

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Відокремлений структурний підрозділ  
«Любешівський технічний фаховий коледж Луцького національного технічного  
університету»



**ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ  
І ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ**

Методичні вказівки до лабораторних занять  
для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр  
галузь знань 27 Транспорт  
спеціальність 274 Автомобільний транспорт  
денної форми навчання

Любешів 2023р.

УДК

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

\_\_\_\_\_ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотекар \_\_\_\_\_

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії педагогічних працівників механізаторського профілю, агроінженерії, автомобільного транспорту

протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023р.

Голова випускної циклової (методичної) комісії \_\_\_\_\_ Оласюк Я.В.

Укладач: \_\_\_\_\_ І.В.Свищук

Рецензент: \_\_\_\_\_

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ Кузьмич Т.П.

Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 27 Транспорт, спеціальність 274 Автомобільний транспорт денної форми навчання. / уклад. І.В. Свищук – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. – 24 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання» з метою надання методичної допомоги у процесі лабораторних занять.

©Свищук І.В., 2023р.

## ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1 Будова та експлуатація штангенінструментів.....	4
Лабораторна робота № 2 Будова та експлуатація мікрометричних інструментів .....	8
Лабораторна робота №3 Вимірювання радіального і торцевого биття деталі за допомогою індикатора годинникового типу .....	12
Лабораторна робота № 4 Вимірювання кутів за допомогою кутомірів.....	14
Лабораторна робота № 5 Контроль плоско паралельними кінцевими мірами ....	17
Лабораторна робота № 6 Індикаторні нутроміри.....	19
<i>Використана література.....</i>	<i>22</i>

## Лабораторна робота № 1

### БУДОВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ШТАНГЕН-ІНСТРУМЕНТІВ

**МЕТА РОБОТИ:** ознайомити із основними поняттями та визначеннями метрології, вивчити будову і порядок вимірювання штанген-інструментів.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ :**

1. Набір штанген-інструментів;
2. Набір деталей, виготовлених за певним допуском.

#### **Основні поняття метрології. Загальні відомості**

Метрологія – наука про одиниці величин, а також про засоби і методи вимірювань. Ця наука охоплює всі галузі технічних вимірювань і контролю різноманітних промислових процесів.

Засоби вимірювання – це пристрої, за допомогою яких здійснюється порівняння вимірюваної величини з величиною, прийнятою за одиницю.

Основними метрологічними характеристиками вимірювальних засобів є:

1. Межа вимірювання шкали приладу – це значення вимірюваної величини, яка відповідає всій шкалі приладу.
2. Межа вимірювання приладу – це найбільше та найменше значення вимірюваної величини, які можуть бути виміряні приладом.
3. Точність відліку – це та точність, яку можна отримати при вимірюванні, користуючись відліковим пристроєм приладу або інструменту.
4. Поріг чутливості – це найменше переміщення вимірюваного стержня, яке може викликати найменшу зміну в показах приладу.
5. Похибка показів приладу – це різниця між показами приладу і дійсним значенням вимірюваної величини.
6. Похибка виміру – це сумарна похибка, в яку входить похибка самого приладу, похибка установки, похибка налагодження, температурна похибка та інші похибки, які можуть виникнути при вимірюванні. Похибки виміру діляться на три категорії: систематичні, випадкові та грубі /промахи/.

Під методом вимірювань розуміється сукупність засобів та прийомів, які використовуються при вимірюванні будь-якої величини.

Абсолютний метод – це такий метод, коли значення вимірюваної величини визначається безпосередньо за шкалі приладу.

При відносному вимірюванні будь-якої величини визначається лише відхилення її значення від встановленої міри чи зразка.

Прямий метод – це такий метод, коли значення вимірюваної встановлюється прямо за показом приладу.

При непрямому методі значення вимірюваної величини визначається за результатами прямих вимірів інших величин, зв'язаних із шуканою певною залежністю .

Контактний метод вимірювань припускає безпосередній контакт вимірювальних поверхонь приладу з вимірюваною поверхнею деталі .

При безконтактному методі прилад не дотикається з поверхнею вимірюваної деталі.

### **Загальні відомості про штангенінструменти**

Для вимірювання зовнішніх та внутрішніх розмірів деталей в машинобудуванні та ремонтному виробництві широко використовуються штангенінструменти. До них відносяться: штангенциркулі, штангенглибиноміри, штангенрейсмаси /штангенвисотоміри/, а також штангензубоміри.

В основу штангенінструментів входять лінійка з поділками в 1мм /штанга/ і допоміжна шкала – ноніус, яка переміщається по основній лінійці і дозволяє відраховувати долі, поділки основної шкали. Відлік вимірювань по ноніусній шкалі ґрунтується на різниці інтервалів поділок основної шкали і шкали ноніуса. Застосовуються ноніуси з величиною відліку 0,1, 0,05 мм і /рідше/ 0,02 мм. Ці величини отримані шляхом поділу 1 мм основної шкали відповідно на 10, 20 або 50 поділок ноніуса. Якщо нульовий штрих ноніуса збігається з будь-яким штрихом основної шкали, то відраховується ціле значення розміру тільки по основній шкалі. Якщо ж нульовий штрих ноніуса не збігається ні з жодним штрихом основної шкали, то відлік здійснюється наступним чином: до числа штрихів ноніуса, який збігається із штрихом основної шкали, додаються цілі числа, тобто:

$$L = L + k_i,$$

де  $L$  – значення вимірюваної величини,  $k$  – кількість штрихів ноніуса,  $i$ - точність відліку /ціна поділки/ ноніуса.

**Штангенциркулі** призначені для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів, а також для виконання розміточних робіт.

Вітчизняна промисловість випускає декілька типів штангенциркулів, з них найбільшого поширення здобули такі:

ШЦ – 1 – двосторонні з глибиноміром;

ШЦ – 2 – двосторонні (рис.1);

ШЦ – 3 – односторонні;

Точність відліку по ноніусу у штангенциркулів становить 0,05, 0,1 мм /рідше 0,02/, з верхніми границями вимірювань від 125 до 4000мм.

Будова штангенциркуля типу ШЦ – 2 представлена на рис. 1.

Для вимірювання зовнішніх розмірів використовуються губки 1а і 1б, або 2а і 2б, для внутрішніх – губки 2а і 2б . Після приведення у контакт губок з вимірюваною поверхнею деталі стопориться рамка 5 мікрометричної подачі і за допомогою гвинта 9 мікроподачі рухомі губки підводяться більш точно, після чого вони стопоряться і знімається відлік .При вимірюванні внутрішніх розмірів таким штангенциркулем до отриманого результату додається товщина двох губок, значення якої вибите на лицевій стороні губок.

Перед вимірюванням необхідно перевірити штангенциркуль. Губки повинні бути рівними і без подряпин. При зведенні губок між ними не повинно бути

просвіту, при цьому нульові штрихи основної шкали і шкали ноніуса повинні збігатися. Рамка повинна рухатися плавно, без заїдань і перекосів.

