

*МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА БУДІВЕЛЬНА КОРПОРАЦІЯ
ДВНЗ «ЗАПОРІЗЬКИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ КОЛЕДЖ»*

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

*Устрії і методика вимірювання штанген,
мікрометричним і індикаторним інструментом
для студентів спеціальностей:*

- Обслуговування та ремонт автомобілів та двигунів*
- Експлуатація та ремонт підйомно-транспортних,
будівельних і дорожніх машин та обладнання*

Розробили викладачі

В.П. Момот

О.Г. Лаврік

*Розглянуто і схвалено
на засіданні циклової комісії
протокол №01 від 31.08.2011
Голова комісії спеціальності ОРАД
_____ В.І. Пурдік*

*Запоріжжя
2011*

Анотація

Методичний посібник призначено для викладачів та учнів, які використовують вимірювальні інструменти в процесі вивчення предметів, виконання практичних, лабораторних робіт, при проходженні практик у технікумі та на виробництві.

Методичний посібник дає можливість викладачам і майстрам практик при вивченні устрою та методики користування вимірювальними інструментами викладати це використовуючи однотипні найменування та методики вимірювання. Це буде сприяти більше швидкому вивченню та наробітку практичних навичок в користуванні інструментами.

Методичний посібник вміщує дані про призначення, устрій, перевірку нульового положення, читання показників, настроювання інструментів: штангенциркуль, штангензубомір, мікрометр, індикатор годинного типу, індикаторний нутромір.

Методичний посібник дає можливість швидко відновити свої знання та навички з вимірювальних інструментах перед виконанням лабораторних і практичних робіт.

Методичний посібник призначений для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей ОРАД та ЕРБМО.

1 Устрій та методика виміру штангенциркулем

Устрій штангенциркуля ШЦ-II-160-0,05: штанга 7 з двома нерухомими вимірювальними губками: верхня 1б - для зовнішніх вимірів і розмітки; нижня 1а - для зовнішніх і внутрішніх вимірювань.

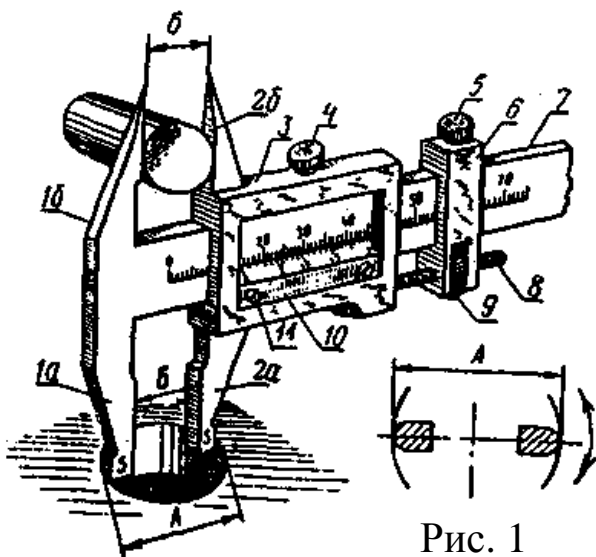


Рис. 1

На штанзі 7 рухомо встановлена рамка 3 із двома губками: верхня 1б - для зовнішніх вимірів і розмітки; нижня 1а - для зовнішніх і внутрішніх вимірів. На рамці 3 на гвинтах 11 кріпиться шкала Ноніуса 10. Рухома рамка 3 стопориться на штанзі 7 гвинтом 4. Для точних вимірювань рухома рамка 3 з вимірювальними губками 2а та 2б переміщується за допомогою мікрогвинта 8 з гайкою 9.

Гайка 9 та мікрогвинт 8 установлені в рамці 6, котра стопориться на штанзі 7 гвинтом 5. Ціна ділення рисок (штрихів) на штанзі 7 – 1 мм., на шкалі Ноніуса - 0,05 мм.

1.1 Перевірка нульового положення штангенциркуля

- З'єднуємо вимірювальні губки 1а, 1б, 2а, 2б до відсутності зазора між ними, попередньо протерти їх поверхні.
- Інструмент нульовий, якщо нульові штрихи штанги й шкали Ноніуса співпадають (див. рис.2)
- У випадку розходження цих штрихів необхідно:

