

# Лабораторна робота №1

**Тема:** Вимірювальний інструмент. Вимірювання деталей штангенінструментами

**Мета:** поглиблення знань з будови штангенінструментів і методики вимірювання ними та формування вмінь вимірювання розмірів деталей штангенінструментами; розвиток аналітичного, логічного і критичного мислення при вирішенні виробничих ситуацій, уваги, самостійності та спостережливості в роботі.

**Матеріально-технічне забезпечення:** Штангенциркуль, деталі гідروмуфти для вимірювання розмірів, мікрометр.

Техніка безпека: забороняється користуватися обладнанням без дозволу викладача та користуватись несправним інструментом, розбирати прилади та інструменти. Учень зобов'язаний бережно відноситись до всіх матеріальних цінностей якими він користується в процесі роботи. По закінченні роботи необхідно здати викладачу інструменти та придбати робоче місце.

## Лабораторна робота

Факторами, які визначають вибір засобів вимірювальної техніки, є:

- тип виробництва;
- конструктивні особливості та розміри деталей, що контролюються;
- допустима похибка вимірювання, нормована стандартами.

Похибки вимірювання залежать від похибки засобу вимірювання, методу вимірювання, умов вимірювання тощо.

Похибка вимірювання  $\Delta X$  - це різниця між результатом вимірювання  $X_{Д}$  та істинним значенням величини, яка вимірюється  $X$ , тобто  $\Delta X = X_{Д} - X$ .

Допустимою похибкою вимірювання  $\delta$  - є граничне значення похибки вимірювання, яке може бути допущене при визначенні дійсного розміру для оцінки відповідності його допустимим граничним розмірам.

Допустима похибка вимірювання  $\delta$  повинна бути незначною в порівнянні з допуском  $T(IT)$  на параметру виробу, який контролюється.

Для вимірювання лінійних розмірів від 1 до 500 мм ДСТУ ГОСТ 8.549:2009 «Державна система забезпечення єдності вимірювань. Похибки, які допускаються при вимірюванні розмірів до 500 мм» [5] встановлює значення допустимої похибки вимірювання  $\delta$  в залежності від допуску на виготовлення виробу, номінального розміру та якості.

Встановлені стандартом допустимі похибки вимірювання  $\delta$  містять в собі як випадкові, так й невраховані систематичні похибки, тобто всі складові, які залежать від засобу вимірювальної техніки, температурні коливання, базування виробу тощо. При цьому випадкова похибка вимірювання не повинна перевищувати 0,6 від нормованої допустимої похибки вимірювання  $\delta$  та приймається рівною  $2\sigma$ , тобто з 7 довірчою

ймовірністю 0,954, де  $\sigma$  - значення середнього квадратичного відхилення похибки вимірювання.

Дерев'яні штангенциркулі використовувалися вже на початку XVII століття. Перші справжні штангенциркулі з ноніусом з'явилися тільки в кінці XVIII століття в Лондоні.

У сучасній німецькій мові слово «штангенциркуль» відсутнє. З німецької мови-«розсувний вимірювач» або «розсувна лінійка». Різновид штангенциркуля, який оснащено глибиноміром, на професійному слензі називається «Колумбус» або «Колумбію».

Ця назва походить від «Columbus» - назви виробника вимірювального інструмента. Такий штангенциркуль масово постачався в СРСР під цією маркою.

В авіаційній промисловості такі штангенциркулі називалися «Маузер», через те що штангенциркулі підвищеної якості постачалися в СРСР фірмою «Маузер».

Штангенінструменти є поширеними в суднобудуванні видами вимірювального інструмента, точність яких не перевищує 0,05 мм. їх застосовують для вимірювання зовнішніх і внутрішніх діаметрів, довжин, товщини, глибин і т. д.

До них належать штангенциркулі, штангенглибиноміри, штангенрейсмуси.

Штангенциркуль, як і інші штангенінструмент має вимірювальну штангу (звідси і назва цієї групи) з основною шкалою і ноніус - допоміжну шкалу для відліку часткою поділок. Точність його вимірювання - десяті / сота (у різних видів) частки міліметра.