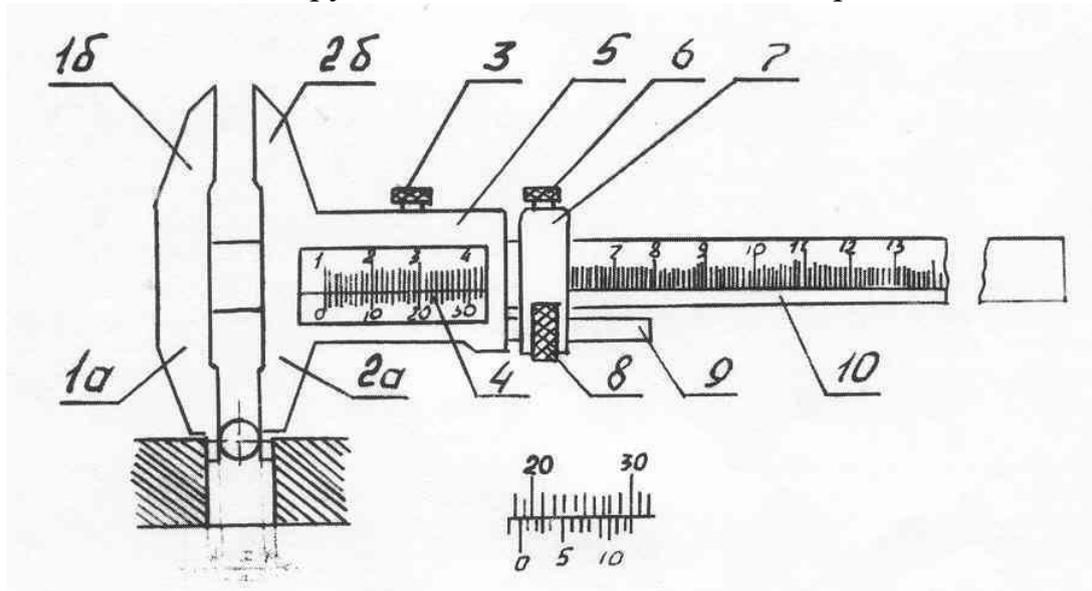


Рис.1. Штанген-циркуль:

1а,1б – нерухомі губки; 2а, 2б – рухомі губки; 3,6 – стопорні гвинти; 4 – ноніус; 5 – рамка; 7 – хомут; 8 – гайка мікроподачі; 9 – гвинт мікроподачі.

**Штангенглибиноміри** призначені для вимірювання глибин і виступів. Будова штангенглибиноміра представлена на рис. 2, а порядок вимірювання аналогічний вимірюванню штангенциркулем.

Для перевірки штангенглибиноміра застосовується повірочна плита, на яку встановлюють інструменти. Штангу опускають до упору вниз. У придатних штангенглибиномірів просвіт між плитою і вимірювальною поверхнею штанги відсутній, а нульові штрихи основної шкали і шкали ноніуса збігаються.

Згідно з ГОСТ 162 – 80 випускаються штангенглибиноміри із верхніми границями діапазонів вимірювань від 160 до 400 мм та точністю відліку по ноніусу 0,05мм.

Порядок вимірювань та перевірки штангенрейсмасом аналогічний порядку вимірювань та перевірки штангенглибиномірів. Для проведення розміточних робіт рейсмас комплектується змінними ніжками.

Згідно з ГОСТ 164 – 80 випускаються штангенрейсмаси з верхніми границями вимірювань від 250 до 2500 мм і точністю відліку 0,05 і 0,1 мм .

#### Порядок виконання роботи:

1. Вивчити конструкцію і порядок налагодження штангенінструментів .
2. Визначити для використовуваних інструментів метрологічні покази: - границі діапазону вимірювань; - ціна поділки основної шкали; - точність відліку по ноніусу.
3. Перевірити необхідні інструменти.
4. Виміряти задані розміри. Результати записати у таблицю 1.
5. Побудувати поля допусків заданих розмірів і нанести на них дійсні значення цих розмірів.
6. Зробити висновок про придатність виробу.
7. Накреслити ескіз і нанести дійсні розміри.

**Штангенрейсмаси** призначені для вимірювань висот і для розмітчних робіт. Будова штангенрейсмаси показана на рис. 3.

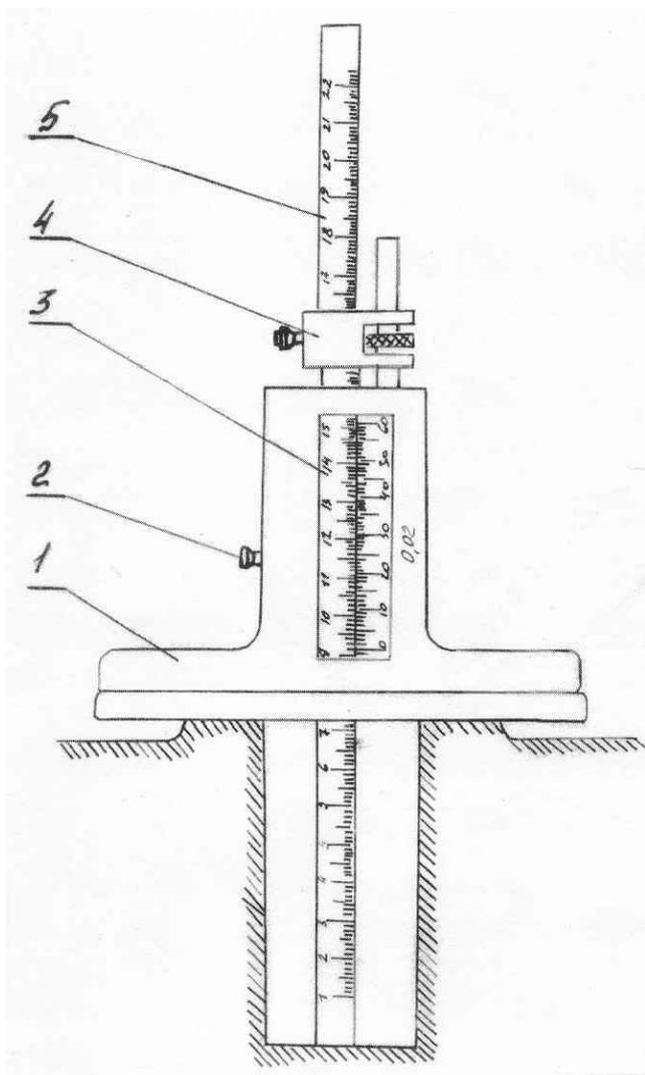


Рис. 2 . Штангенглибиномір  
1 – траверса; 2 – стопорний гвинт;  
3 – ноніус; 4 – мікрометрична подача;  
5 – штанга.

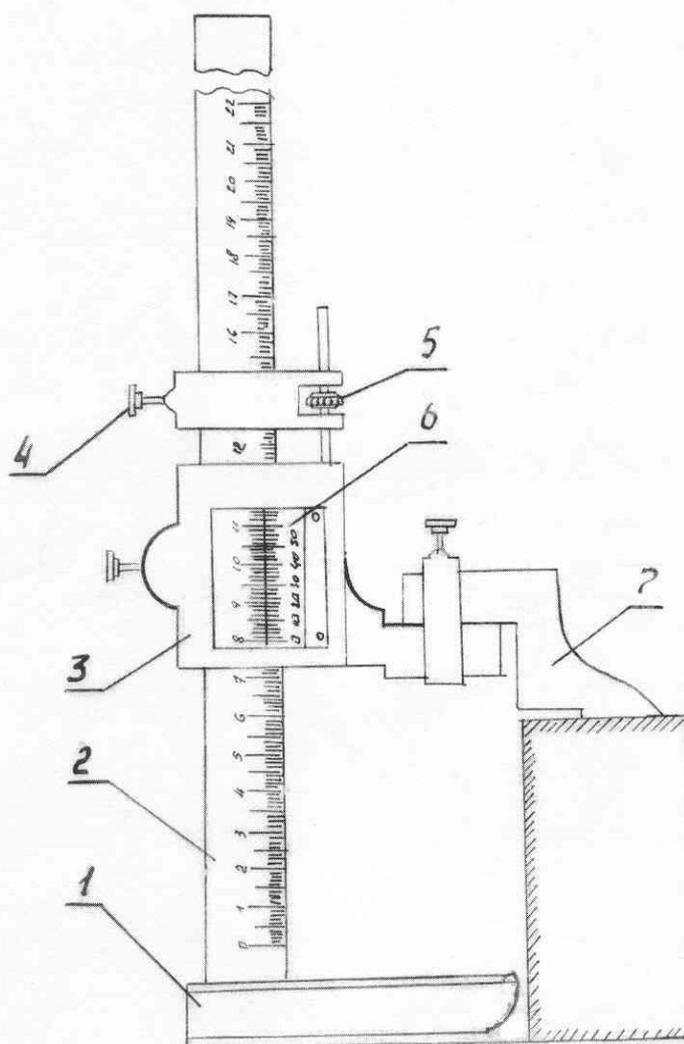


Рис. 3 . Штангенрейсмас  
1 – основа; 2 – штанга; 3 – рамка;  
4 – стопорний гвинт; 5 – мікрометрична  
подача ; 6 – ноніус ; 7 – губка .

