

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи
«Вимірювання лінійних розмірів деталей
штангенінструментом» з дисципліни
«Обладнання, оснащення та інструмент»
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»
всіх форм навчання

2021

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Вимірювання лінійних розмірів деталей штангенінструментом» з дисципліни «Обладнання, оснащення та інструмент» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання / Укл.: В.М. Сажнев , О.В. Алексеєнко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 12 с.

Укладач: В. М. Сажнев, доцент, канд. техн. наук.
О.В. Алексеєнко, стар .викл.

Рецензент: Є. М. Парахневич, доцент, канд. техн. наук.

Відповідальний за випуск: В. Г. Іванов, доцент, д. т. н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Машини і технологія
ливарного виробництва»
Протокол № 1
від «17»серпня 2021р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету
Протокол № 1
від «19»серпня 2021р.

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1 Вимірювання лінійних розмірів деталей штангенінструментом	4
1.1 Мета роботи	4
1.2 Загальні відомості	4
1.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи	11
1.4 Контрольні питання	11
1.5 Обладнання	11
1.6 Зміст роботи та звіту	11
1.7 Порядок виконання роботи	11
Рекомендована література	12

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ ШТАНГЕНІНСТРУМЕНТОМ

1.1 Мета роботи

Ознайомитись з приладами, які застосовуються для вимірювання лінійних розмірів, з методами визначення дійсних розмірів, систематичної похибки інструмента з урахуванням її у результатах вимірювання.

1.2 Загальні відомості

Метрологія - наука про одиниці, засоби та методи вимірювань. Під вимірюванням розуміють процес здобування та обробки інформації вимірюваної величини з метою знаходження числового значення цієї величини, вираженої в прийнятих одиницях.

Одиниці вимірювання - значена фізичної величини, прийнятої за основу рівняння для кількісної оцінки величин того ж роду (наприклад, метр - одиниця довжини і т.п.).

Метод вимірювання характеризується застосованими засобами вимірювання і прийомами їх використання.

В залежності від метода визначення дійсного значення величини, що вимірюється, існують різні методи вимірювання, прямі вимірювання, коли кількісна оцінка вимірюваної величини проводиться безпосередньо по показу приладу, або по відхиленню розміру деталі від установочної міри, та непрямі вимірювання, коли кількісна оцінка вимірюємої величини проводиться непрямо по результатам прямих вимірювань величин, зв'язаних з вимірюваною відомими залежностями (наприклад, визначення конусності по результатам вимірювання діаметрів двох розрізів і по відстані між ними розрізами та ін.)

Прямі вимірювання підрозділяються на абсолютні (безпосередні), коли визначається значення всієї вимірюваної величини безпосередньо по показам вимірювального засоба (за допомогою штанген- і мікрометричних інструментів), та відносні (порівняльні) вимірювання, основані на порівнянні вимірюваної величини з відомим значенням міри (отиметром, мініметром, мікрокатором).

Розрізняють диференційований та комплексний методи вимірювання. Диференційований (по елементний) метод характеризується

незалежним вимірюванням кожного параметра виробу; окремо комплексний метод - вимірюванням такого параметру, дійсне значення котрого відображає похибки ряду інших параметрів виробу. Найбільш часто застосовується комплексний метод контролю, який дозволяє одночасно контролювати декілька параметрів порівнянням дійсного контура виробу з граничними (калібрами).

Засоби вимірювання:

Вимірювальні міри, інструменти і прилади по конструктивним ознакам підрозділяються на наступні основні групи:

- а) штрихові - масштабна лінійка;
- б) ноніусні - штангенциркуль, штангенрейсмус, штангенглибиномір;
- в) мікрометричні - мікрометричний глибиномір, мікрометр, мікрометричний нутромір (штихмас);
- г) механічно - шкальні - мініметр, мікрокатор;
- д) важільно - оптичні довжиномер, оптиметр;
- є) пневматичні;
- ж) електричні; та інші групи приладів.

Метрологічні показники вимірювальних засобів

Основні метрологічні показники:

- а) границі вимірювання приладу - найбільше та найменше значення величини, котрі можуть бути виміряні даним приладом;
- б) точність відрахунку - точність досягнута при виконанні відрахунку на даному приладі (дорівнює ціні поділки або її дробової частини);
- в) ціна поділки шкали прилада - величина відповідна найменшому поділу шкали;
- г) похибка показання прилада - різниця між показанням прилада і дійсним значенням вимірюваної величини;
- д) варіація (нестабільність показів) прилада - найбільша різниця між результатами окремих повторних вимірювань однієї й тієї ж величини в незмінних зовнішніх умовах.

Штангенінструмент

До штангенінструменту відносяться вимірювальні інструменти з лінійним ноніусом; штангенциркулі, штангенглибиноміри і штангенрейсмус.