Штангенциркулі випускаються трьох типів: ШЦ-I, ШЦ-II і ШЦ-III (ГОСТ 166- 63). Кожен тип має спільні основні частини й власні особливості. Штангенциркулі виготовляються з межами вимірювань 0-125 мм (ШЦ-I); 0-200 і 0-320 мм (ШЦ-II); 0-500; 270-710; 320-1000; 500-1400; 800-2000 (ШЦ-III) і з величиною відліку 0,1 мм (ШЦ-I і ШЦ-III), 0,05-0,1 мм (ШЦ-II).

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 1) є найбільш поширеним серед штангенінструментів і застосовується для вимірювання зовнішніх, внутрішніх розмірів та глибин з величиною відліку за ноніусом 0,1 мм.

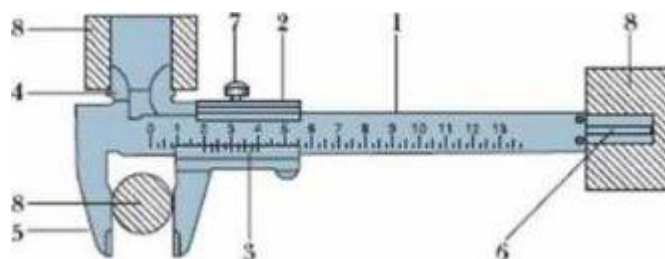


Рис. 1. Штангенциркуль ШЦ-I

Штангенциркуль має штангу (1), на якій нанесено шкалу з міліметровими поділками. На одному кінці цієї штанги є нерухомі вимірювальні губки (4) і (5), а на іншому кінці - лінійка (6) для вимірювання глибин отворів деталі (8). По штанзі переміщається рухома рамка (2). Рамка у процесі зміни закріплюється на штанзі гвинтом (7). Нижні губки (5) служать для виміру зовнішніх розмірів, а верхні (4) - для

внутрішніх розмірів. На скошеній грані рамки (2) нанесено шкалу (3), яка має назву «ноніуса».

**Штанга.** Це та сама лінійка, на якій розташовуються ділення розміром в один міліметр кожне. Стандартна шкала має довжину в сто п'ятдесят міліметрів або п'ятнадцять сантиметрів. Саме такий розмір максимальний може мати вимірювана деталь. Існують такі види штангенциркулів, довжина їх штанги перевищує цю позначку, і є більше п'ятнадцяти сантиметрів.

**Рамка рухлива штангенциркуля.** За допомогою цієї рамки можна сміливо переміщати губки. Рухома рамка дає можливість звужити або розширити губки даного інструменту до розміру вимірюваної деталі. Завдяки гвинту спеціального рамку рухливу можна закріпити в тому місці і положенні, яке точно відповідає розміру предмета, якого вимірюють.

**Шкала з точними розподілами .** Завдяки цій шкалі можна уточнити і з'ясувати розмір деталі, яку вимірюють у вигляді цілого і правильного числа.

**Губки внутрішні для вимірювання .** Завдяки цим губкам вимірюють розмір потрібної деталі всередині. Наприклад, гуртки. Губки розводять до стінки кухля, суворо тільки всередині.

**Губки зовнішні для вимірювання .** За допомогою цих губок можна з легкістю виміряти предмет зовні. їх слід стулити так, щоб права і ліва губки дуже щільно стикалися зі стінками предмета, якого слід заміряти зовні.

**Лінійка для правильного вимірювання глибини-глибиномір.** Даним пристосування вимірюють глибину окремого певного отвори. Також глибиномір потрібен для уточнень розмірів різноманітних виступів, які не виходить виміряти штангенциркулем.

**Ноніус або допоміжна шкала .** Ця шкала розташовується знизу щодо основної шкали. Розмір поділки ноніуса рівняється з 1,9 міліметрів кожне. Сама шкала володіє десятьма поділками. І тому відповідно довжина всієї допоміжної шкали дорівнює дев'ятнадцяти міліметрів. Такі розміри актуальні тільки для штангенциркулів певної серії. За допомогою даної допоміжної шкали як ноніус можна найбільш точно дізнатися розмір того предмета якого вимірюють з урахуванням до 10 частини мл.