Таблиця 1

Результати вимірів

№ з/п	Номінал. Розмір, мм	Поле допуску	Граничні Розміри, мм	Переріз	Дійсні розміри мм	Похибки обробки, мм
1				1 – 1 2 – 2 3 – 3		
2				1 – 1 2 – 2 3 – 3		
3						
4						

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Види штангенінструментів, їх призначення і основні метрологічні характеристики.
2. Принцип дії ноніусної шкали.
3. Основні частини штангенциркуля, штангенглибиноміра, штангенрейсмаса.
4. Порядок вимірювання та відліку на штангенінструментах.
5. Порядок перевірки штангенінструментів.

## Лабораторна робота № 2

### БУДОВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ МІКРОМЕТРИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

**МЕТА РОБОТИ:** Ознайомлення з призначенням, будовою і метрологічними показниками мікрометричних інструментів та отримання практичних навичок роботи з ними .

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ:**

1. Мікрометр;
2. Мікрометричний глибиномір;
3. Мікрометричний нутромір;
4. Набір деталей, виготовлених по певному допуску.

#### Загальні відомості про мікрометричні інструменти

До мікрометричних інструментів належать мікрометри, мікрометричні глибиноміри та нутроміри. Мікрометричні вимірювальні засоби ґрунтуються на застосуванні гвинтової пари , яка перетворює обертовий рух мікрометричного гвинта у поступальний . Так як крок прецизійної різьби гвинтової пари дорівнює 0,5 мм , то при одному обертанні гвинта його вимірювана поверхня переміститься на таку ж величину. Якщо повернути гвинт на 1/50 частину оберта /на одну поділку кругової шкали/, то він переміститься на 0,01 мм , тобто на величину відліку мікрометричних інструментів

**Мікрометри** /ГОСТ – 78/ призначені для зовнішніх вимірів розмірів від 0 до 600 мм . Вимірювальне переміщення мікрометричного гвинта 25 мм . До мікрометрів з нижньою межею вимірювань 25 мм і більше додаються установочні міри для перевірки нульового положення .

Мікрометр /рис.4./ складається із скоби 1, в яку запресована п'ятка 2, і стебла 5. Мікрометричний гвинт 4 вкручується в гайку 7 . Для виключення зазору в гвинтовій парі різьба мікрометричної гайки виконана на її розрізаному кінці , на зовнішню різьбу якої нагвинчується регульована гайка 8 . Цією гайкою стягують мікрометричну гайку 7 до тих пір , поки мікрометричний гвинт 4 не буде

переміщатись в ній без зазорів. На мікрометричному гвинті 4 за допомогою установочного ковпачка 9 кріпиться барабан 6. В ковпачку 9 є глухий отвір для пружини і зуба 11, який упирається у зубчасту поверхню трещітки 10. Остання відрегульована таким чином, що при збільшенні вимірювального зусилля понад 9 Н вона не обертає гвинт, а повертається. Для фіксації мікрометричного гвинта 4 в певному положенні служить стопорний гвинт 12.

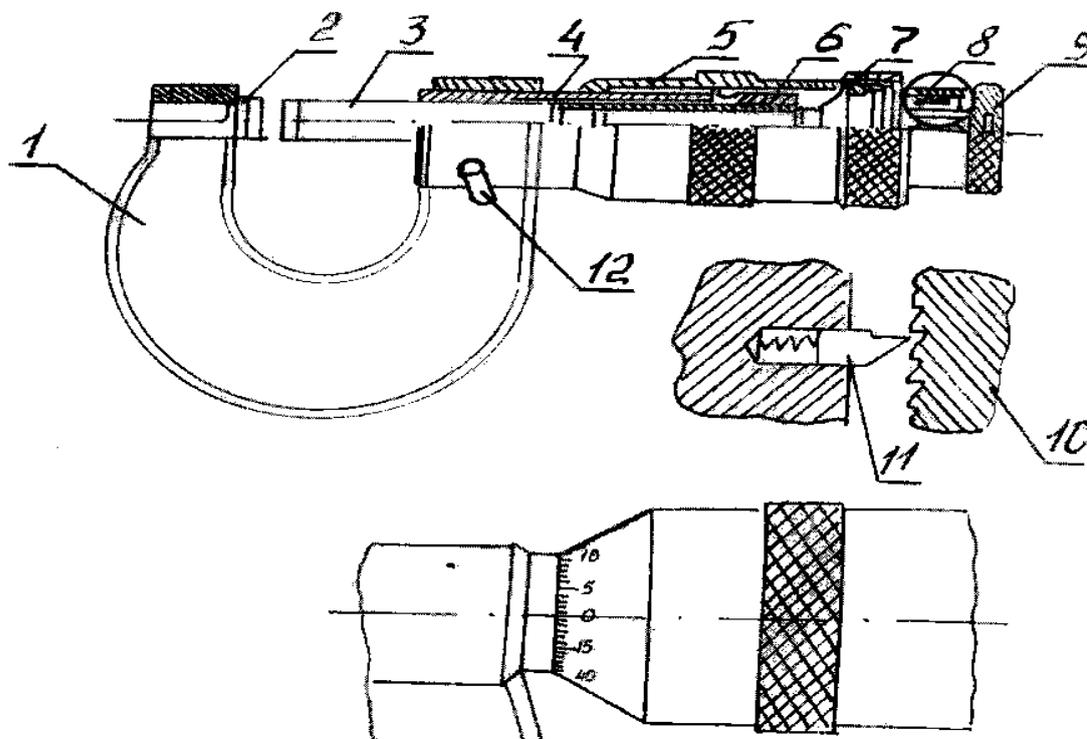


Рис. 4. Мікрометр

На стеблі 5 знаходиться основна шкала, яка являє собою поздовжню риску, вздовж якої /нижче і вище/ нанесені міліметрові штрихи, причому верхній ряд штрихів зміщений відносно нижнього на 0,5 мм.

На конічній поверхні барабана 6 нанесена шкала для відліку сотих долей основної шкали, поділена 50 рівних частин. Поворот барабана на одну поділку приводить до осевого переміщення мікрометричного гвинта на 0,01 мм.

**Мікрометричні глибиноміри** /ГОСТ 7470 –78/ служать для вимірювання глибини отворів, пазів і висоти уступів. Границі вимірювань – від 0 до 150 мм, робочий гвинта 25 мм.

Глибиномір /рис. 5/ складається із основи 1, мікрометричної головки 2, стопорного гвинта 3 та змінних вимірювальних стержнів 4. Установка глибиноміра на нульовий відлік виконується за допомогою циліндричних установочних мір 5.

**Мікрометричні нутроміри** /ГОСТ 10 – 75/ призначені для вимірювання внутрішніх діаметрів і довжин, установки на розмір та повірки скоб і мікрометрів.