Штангенциркуль служить для вимірювання зовнішніх та внутрішніх розмірів гладких виробів, а в деяких випадках для розмітки.

Штангенглибиномір використовується для вимірювання відстані між площами: глибини отвору, уступів і т.п.

Штангенрейсмус використовується, в основному для розміточних робіт та для вимірювання висоти деталі.

Штангенциркуль (рис.1.1.) складається з штанги 5, на кінці якої є нерухомі губки 1 і 6; рухомі губки 2 і 7 укріплені на рамці 4. Крім основної шкали, нанесеної на штанзі 5, на рухомій рамці є додаткова шкала 8, яка має назву ноніус і використовується для відрахунку дробової частини поділу основної шкали. Губки 1 і 2 використовуються при проведенні розміточних робіт.

Відповідно вітчизняним стандартам штангенциркулі виготовляються з величинами відрахунку по ноніусу 0,1; 0,05; 0,02 мм.

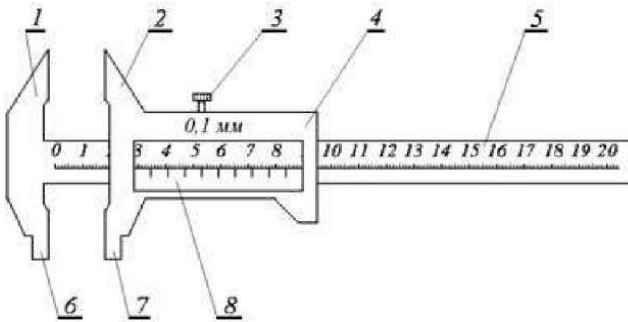


Рисунок 1.1 – Штангенциркуль

На рис. 1.2. зображена конструкція штангенглибиноміра. Штангенглибиномір відрізняється від штангенциркуля відсутністю нерухомої губки.

При вимірюванні глибини основа 3 встановлюється на деталь, а штанга 1 переміщується до контакту з вимірюємою поверхнею. Основа 3 переходить у рамку 2, на якій залишений ноніус 4. Нульовий відрахунок відповідає зміщенню торця лінійки з торцем основи 3.

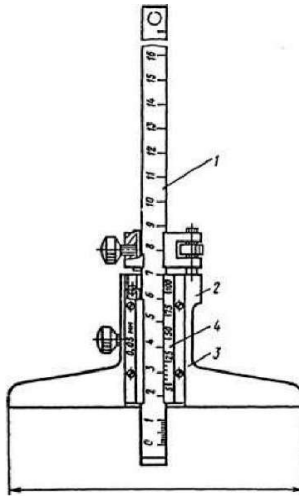


Рисунок 1.2 - Конструкція штангенглибономіра

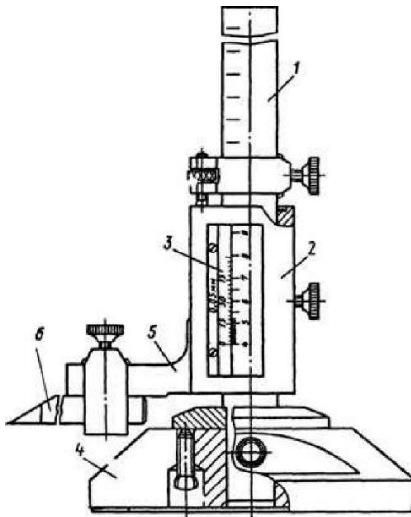
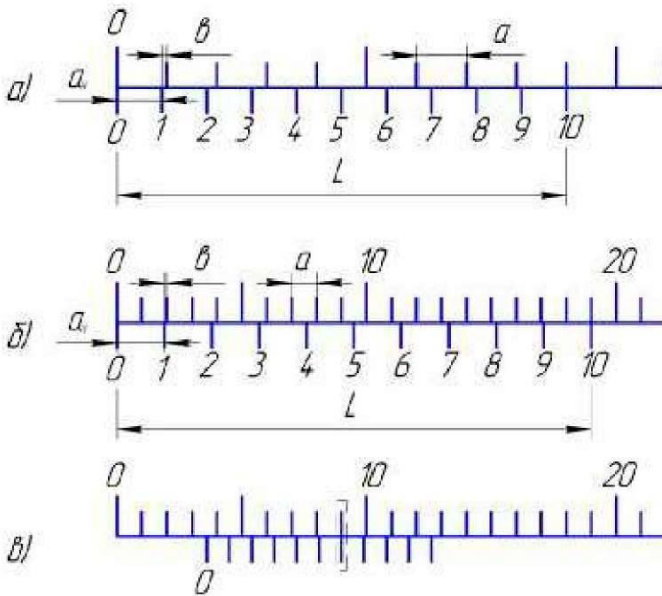


Рисунок 1.3 - Конструкція штангенрейсмуса

В штангенрейсмусі (рис. 1.3) є масивна основа 4 площиною перпендикулярної до лінійки 1. Цією основою штангенрейсмус встановлюється на розміточну плиту. Рухома рамка 2 з ноніусом 3 має державку 5, для кріплення змінних розміточних губок (креслинок), а також для встановлення спеціальних ніжок при вимірюванні висот, або стрілочної вимірювальної головки.