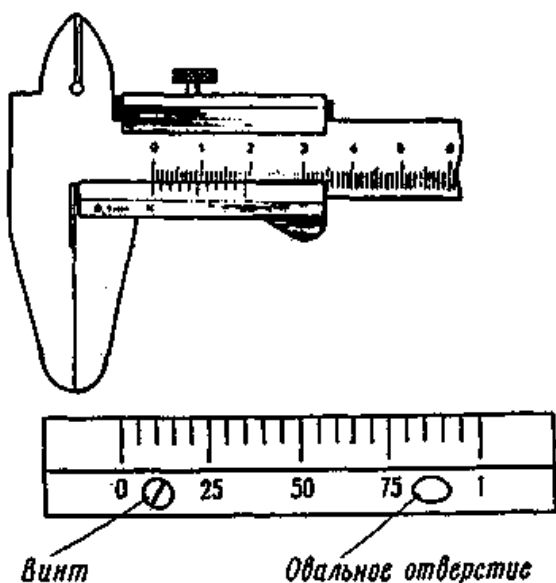


Рис. 2

- 1) послабити два гвинти 11 шкали Ноніуса 10,
 - 2) змістити шкалу Ноніуса 10 до суміщення нульових штрихів штанги 7 та шкали Ноніуса 10,
 - 3) затягнути два гвинта 3 (див. рис.3)
 - 4) знов перевіряємо нульове положення інструменту.
- г) Аналогічну перевірку та настройку виконують після ремонту штангенциркуля, тобто після шліфування робочих поверхонь спрацьованих вимірювальних губок.

1.2 Методика виміру зовнішніх поверхонь (Рис. 1)

- 1) Вимірювальні губки 1а, 1б, 2а, 2б доводять до стикання з поверхнею деталі. Рис. 2
- 2) Закріплюємо рамку мікрогвинта 6 гвинтом 5 на штанзі 7.
- 3) Обертаючи гайку 9 рухаємо рамку 3 разом з губками 2а та 2б до щільного стикання з поверхнею деталі (відчуваючи затруднене обертання гайки 9).
- 4) Закріплюємо рамку 3 на штанзі 7 гвинтом 4.
- 5) Знімаємо штангенциркуль з поверхні деталі (повинно бути без особливих зусиль).
- 6) Читаємо розмір.

1.3 Особливості технології виміру отворів

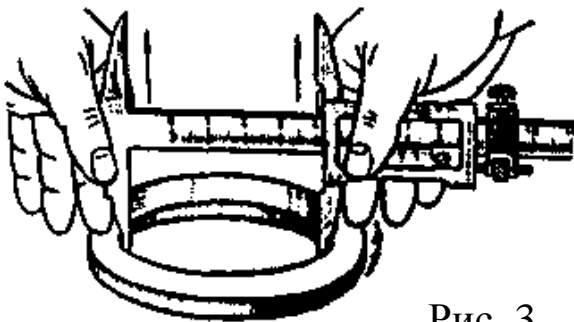


Рис. 3

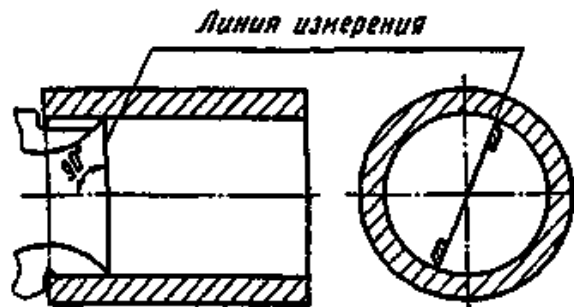


Рис. 4

а) Установити штангенциркуль нижніми губками 1а та 2а (рис. 1) (зовнішня поверхня) у отвір до стикування з поверхнею отвору так, щоб лінія вимірювання була перпендикулярна вісі деталі та проходила через центр. (Рис.4.)

б) Закріпити рамку мікрогвинта 6 на штанзі 7 гвинтом 5. (Рис. 1)

в) Обертаючи гайку 9, рухаємо рамку 3 з губкою 2а добитися легкого контактування двома губками 1а та 2а (Рис. 1), при цьому фіксуємо губку 1а нерухомо, а губку 2а погойдуємо по радіусу. (Рис.1 та Рис. 4)

г) Закріпити рамку 3 на штанзі 7 гвинтом 4.

д) Виймаємо штангенциркуль з отвору (якщо він не виймається або із значним зусиллям, вимірювання повторити).

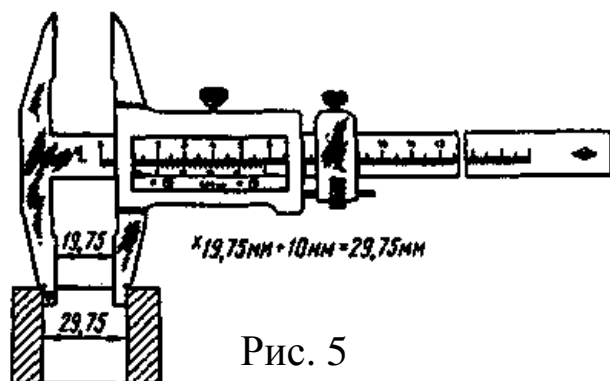


Рис. 5

е) Читаємо розмір (тільки до показу шкали на штанзі додаємо товщину губок 10 мм. (для нових штангенциркулів) або 9,9; 9,8; 9,7; 9,6; 9,5; 9,4; 9,3; 9,2; 9,1; 9,0. (для бувших у ремонті)) (Рис.5)