Нутроміри виготовляються з границями вимірювань 50...10000 мм, ціною поділки 0,01 мм і вимірювальним зусиллям 150 сН. Він складається з мікрометричного гвинта 5, барабана 6, стебла 3 із стопорним гвинтом 4, установчої гайки 7 і вимірювальних наконечників 1 і 8. Гайка 2 захищає різьбу на кінці

стебла 3 від пошкоджень. Максимальний хід мікрометричного гвинта дорівнює 13 мм . Для розширення діапазону вимірювань застосовуються подовжувачі , які нагвинчуються на різьбу стебла 3 . Установка нутромірів на розмір виконується по установочними мірами .

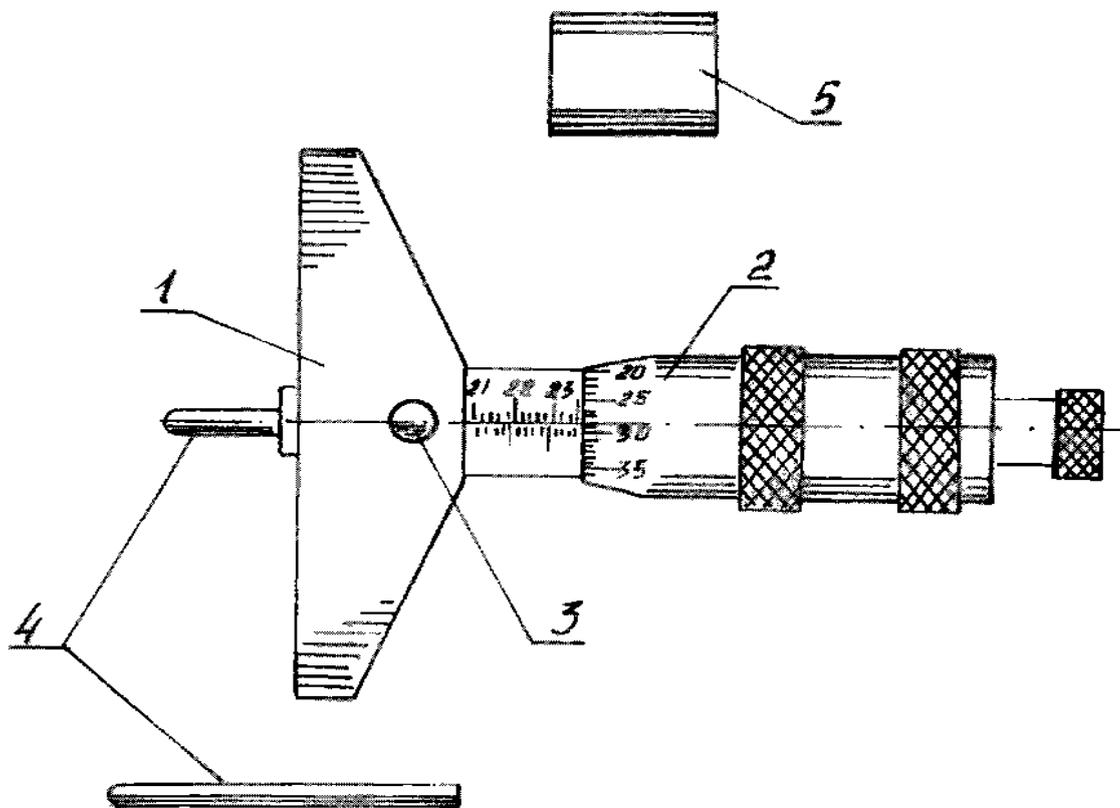


Рис.5 . Мікрометричний глибиномір

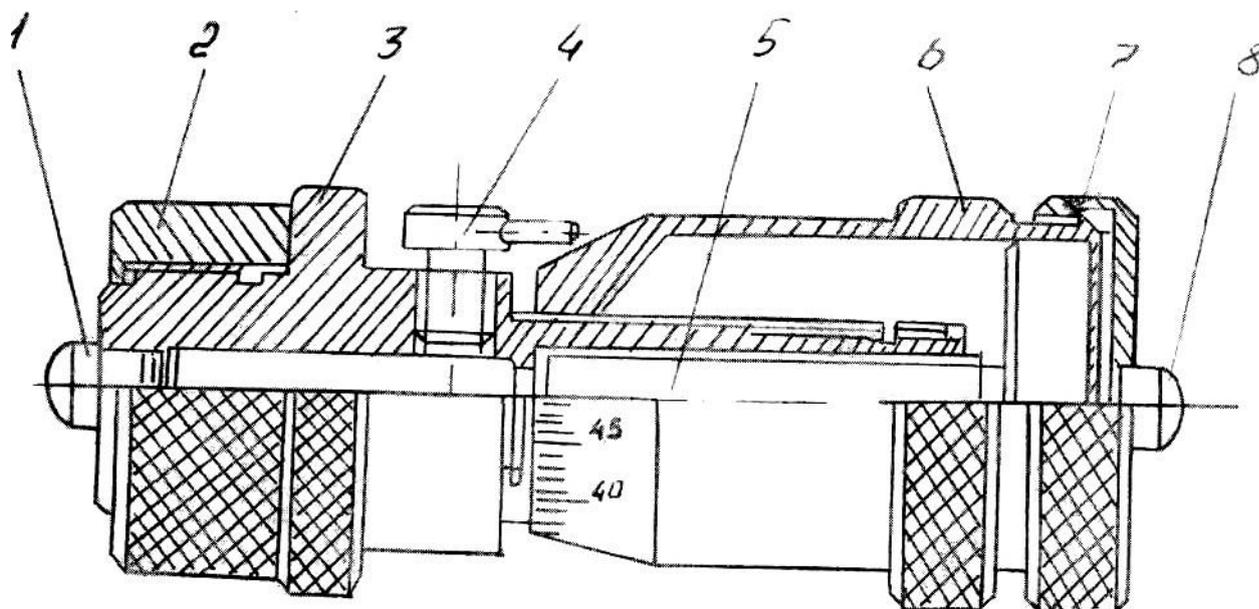


Рис. 6. Мікрометричний нутромір

### Основні правила при вимірах мікрометричними інструментами

Перед початком вимірювань мікрометричні інструменти перевіряють на співпадання нульових штрихів на стеблі і барабані з відповідними покажчиками. Для цього обертають мікрометричний гвинт трещіткою, приводячи в контакт вимірювальні поверхні. У випадку неспівпадання нульових штрихів з відповідними покажчиками стопорять мікрометричний гвинт і від'єднують від нього барабан, ослабивши з'єднувальний ковпачок. В результаті цього барабан може вільно обертатись відносно стебла і його можна встановити на нуль, після чого загвинчується з'єднувальний ковпачок.

**У в а г а ! У будь – якому випадку поворот барабана здійснюється лише за допомогою трещіткового механізму і цим гарантується довга і точна експлуатація мікрометричних вимірювальних засобів.**

### Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію і порядок налагодження мікрометричних інструментів.
2. Визначити для використовуваних інструментів метрологічні показники :
  - границі вимірювань ;
  - ціна поділки основної шкали ;
  - ціна поділки барабана

$$i = S/n ,$$

де  $S$  – крок мікрометричної різьби;  $n$  – число поділок шкали барабана;

3. Перевірити і налагодити необхідні інструменти .
4. Виміряти задані розміри . Результати записати у таблицю 2.
5. Побудувати поля допусків заданих розмірів і нанести на них дійсні значення цих розмірів .
6. Зробити висновок про придатність виробу .
7. Накреслити ескіз та нанести дійсні розміри .