Для пояснення принципу складу ноніуса ознайомимося з найпростішими з них, які дозволяють відраховувати показання через 0,1 мм (рис.1.4, а).



а та б - схеми ноніуса з підрахунком 0,1мм; в - приклад підрахунку розміру

Рисунок 1.4 - Склад ноніуса

Відрізок L рівний дев'яти поділам основної шкали (9 мм) розділений у ноніуса на 10 рівних частин (див. рис. 1.4, а), внаслідок, інтервал поділу на ноніусі буде коротшим інтервалу ділення на штанзі на 0,1 мм. Ця різниця називається величиною відрахунку по ноніусі. Якщо

позначити: a - інтервал поділу на штанзі; L - довжина ноніуса, то величина відрахунку по ноніусу

$$b = a - a_H = a - \frac{L}{n} = 1 - 0.9 = 0.1 \text{ мм}$$

При дуже малому інтервалі поділок на ноніусі відрахування показань утруднено. Для усунення цього недоліку збільшують інтервал поділу ноніуса за рахунок збільшення довжини. Наприклад, щоб збільшити інтервал ноніуса при тій же величині відрахунку по ноніусу, слід збільшити його довжину до 19 поділок штанги (див. рис. 1.4, б), т.т. до 19 мм і розділити також на 10 частин. В цьому випадку інтервал поділу на ноніусі буде $a_H = 1.9 \text{ мм}$, а величина відрахунку по ноніусу

$$b = 2a - a_H = 2.0 - 0.9 = 0.1 \text{ мм}$$

Якщо довжину ноніуса залишити такою ж (19 мм), але поділити цю відстань на 20 частин ($n=20$), то буде рівним $a_H = 0.95 \text{ мм}$, а величина відрахунку по ноніусу

$$b = 1.0 - a_H = 1.0 - 0.95 = 0.05 \text{ мм}$$

Величину відрахунку по ноніусу можна знайти і на основі іншої, більш простій залежності. Якщо з початкового положення перемістити ноніус відносно основної шкали, то послідовно будуть співпадати 1-ше, 2-ге, 3-тє і на кінець останнє поділення, до того жці співпадання поділу ноніуса і штанги виникають в результаті переміщення ноніуса на один інтервал поділу штанги. Таким, чином, величина відрахунку по ноніусу

$$b = \frac{a}{n}$$

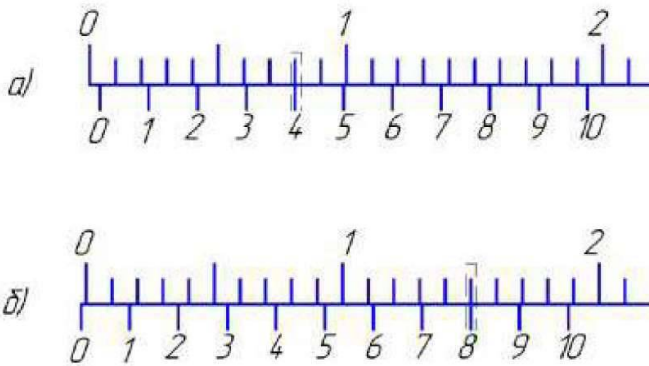
При вимірюванні дробова доля мініметра дорівнює порядковому номеру шкали ноніуса K , який співпадає з яким-небудь штрихом штанги, помноженому на величину відрахунку по ноніусу. Ціле число міліметрів, яке вимішується в розмір деталі, визначається цілим числом інтервалів шкали, заключеним між нулевою поділкою штанги і нулевою поділкою ноніуса тобто A . Розмір деталі дорівнює $A + K \cdot b$ (приклад відрахунку див. на рис.1.4, в - 3,6мм)

Помилки при вимірюванні

Кожний процес вимірювання обов'язково супроводжується похибками, які по характеру вимірювання підрозділяються на систематичні та випадкові. В даній роботі роздивимось тільки систематичні похибки. Систематичними похибками (помилками) називаються похибки постійні по величині і по знаку, або змінювані по визначеному закону. Вплив таких помилок може бути враховано введенням поправок.

