосередньо без перетворення її роду та використання відомих залежностей. Значення величини, що вимірюється, зчитують безпосередньо з відлікового пристрою засобу вимірювань. Окрім прямого вимірювання розрізняють також вимірювання опосередковане, сумісне та сукупне [3].

Опосередковане – це непряме вимірювання однієї величини з перетворенням її роду чи обчисленням за результатами вимірювань інших величин, з якими вимірювана величина пов'язана явною

функціональною залежністю.

Сумісне – це непряме вимірювання, в якому значення декількох одночасно вимірюваних різнорідних величин отримують розв'язанням рівнянь, які пов'язують їх з іншими величинами, що вимірюються прямо чи опосередковано. Метою сумісних вимірювань є знаходження функціональної залежності між величинами [3].

Сукупне – непряме вимірювання, в якому значення декількох одночасно вимірюваних однорідних величин отримують розв'язанням рівнянь, що пов'язують різні сполучення цих величин, які вимірюються прямо чи опосередковано. За способом отримання значень вимірюваної величини розрізняють метод безпосередньої оцінки та метод порівняння з мірою.

Метод безпосередньої оцінки – це метод вимірювання, за якого значення величини визначають безпосередньо за відліковим пристроєм вимірювального приладу прямої дії. Наприклад, вимірювання мікрометром.

Метод порівняння з мірою – вимірювану величину порівнюють з величиною, відтвореною мірою. Наприклад, прилад встановлюють на нуль за блоком кінцевих мір довжини, а результати отримують за відхиленням стрілки індикатора від нуля, тобто вимірювана величина порівнюється з розміром блоку кінцевих мір.

Перш ніж проводити вимірювання необхідно встановити нульову позначку. Це знадобиться як на початку робіт, припустимо, для перевірки точності пристрою, так і в процесі експлуатації, наприклад, якщо ви припустили, що настройки збилися.

Вимірювальні поверхні потрібно протерти. На них не повинно бути бруду та пилу. Викриття барабан з гвинтом – відокремте його від стебла мікрометра. Циліндр барабана поки не закріплений і знаходиться у вільному обертанні. Він стає нерухомим, коли його фіксує гайка з тріскачкою. Гайкою обертаємо гвинт до тих пір, поки губки не зімкнулі. Тріскачкою до клацання підтягуємо гвинт, щоб зафіксувати вимірювальні поверхні. Барабан обертають, поки нульова точка на його шкалі не співпаде з еталонною рисою на стеблі. Це і є нульове положення. При виставленні нуля дивіться на шкалу під прямим кутом і краще з боку барабана. Поділу повинні співпасти точно. Якщо дивитися зверху чи знизу, візуально можна помилитися з ризиками і отримати невірне нульове положення.

Коли поділki суміщені правильно, потрібно їх зафіксувати. Тут

важливо пам'ятати, що в процесі вимірювання, мікрометр тримають за циліндр і акуратно підтягують гайку. Ні в якому разі непотрібно триматися за скобу, інакше налаштування може збитися.

Порядок проведення вимірювань наступний:

- розміщуємо деталь між вимірювальними поверхнями. Для цього шляхом обертання барабана даємо хід гвинту – розкриваємо мікрометр для вимірювання;

- затискаємо деталь, обертаючи гайку тріскачки. Як тільки ви почуєте клацання, обертання потрібно припинити;

- дивимося значення. Розмір обчислюється так: до значень на горизонтальній шкалі додаються значення на вертикальній шкалі.

Розглянемо приклад на рисунку 2.3. Спочатку вважаємо цілі значення на горизонтальній шкалі – від нуля виходить 4 поділу. Потім дивимося на соті – відмітка після чотирьох поділів на 0,5 мм чітко збіглася з початком барабана. Значить, за горизонтальною шкалою виходить 4,5 мм. Залишок сотих обчислюємо по вертикальній шкалі. У нашому прикладі з еталонною рисою співпало 2 ділення (що дорівнює 0,02 мм). Значить, товщина деталі складатиме 4,52 мм. Якщо мітку на горизонтальній шкалі в півміліметра не видно, треба відразу дивитися на значення вертикальної шкали.



Рисунок 2.3 – Приклад обчислення показань мікрометра

Оскільки вимірювання, отримані за допомогою мікрометра, дуже точні і проводяться до сотих часток міліметра, на точність

приладу впливають зовнішні фактори. Один з головних параметрів – температура в кімнаті, яка повинна відповідати ДСТУ EN ISO 3611:2022 [2]. У таблиці 2.2 вказані допустимі температурні відхилення, при яких дозволено здійснювати вимірювання.