Таблиця 2

### Результати вимірювань

№ з/п	Вимірюваний переріз	Дійсне значення, мм	Номінальний розмір, мм	Граничні розміри, мм	Похибка обробки, мм
1	1-1				
	2-2				
	3-3				
	4-4				
	5-5				
	6-6				
2	1-1				
	2-2				
	3-3				
	4-4				
	5-5				
	6-6				
3					

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ :

1. Види мікрометричних інструментів , їх призначення та метрологічні характеристики .
2. Будова мікрометричних інструментів .
3. Порядок перевірки та налагодження мікрометричних інструментів.
4. Порядок проведення вимірів .

### Лабораторна робота №3

#### ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОГО І ТОРЦЕВОГО БИТТЯ ДЕТАЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДИКАТОРА ГОДИННИКОВОГО ТИПУ

МЕТА РОБОТИ: ознайомити із способом вимірювань радіального і торцевого биття, будовою та основними характеристиками індикатора годинникового типу.

#### ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ :

1. Індикатор годинникового типу.
2. Універсальна стійка.
3. Центри для закріплення деталі.
4. Контрольована деталь.
5. Штангенциркуль.

#### Загальні відомості

Радіальне биття - це різниця найбільшої та найменшої віддалі від точок реального профілю поверхні обертання до базової осі у перерізі, перпендикулярному цій осі:

$$\Delta = R'_{\max} - R'_{\min}.$$

Повне радіальне биття – це різниця найбільшої та найменшої віддалей від усіх точок реальної поверхні в межах базової віддалі  $L$  до базової осі :

$$\Delta = R_{\max} - R_{\min}.$$

Торцеве биття – різниця найбільшої та найменшої віддалей від точок всієї торцевої поверхні до площини , перпендикулярній базовій осі.

Для вимірювання биття використовується в основному індикатор годинникового типу.

Індикатор годинникового типу призначений для проведення абсолютних та відносних вимірювань . Вимірювання абсолютним методом можливе для розмірів, які не виходять за межі вимірювання шкали приладу.

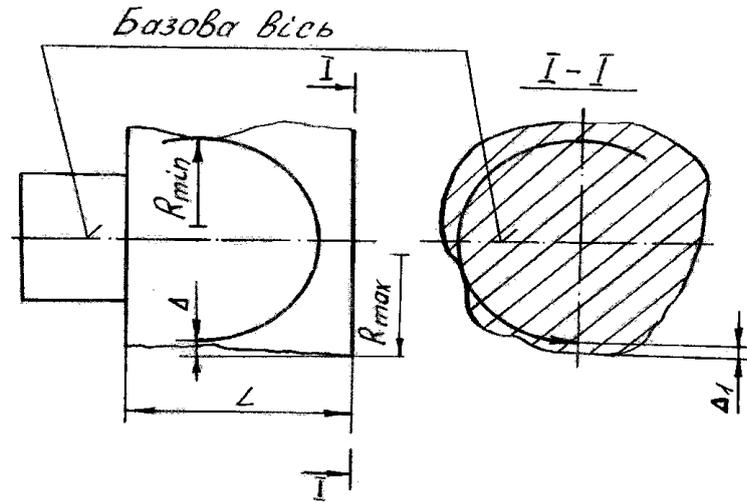


Рис. 7. Радіальне та торцеве биття.

Найбільш поширеними є індикатори типу ИЧ-10 та ИЧ-2

Принципова схема індикатора годинникового типу наведена на рис. 6. Зубчата рейка, нарізана на вимірювальному стержні 1, входить в зачеплення з зубчатим колесом 4, на осі якого нерухомо закріплене колесо 2, з яким в зачеплення входить колесо 5. На осі колеса 5 нерухомо закріплена стрілка-показчик 6, яка показує величину лінійних переміщень вимірювального стержня 1, в долях міліметра по шкалі 9. Шкала 9 зв'язана з рифленим обідком індикатора і тому поворотом останнього, будь-яка поділка шкали 9 може суміщатись з кінцем стрілки 6.

З колесом 5 кінематично зв'язане колесо 7, до осі якого приєднана спіральна пружина 8, колесо 7 і пружина 8 ліквідують похибку мертвого ходу передачі. Циліндрична пружина 3 забезпечує контакт вимірювального стержня 1 з контрольованою деталлю.

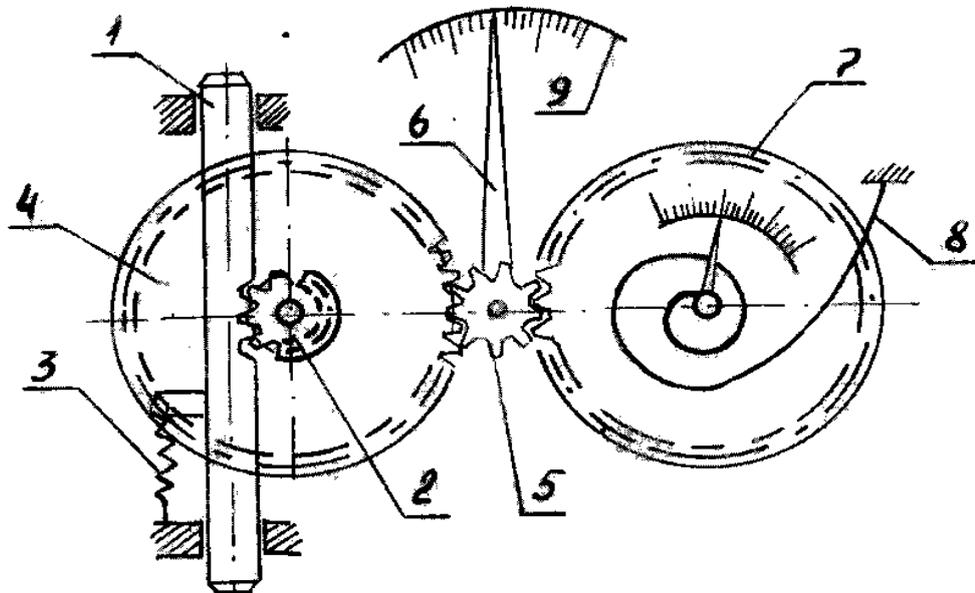


Рис. 8. Індикатор годинникового типу

При лінійному переміщенні стержня 1 на 1мм стрілка-показчик 6 робить один повний оберт, кількість яких показує стрілка 10 на шкалі 11.

### Порядок вимірювання биття деталі індикатором годинникового типу

- 1.Перевірити роботу індикатора плавним натисненням на наконечник стержня
1. При цьому стрілки індикатора повинні отримати плавний обертовий рух.
- 2.Закріпити деталь у центрах, індикатор - в універсальній стійці , при чому наконечник стержня 1 вводиться в контакт з деталлю так , щоб був деякий попередній натяг величиною 1...2мм.
- 3.Поворотом обідка підвести нульову поділку шкали 9 до кінця стрілки 6 .
- 4.Повертаючи деталь , зафіксувати найбільші відхилення стрілки 9 в обидві сторони від нульового положення.

### Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію індикатора годинникового типу .
2. Визначити метрологічні показники приладу .
3. Виміряти лінійні розміри деталі і результати записати у таблицю 3.
4. Закріпити деталь у центрах , індикатор – у стійці .
5. Виміряти радіальне та торцеве биття і результати записати у таблицю 3.
6. Накреслити ескіз деталі і нанести розміри .

Таблиця 3

### Результати вимірювань та обчислень

№ з/п	Параметр	Од. виміру	Перша ступінь	Друга ступінь
1	Діаметр	мм		
2	Довжина	мм		
3	Радіальне биття	мм		
4	Торцеве биття	мм		

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що таке радіальне та торцеве биття ?
2. Призначення , будова та принцип дії індикатора годинникового типу .
3. Порядок визначення радіального та торцевого биття .