**Гвинт ,** він затискає рухливу рамку інструменту. Ця частина штангенциркуля дає можливість зафіксувати рухливу рамку, для того щоб після процесу вимірювання необхідної деталі не втратити всі наявні значення.

**Ноніус -** рівномірна шкала з межею вимірювань, що дорівнюють ціні поділки основної шкали. Ціна поділки ноніуса (відлік за ноніусом) дорівнює ціні поділки основної шкали розділеної на число поділок ноніуса:  $n : c = a/p$ .

Ноніус призначений для визначення дробової величини ціни поділки штанги, тобто для визначення частки міліметра. Шкала ноніуса довжиною 19 мм розділена на 10 рівних частин; отже, кожний розподіл ноніуса дорівнює:  $19 : 10 = 1,9$  мм, тобто він коротший за відстань між кожними двома поділками, нанесеними на шкалу штанги, на 0,1 мм ( $2,0 - 1,9 = 0,1$ ). При зімкнутих губках початкова поділка ноніуса співпадає з нульовим штрихом шкали штангенциркуля, а останній — 10-й штрих ноніуса — з 19-м

штрихом шкали. Ціна поділки ноніусів штангенциркулів може дорівнювати 0,1 мм або 0,05 мм (штангенциркулі з величиною відліку ноніуса 0,02 мм у промисловості не виготовляються, але на виробництві ще використовуються). Перед вимірюванням на зімкнутих губках нульові штрихи ноніуса та штанги повинні збігатися. За відсутності просвіту між губками для зовнішніх вимірювань або при невеликому просвіті (до 0,012 мм) повинні збігатися нульові штрихи ноніуса і штанги.

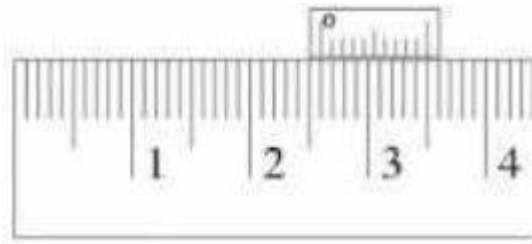


Рис. 2 Приклади відліку.

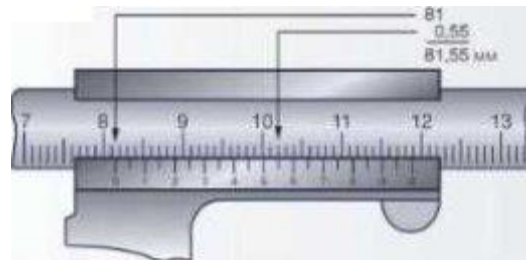


Рис. 3 - Масштабна лінійка

**Штангенциркуль ШЦ-II** відрізняється від попередньої конструкції тим, що у нього відсутня лінійка глибиноміра, губки (4) мають гострі закінчення для виконання площинної розмітки, а інші губки (5) мають плоскі поверхні та застосовуються при зовнішніх і внутрішніх вимірюваннях. Штангенциркуль ШЦ-II оснащений ще рамкою мікрометричної подачі (9) для плавного підведення губок до поверхні вимірюваної деталі. Штангенциркуль складається зі штанги (1) з основною шкалою (3), вимірювальних губок (5) для зовнішніх та внутрішніх вимірів, рухомої рамки (2), затискувача рамки (8), ноніуса (7), рамки мікрометричної подачі (9) та фіксуючого гвинта (10).

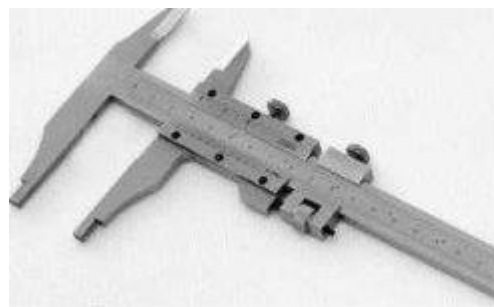


Рис. 4. Штангенциркуль ШЦ-I

При вимірюваннях внутрішніх розмірів губками (5) до відліку за шкалами штанги і ноніуса потрібно приплюсовувати товщину губок, яка маркується на них.