Систематична помилка може бути додатною (рис.1.5, а помилка $+0,4\text{мм}$), від'ємною(рис.1.5, б помилка $- 0,2\text{мм}$), або дорівнювати нулю.

Прикладом систематичної помилки є помилка, яка виникає при вимірюванні виробу приладом, у котрого шкала збита або невірно градуйована.



а - приклад відрахунку додатної систематичної помилки; б - приклад відрахунку від'ємної систематичної помилки

Рисунок 1.5 - Визначення систематичної помилки

Для визначення систематичної помилки у штанген- і мікрометричного інструмента потрібно звести вимірювальні поверхні до зіткнення. Якщо при цьому нуль ноніуса не співпадає з нулем основної шкали, то величина не співпадіння являється систематичною помилкою даного інструмента (рис. 1.5).

При визначенні дійсного розміру додатня помилка віднімається від результатів вимірювання, від'ємна додається.

1.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Для підготовки до лабораторної роботи рекомендується повторити та засвоїти: теоретичний матеріал присвячений: засобам вимірювання, метрологічним показникам вимірювальних засобів.

Рекомендовані джерела: лекції з курсу; [1] - с.355-374, [2] - с.23-31.

1.4 Контрольні питання

1. Що розуміють під вимірюванням?
2. Що таке одиниця вимірювання?
3. Назвіть методи вимірювань.
4. Перелічіть ноніусі інструменти.
5. Назвіть основні метрологічні показники вимірювальних засобів.
6. Будова ноніуса.
7. Систематична помилка інструмента та її визначення.
8. Як визначається дійсний розмір?
9. Як визначаються границі вимірювання інструментів?

1.5 Обладнання

Штангенциркуль, штангенрейсмус, штангенглибиномір, контрольна плита, деталь.

1.6 Зміст роботи та звіту

1. Визначиш границі вимірювання, точність підрахунку і систематичну помилку кожного інструменту.
2. Зробити вимірювання вказаних розмірів і визначити дійсні розміри деталі.
3. Оформити звіт.

1.7 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з контролюємою деталлю та базуванням розмірів. Ескіз деталі зображений на рис.1.6.
2. Вивести конструкцію штангенінструментів, будови ноніуса.
3. Визначити систематичну помилку кожного інструмента.
4. Виконати вимірювання вказаних на ескізі розмірів. Визначити розміри деталі з урахуванням систематичної помилки, визначити варіацію приладу.
5. Результати вимірювань занести до таблиці 1.1.

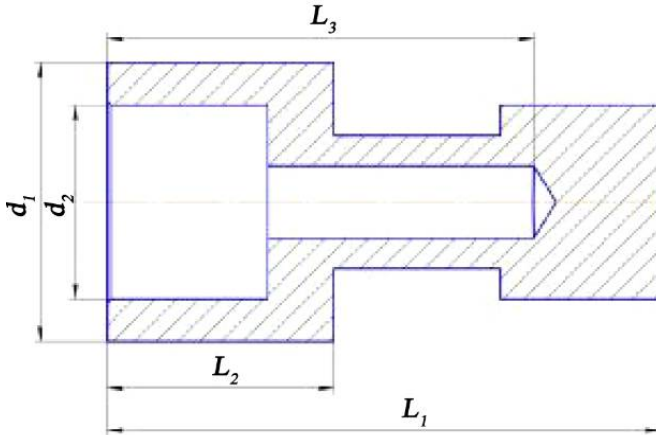


Рисунок 1.6 - Деталь

Таблиця 1.1 - Результати вимірювань

Позначення розміру	Інструмент	Граничне вимірювання, мм	Точність відрахунку, мм	Систематична помилка, мм	Результат відліку, мм	Дійсний розмір, мм
d1	штангенциркуль					
d2	штангенциркуль					
L1	штангенрейсмус					
L2	штангенрейсмус					
L3	штангенглибиномір					

Рекомендована література

1. Івченко, Л. І. та ін. Взаємозамінність, стандартизація та метрологічне забезпечення технічних вимірювань: навч. посібник [для вищих навчальних закладів]/ Л.І. Івченко, В.В. Петрикін, С. І. Дядя, Б.М. Левченко; під. заг. ред. Л.І. Івченка - Запоріжжя, Вид. комплекс ВАТ «Мотор Січ», 2010 - 451с.

2. Кострицкий, В.Г. та ін. Контрольно-измерительные инструменты и приборы в машиностроении [Текст]: Справочник / В.Г. Кострицкий, В.Г. Кострицкий, А.Л. Кузьмин. - К.: Техніка, 1986. - 135с.,ил. - Библиогр.:с.133.

В лабораторній роботі використані матеріали методичних вказівок укладачів Штанкевича В.С., Комочкіна М.С., Глушко А.В.