### Лабораторна робота № 4

#### ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КУТОМІРІВ

**МЕТА РОБОТИ:** ознайомлення з призначенням, будовою метрологічними характеристиками кутомірів та отримання практичних навичок по вимірюванню кутів.

#### ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ :

- 1.Кутомір ноніусний типу УМ.
- 2.Набір деталей.

Для безпосереднього вимірювання кутових розмірів використовуються механічні та оптичні кутомірні прилади .

Кутоміри ноніусні /по ГОСТу 5378 – 66/ типу УН застосовують для вимірювання зовнішніх та внутрішніх кутів , типу УМ – для контролю зовнішніх кутів . Менш розповсюджені оптичні кутоміри УО .

Кутомір типу УН /рис. 9/ складається з основи 1 з градусною шкалою , на якій

кріпиться лінійка 2 . По основі 2 переміщується сектор 4 з ноніусом 9 і стопорним гвинтом 3 . До сектора 4 знімним кронштейном 8 кріпиться кутник 5 , до якого аналогічним кронштейном 7 приєднується знімна лінійка 6 . У такому вигляді кутомір дозволяє вимірювати кути від 0 до  $50^{\circ}$  . Для контролю кутів в діапазоні  $50...140^{\circ}$  кутник 5 знімається і замість нього в кронштейн 8 вставляється лінійка 6 . При вимірюванні кутів від 140 до  $230^{\circ}$  в кронштейн 8 кріпиться кутник 5 із знятим кронштейном 7 та без лінійки 6 . Вимірювання кутів в діапазоні  $230...320^{\circ}$  виконується без лінійки 6 і кутника 5 . Таким чином , границі вимірювання кутоміром дорівнює  $0...320^{\circ}$ .

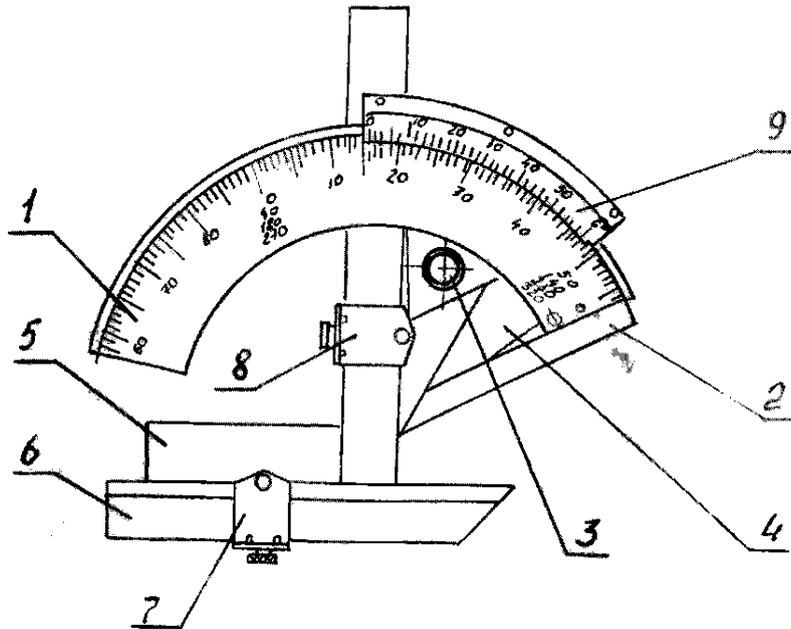


Рис. 9 . Кутомір Семенова /тип УН/

1 – основа; 2 – лінійка; 3 – стопорний гвинт; 4 – сектор; 5 – кутник; 6 – знімна лінійка; 7-8 – кронштейн; 9 – ноніус

Кутомір типу УМ /рис. 10/ складається з основи 4 із закріпленою на ньому лінійкою 3 . Рухома лінійка 1 обертається на осі разом з ноніусом 6 , який має вузол мікропередачі 5 . На рухомій лінійці 1 з допомогою кронштейна може кріпитись кутник 2 . Кутомір дозволяє вимірювати зовнішні кути від 0 до  $180^{\circ}$  . Контроль кутів в діапазоні  $0 ... 90^{\circ}$  виконується при встановленому кутнику 2 , а кут понад  $90^{\circ}$  – без кутника . В останньому випадку до відліку по шкалі кутоміра необхідно добавляти  $90^{\circ}$  .

1. Кутоміри типів УН і УМ мають величину відліку по ноніусу .
2. Відлік по кутовому ноніусу виконується аналогічно відліку по ноніусу штангенінструментів : число хвилин визначається за штрихом ноніуса , який збігається із штрихом основної шкали .

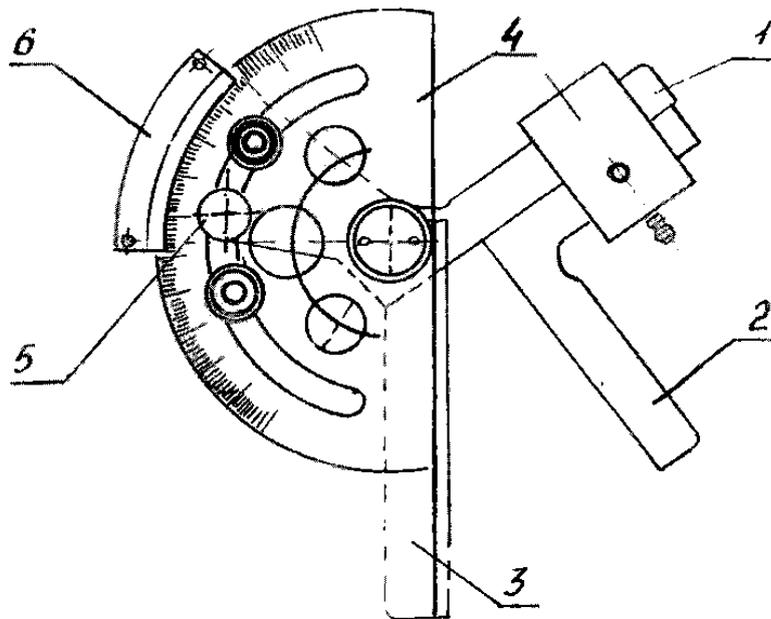


Рис. 10 . Кутомір Кушнікова /тип УМ/

1 – рухома лінійка; 2 – кутник; 3 – лінійка; 4 – основа; 5 – вузол мікроподачі;  
6 – ноніус .

### Порядок виконання роботи

1. Вивчити будову кутомірів .
2. Визначити номінальні кути деталі .
3. Виміряти дійсні величини кутів контрольованої деталі . Результати записати у таблицю 4.
4. Визначити відхилення дійсних значень кутів від номінальних .
5. Виконати ескіз деталі та нанести значення дійсних кутів .
6. Побудувати графік накопичення похибок на кутові величини даної деталі .

Таблиця 4

### Результати вимірювань та обчислень

№ з/п	Позначення кута	Номінальний розмір кута, град .	Дійсний розмір кута, град	Відхилення	Сумарна похибка

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Для чого призначені кутоміри УН і УМ? Їх метрологічні показники .
2. Будова кутомірів .
3. В чому полягає повірка кутомірів ?
4. Порядок виконання вимірів кутових величин кутомірами .
5. Принцип дії відлікового пристрою кутомірів .

## Лабораторна робота № 5

### КОНТРОЛЬ ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНИМИ КІНЦЕВИМИ МІРАМИ

**МЕТА РОБОТИ** : ознайомити з призначенням плиток та отримати практичні навички вимірювань чи контролю плоскопаралельними кінцевими мірами.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ** :

1. Набір плоскопаралельних кінцевих мір.
2. Струбцина.
3. Деталі для вимірювань внутрішніх та зовнішніх розмірів.