**Штангенциркуль ШЦ—III** з величиною відліку за ноніусом 0,05 мм призначений для зовнішніх і внутрішніх вимірювань. Цей штангенциркуль застосовується рідко.



Рис. 5. Штангенциркуль ШЦ-III



Рис. 6. Штангенциркуль цифровий (а), зі стрілочним індикатором (б)

При читанні показань штангенциркуль тримають прямо перед очима. Ціле число міліметрів відраховується за шкалою штанги зліва направо нульовим штрихом ноніуса. Дробова величина (кількість десятих часток міліметра) визначається множенням величини відліку (0,1 або 0,05 мм) на порядковий номер штриха ноніуса, не рахуючи нульового, що збігається зі штрихом штанги.

**Штангенглибиномір** застосовується для прямого вимірювання глибини виїмок і висоти уступів. Підставою штангенглибиноміра є рамка з основою (1). Крізь рамку проходить штанга зі шкалою (2) і вимірювальною поверхнею на торці. Ноніус (4) завдано на окремій пластині і закріплено в рамці (1). Мікрометричний механізм (3) на штангенглибиномірі такий самий, як і на штангенциркуль ШЦ - II.

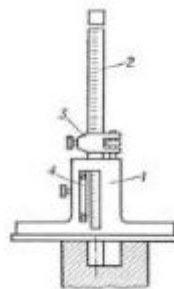


Рис. 7. Штангенглибиномір

**Штангенрейсмуси** застосовуються для просторової розмітки і прямих вимірювань на точній плиті відстаней від базових поверхонь деталей до виїмок, виступів і осей отворів. Опорною деталлю штангенрейсмуса є основа, в якій закріплено штангу з міліметровою шкалою. По штанзі пересувається рамка з ноніусом та з державкою для кріплення вимірювальних стрижнів. Рамка мікрометричної подачі тут застосована така ж сама, як і на штангенциркуль ШЦ-II,

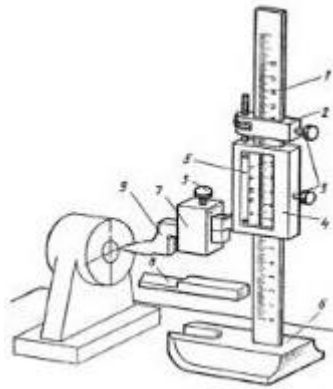


Рис. 8. Штангенрейсмус

### Правила користування штангенциркулем

Для того щоб правильно виміряти штангенциркулем предмет, який необхідно правильно заміряти беруть у ліву руку, а штангенциркуль у праву. Ноніус заздалегідь відсувають на необхідну довжину. Це виконується за допомогою великого пальця правої руки. Далі предмет, який слід виміряти, поміщають між губок, там його закріплюють за допомогою спеціального гвинта. Предмет повинен сидіти у штангенциркулем міцно, і не соватися. Тепер дивимось і дізнаємося точний розмір предмета. Уважно дивляться і записую на скільки зрушився ноніус. Він володіє десятьма поділками по одному міліметру. Далі знаходять рисочку, яка обов'язково збігається з нерухомою лінійкою. Слід звернути свою увагу на те, що на ділення необхідно дивитися строго перпендикулярно. Це допоможе дізнатися більш точні обчислення. Наприклад, ноніус зрушився на десяте відділення, це буде дорівнювати десяти сантиметрам, а збіглося восьме поділ. У даному випадку розмір заміряв предмета дорівнюватиме 10,8 міліметрів.