Таблиця 2.2 – Допустимі температурні відхилення

Найбільше значення вимірювань мікрометра, мм	Дозволені розбіжності від температури 20°C	
	Мікрометр	Установчі заходи
Менше 150	±4	±3
От 150 до 500	±3	±2
От 500 до 1600	±2	±1

Крім того, всі інструменти і вимірювальні прилади повинні пробути в кімнаті, де буде проходити перевірка, 1 годину або більше, для того, щоб матеріал, з якого вони виготовлені, адаптувався до температури в кімнаті.

Діапазон вимірювань. Від цього параметра залежить те, які за розмірами деталі Ви зможете помістити між шпинделем і п'ятою і, отже, зробити вимір. У різних моделей діапазон може бути, наприклад, в межах від 0 до 25 мм або від 100 до 125 мм.

Точність вимірювань залежить від кроку різьби мікрометричного гвинта. Крок різьби дорівнює ціні поділів на «стеблі». Точність вимірювань (або як ще кажуть - величина відліку) буде дорівнювати значенню, отриманому при розподілі значення кроку різьби на кількість поділок шкали барабана. Наприклад, якщо крок різьби становить 0,5 мм, а кількість насічок на круговій шкалі дорівнює 50, то за допомогою такого мікрометра можна отримувати дані з точністю до 0,01 мм. Більш точними є моделі з показником величини відліку в 0,001 мм.

При роботі в різних температурних умовах і при вимірюванні деталей, або зразків різних розмірів допустимі відхилення від зазначеного показника. Значення похибки встановлюється на заводі виробником, коли здійснюється перевірка мікрометрів (повинен додаватися підтверджуючий документ) [4]. У різних виробів значення відхилення може становити від 0,002 мм до 0,03 мм (в залежності від виду і моделі). Якщо ж похибка мікрометра перевищує це значення, необхідно зробити калібрування.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. В яких випадках необхідна висока точність вимірювання розмірів зразків або деталей, що може бути забезпечена за допомогою мікрометрів?
2. З якою точністю можливо вимірювати розміри зразків або деталей за допомогою мікрометрів?
3. Мікрометри яких типів випускаються промисловістю?
4. Які мікрометри найбільш поширені?
5. На які види поділяються мікрометри?
6. Що лежить в основі пристрою механічних мікрометрів?
7. Чим відрізняється важільний мікрометр від звичайного механічного?
8. Чим відрізняється цифровий мікрометр від механічного і важільного?
9. З якою точністю проводиться вимірювання цифровим мікрометром?
10. Які параметри є робочими характеристиками мікрометрів?
11. Що таке клас точності?
12. До якого класу точності повинні відноситись мікрометри?
13. Яка основна вимога до властивостей скоби гладкого мікрометра і чому?
14. Поясніть конструкцію гладкого мікрометра.
15. До яких мікрометрів потрібен еталонний вкладиш?
16. Наведіть порядок проведення вимірювань.
17. Які зовнішні фактори впливають на точність мікрометрів?
18. Від яких елементів конструкції мікрометрів залежить їх точність?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Зразки і деталі різних розмірів і конструкцій в якості об'єкту для вимірювання.

2. Мікрометри.

3 Термометр.

4.Кінцеві міри.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До практичної робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.

2. Забороняється вмикати електричні прилади які знаходяться в лабораторії.

3. У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Підготувати зразки для проведення вимірів.
2. Підготувати інструмент для проведення вимірів відповідно до рекомендацій даних методичних вказівок.
3. Провести виміри розмірів деталей і зразків. Нанести розміри на креслення.
4. Провести виміри величини зносу деталей, побудувати епюри.
5. Скласти звіт.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Перелічити та описати конструкції мікрометрів і їх характеристики.
3. Навести опис методики замірів за допомогою мікрометрів.
4. Навести результати величини зносу зразків.
5. Висновки.

Перелік джерел посилання

1. ДСТУ 2870-94 Державна система забезпечення єдності
2. **ДСТУ EN ISO 3611:2022** Геометричні специфікації виробу (GPS). Обладнання для вимірювання розмірів. Мікрометри для зовнішніх вимірювань. Конструкція та метрологічні характеристики.
3. ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення (ТВ).
4. ДСТУ 2682-94 Метрологічне забезпечення. Основні положення.