#### Загальні відомості про міри довжини

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини призначені для передачі розміру одиниці довжини , перевірки і градуювання засобів вимірювань , для точних вимірювань деталей та точного розмічання .

Міри діляться на зразкові та робочі . Зразкові міри служать градуювання та установки на розмір вимірювальних засобів , а робочі – для безпосереднього вимірювання розмірів деталей при високих вимогах до точності вимірювань .

По точності виготовлення плоскопаралельні кінцеві міри довжини діляться на п'ять класів – 00, 0, 1, 2, 3 . Для кінцевих мір, які знаходяться в експлуатації , додатково встановлені два класи – 4 і 5 .

Клас кінцевої міри характеризує ступінь наближення серединного розміру плитки до її номінального розміру .

Розряд кінцевої міри характеризується граничною похибкою того приладу , з допомогою якого визначали серединну довжину міри та її граничні відхилення від плоскопаралельності .

Блок кінцевих мір утворюється шляхом притирання мір між собою . Явище притирання пояснюється молекулярним притяганням в присутності найтонших шарів змазки .

Щоб підібрати блок кінцевих мір заданого розміру , необхідно керуватись точними правилами : розмір кожної міри, яка входить у блок , повинен виключати із заданого розміру одну або дві цифри із справа . Наприклад, блок плиток розміром 39,98 мм необхідно підібрати так :

39,98	
- 1,08	/1 плитка/
38,9	
- 1,9	/2 плитка/
37	
- 7	/3 плитка/
30	/4 плитка/

Таким чином , блок буде складатись із чотирьох кінцевих мір розмірами  
 $1,08 + 1,9 + 7 + 30 = 39,98$

При складанні блоку кінцевих мір необхідно дотримуватись наступних правил

1. Для всіх можливих варіантів складання блоку необхідно вибирати той , при якому заданий розмір складається із найменшого числа мір , і , відповідно забезпечується найменша похибка розміру блока ; максимальне число кінцевих мір у блоці не повинно перевищувати п'яти.

2. Не можна брати плитки руками за вимірювальні поверхні ; ставити плитки розміром більше 5,5 мм робочими поверхнями на стіл і притирати неробочі поверхні до неробочих .

3. Після вимірювань плитки необхідно промити у чистому бензині та змазати безкислотним вазеліном .

Для зручності користування плитками випускається спеціальний набір , який включає в себе струбцину , вимірювальні та розміточні боковини і основу , що дозволяє використовувати блок кінцевих мір як вимірювальний засіб /рис.11/ , розміточний циркуль /рис. 12/ , або рейсмус /рис. 13/ .

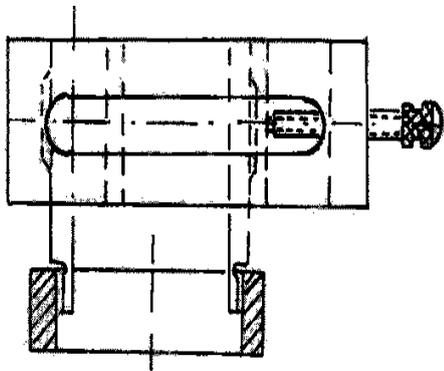


Рис. 11

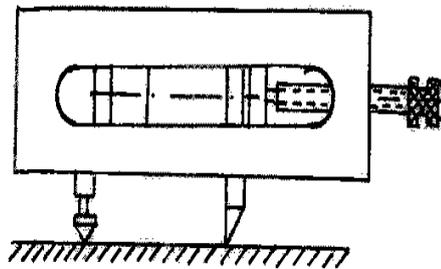


Рис.12

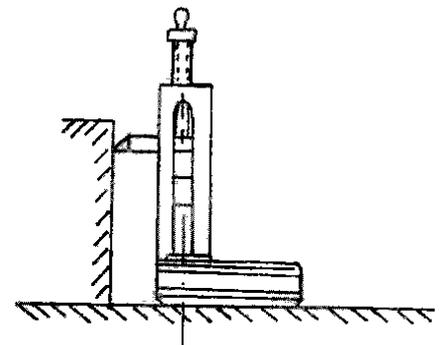


Рис. 13

### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись із загальними відомостями про кінцеві міри довжини .
2. Скласти блок плиток і виміряти зовнішній розмір деталі .
3. Скласти блок плиток і виміряти внутрішній розмір деталі . Отримані результати записати у таблицю 5.
4. Зробити висновок про придатність деталі .

Таблиця 5

### Результати вимірювань

Вимірювання зовнішнього розміру		Вимірювання внутрішнього розміру	
№ з/п	Розміри плиток, мм	№ з/п	Розміри плиток, мм
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ :

1. Призначення кінцевих мір довжини .
2. Класифікація кінцевих мір довжини .
3. Що таке притирання плиток ?
4. Як складаються блоки кінцевих мір ?
5. Правила , які необхідно виконувати при роботі з плитками .
6. Які пристрої входять у набір до плоскопаралельних кінцевих мір довжини?

## Лабораторна робота № 6

### ІНДИКАТОРНІ НУТРОМІРИ

Мета роботи : 1. Вивчити будову та принцип дії індикаторного нутроміра.  
2. Отримати практичні навички роботи з індикаторними нутромірами.

Забезпечення роботи:

1. Індикаторний нутромір.
2. Мікрометр в стійці.
3. Штангенциркуль.
4. Деталь.

#### **Призначення, будова і принцип дії індикаторного нутроміра.**

Індикаторні нутроміри призначені для вимірювання внутрішніх розмірів і діаметрів отворів в межах 2... 1000 мм на глибині до 500 мм . їх конструкції різноманітні . Вони можуть оснащуватись індикаторами з ціною поділки 1 , 2 і 10 мкм і в залежності від діапазону вимірювань і типу індикатора, мають границі допустимих погрішностей 1,8...22 мкм .

Нутроміри з границями вимірювань 3..6, 6...10, 10... 18 мм оснащені важільно-зубчатими головками П . Нутромір для вимірювання розмірів до 450 мм показаний на рис. 14.

В насадці 10 закріплена втулка 7, в яку з однієї сторони загвинчений регулюючий стержень 9, з другої вільно входить рухомий стержень 12 . При установці нутроміра на розмір положення стержня 9 регулюють таким чином, щоб кільцева риска на стержні 12 знаходилась в площині торця втулки 7 . При цьому плечі важеля 11 розміщуються перпендикулярно вісям стержнів 9 і 5, що забезпечує мінімальні погрішності важільної передачі. Положення стержня 9 після регулювання фіксується гайкою 8 . Переміщення стержня 12 через важіль 11 в плечі якого впресовані шарики 6, і стержень 5 передається індикатору 1, встановленому на корпусі 4 теплоізолюваною ручкою 3 .

Вимірюване зусилля створюється пружиною індикатора і пружиною 2. В отвори насадки 10 вставлені направляючі стержні 14 центруючого мостика 13. Пружини 15 притискають місток до поверхні отвору .

Основні погрішності при вимірюванні нутромірами виникають внаслідок зміщення лінії вимірювання відносно діаметра отвору (рис. 15а) і перекосу нутроміра в отворі (рис. 15б)

Лінія вимірювання встановлюється по діаметру отвору за допомогою центруючого містка. Похибку перекосу зменшують, покачуючи нутромір в площині осьового перерізу отвору. При найменших показах приладу лінія вимірювань співпадає з діаметральною площиною отвору.

Перед вимірюванням нутроміри встановлюють на номінальний розмір отвору за допомогою атестованого кільця, або блока кінцевих мір з боковиками, або мікрометра, закріпленого або в стійці, або на вимірювальній машині.