Відео щодо інструкції користування штангенциркулем за посиланням: <http://surl.li/tkdomi>

Мікрометром: <http://surl.li/kkzlid>

Штангенрейсмас: <http://surl.li/pxewre>



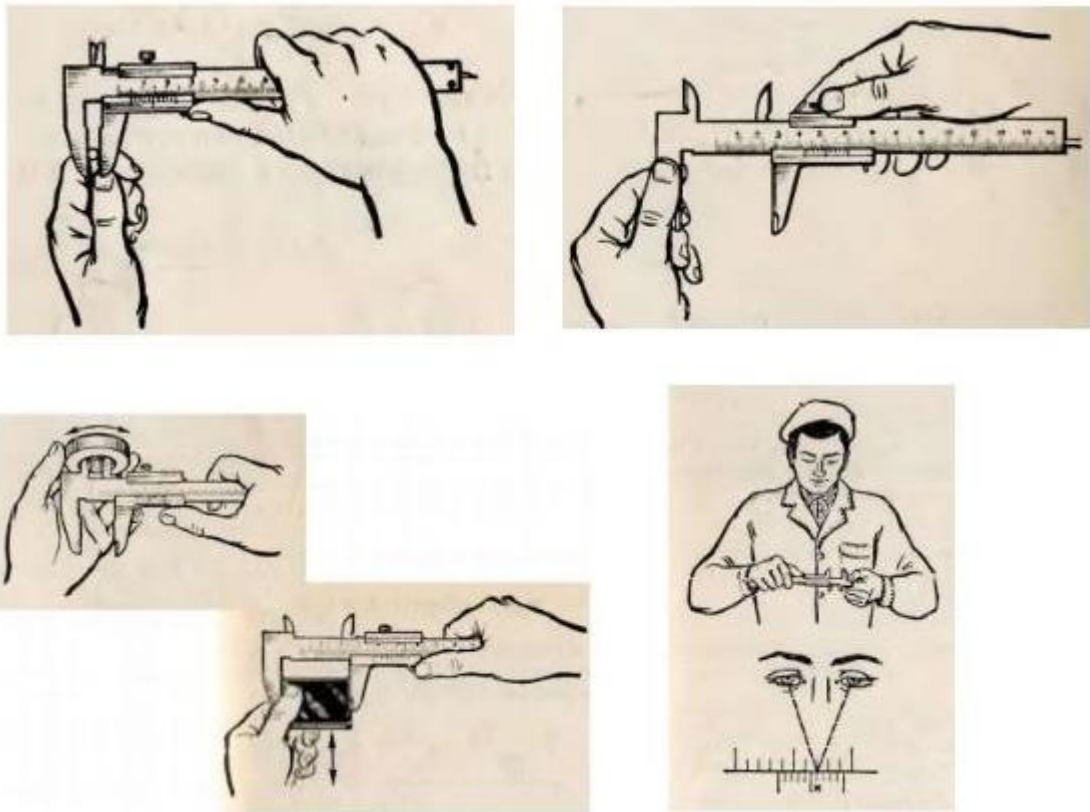


Рис.9 Правила користування штангенінструментом.

Що стосується догляду за даним інструментом, то прилад не особливо вибагливий. Якщо ви досить часто працюєте і використовуєте прилад, про його рекомендується після кожного разу протирати. Для цього слід взяти серветку і занурити її в розчин лугу, а потім ретельно протерти штангенциркуль. Після цього інструмент необхідно дуже добре витерти. Не рекомендується упускати і дряпати його, так як при падінні з легкістю можуть погнутися штанги. Тому прилад може стати не точним, і давати неправдиві свідчення. Це не дуже добре. Якщо ви плануєте зробити декілька малих вимірювань, то рекомендується використовувати штангенциркуль. Тому що це самий очний і зручний прилад. Користуючись ним, ви не коли не зіткнетеся з проблемою вимірювання найменших предметів і деталей. Тепер ви точно знаєте, як використовувати штангенциркуль, і тому можете застосовувати його в необхідних для цього цілях.

### *Питання для самоконтролю*

1. Які вимірювальні інструменти відносяться до штангенінструментів?
2. Основні метрологічні характеристики штангенінструментів.
3. З якою точністю можна вимірювати розміри деталей штангенінструментом?
4. Межі вимірювань штангенциркулем.
5. Як проводиться відлік по шкалах штангенциркуля при вимірюванні зовнішнього і внутрішнього розмірів?
6. Для чого призначені штангенглибиномір і штангенрейсмус?
7. Для чого призначені ноніусні шкали штангенінструментів?
8. Основні деталі штангенінструментів і їх призначення при вимірюванні.

### **11. Домашнє завдання.**