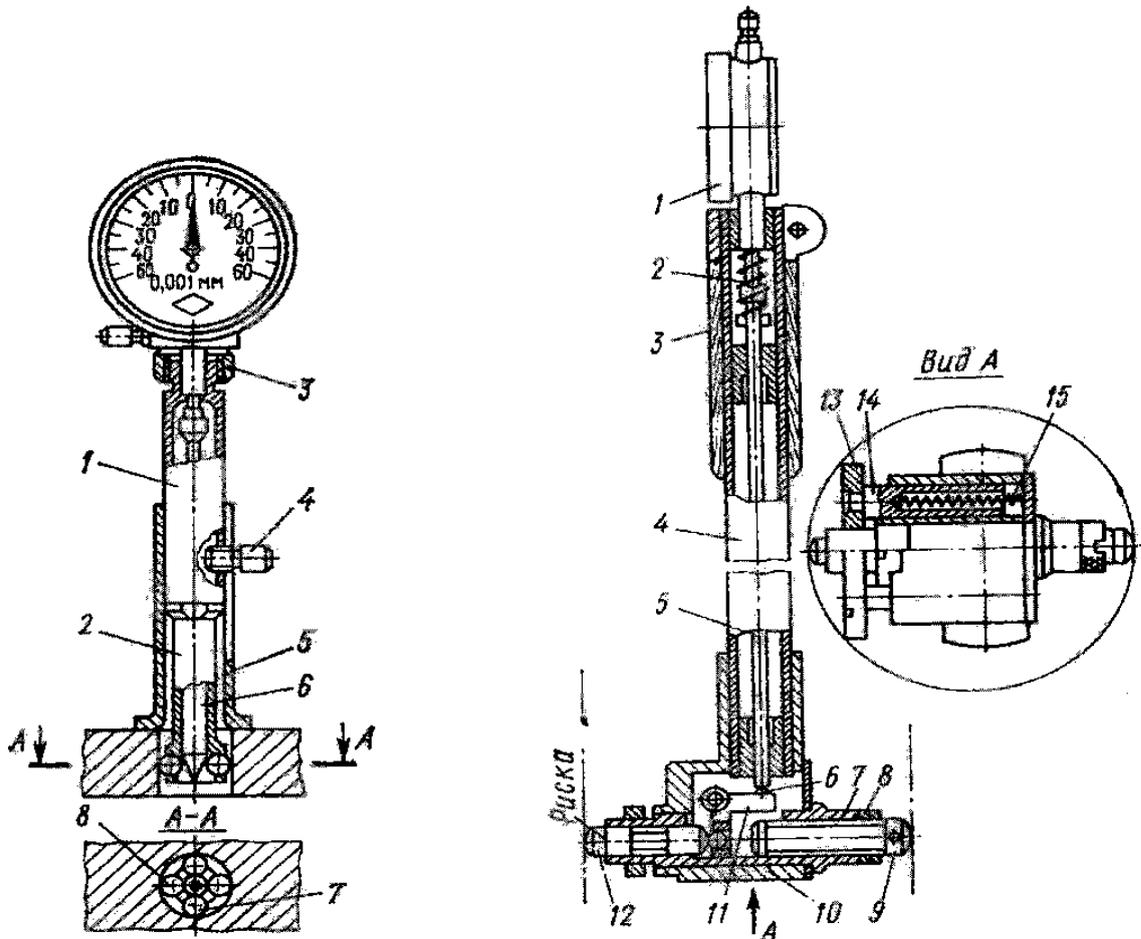


Рис. 14 Індикаторний нутромір

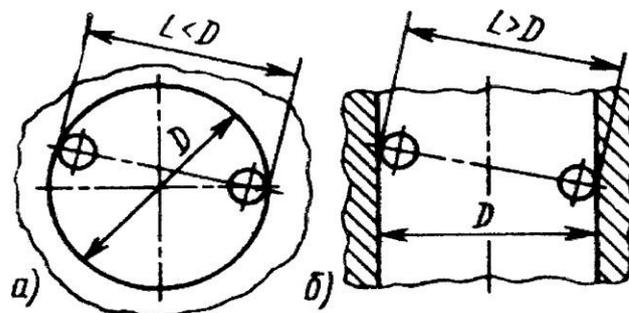


Рис. 15 Погрішності при вимірюваннях нутромірами.  
а) від зміщення лінії вимірювання, б) від перекосу нутроміра.

### Порядок виконання роботи :

1. Перевірити справність приладу . Записати його метрологічні показники .
2. Виміряти штангенциркулем діаметр отвору контрольованої деталі і встановити його номінальний розмір .
3. Встановити і зафіксувати номінальний розмір на мікрометрі між поверхнями п'ятки і мікрогвинта .
4. Встановити нутромір на номінальний розмір отвору за допомогою мікрометра .
5. Виміряти за допомогою нутроміра відхилення діаметра контрольованого отвору від номінального розміру за схемою, (рис. 16)
6. Визначити дійсний розмір контрольованого отвору .
7. Визначити похибку форми контрольованого отвору .
8. Дані записати в таблицю 6.

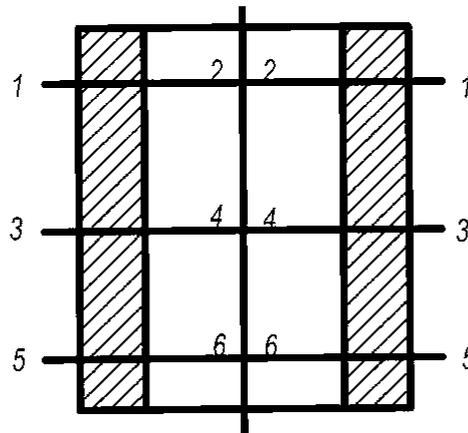


Рис. 16 Схема вимірювання.

Таблиця 6

### Результати вимірювання

№ з/п	Дійсний розмір отвору, виміряний штангенциркулем, мм	Номінальний розмір отвору, мм	Переріз	Покази нутроміра, мм	Дійсний розмір отвору, виміряний нутроміром, мм	Різниця розмірів, мм	
						По глибини отв.	По перерізу
1			1-1				
2			2-2				
3			3-3				
4			4-4				
5			5-5				
6			6-6				

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Призначення нутромірів та принцип їх дії .
2. Будова нутроміра.
3. Порядок налагодження нутроміра .
4. Порядок вимірювання за допомогою нутроміра
5. Метрологічні показники нутроміра.

## Використана література

1. *Желєзна А.О.* Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: навч. посіб. /А.О. Желєзна, В.А. Курилович. – К: Кондор, 2005. – 793 с.
2. *Когут М.С.* Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Методичні рекомендації до виконання до лабораторних робітдробіт для інженерних спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» / М.С. Когут. – Львів, ЛДАУ, 2006. Ч1. - 40 с.
3. ДСТУ ГОСТ 577:2009. Індикатори часового типу с ціною поділок 0,01 мм. Технічні умови. – К.:Держспоживстандарт України, 2009. – 11 с.
4. ДСТУ ГОСТ 6507:2009. Мікрометри. Технічні умови. – .:Держспоживстандарт України, 2009. – 12 с.
5. *Грушецька М.Г.* Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання / М.Г. Грушецька. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. 136 с.

Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 27 Транспорт, спеціальність 274 Автомобільний транспорт денної форми навчання. / уклад. І.В. Свищук – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. – 24 с

Ком'ютерний набір  
Редактор

І.В. Свищук  
І.В. Свищук

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2023 р. Формат А4.  
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5  
Обл. вид. арк. 3,4. Тираж 15 прим.