1.4 Особливості виміру більших діаметрів

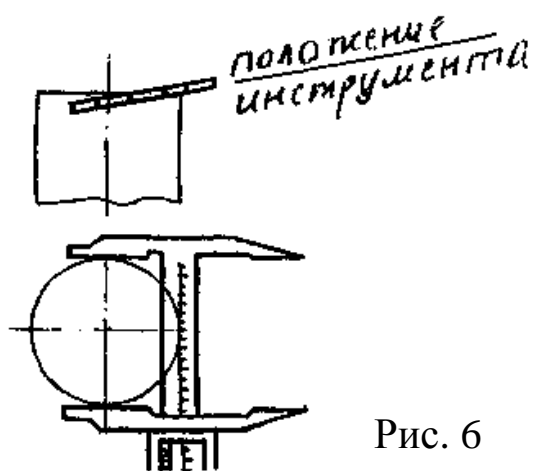


Рис. 6

Штангенциркуль розташовувати на похило до торцевої поверхні деталі так, щоб точки дотику деталі з губками були посередині довжини губок. (Рис.6)

1.5 Устрій та вимірювання штангенциркулем ШЦ-I-125-0,1

а) Устрій: (Рис.7)

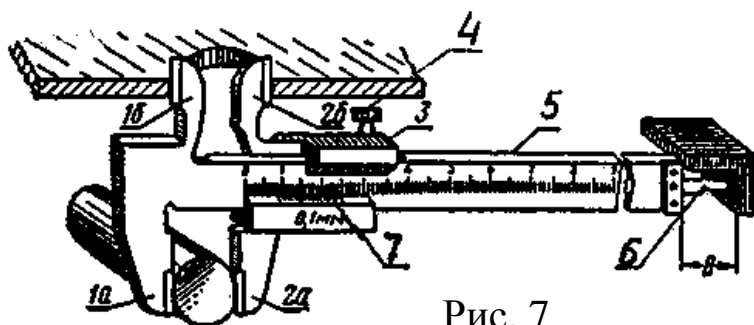


Рис. 7

Штанга 5 із двома нерухомими вимірювальними губками 1а та 1б; на штанзі 5 рухливо установлена рамка 3, на котрій нанесена шкала Ноніуса та розташовані губки 2а й 2б. Рамка 3 стопориться на штанзі 5 гвинтом 4. Губки 1б і 2б призначенні для вимірювання внутрішніх розмірів; губки 1а та 2а призначенні для вимірювання зовнішніх розмірів. На протилежній стороні штанги 5 в пазу розташована рухома лінійка глибиноміра 6, котра нерухомо з'єднана з рамкою 3. При вимірюванні штангенциркулем ШЦ-I-125-0,1 рухому рамку пересуваємо великим пальцем руки до упору губок у поверхню вимірюваної деталі (Рис.8, Рис 9).

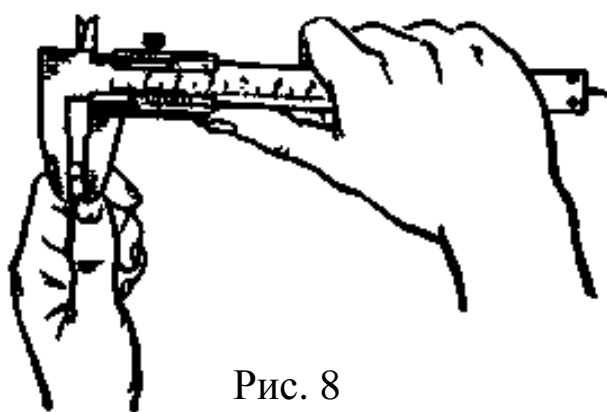


Рис. 8

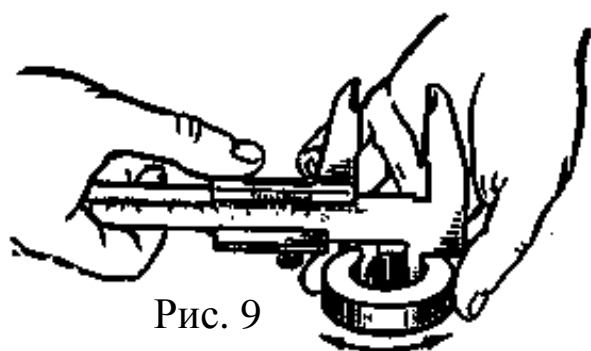


Рис. 9

Значення розмірів отворів читати тільки із шкали штанги й шкалі Ноніуса.

б) Читання розмірів:



Пример отсчета:
 $61 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм} \times 4 =$
 $= 61,4 \text{ мм}$

Рис. 10

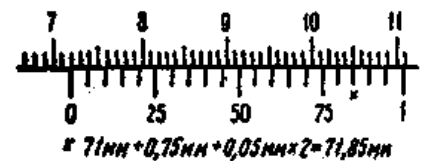


Пример отсчета:
 $39 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм} \times 7 =$
 $= 39,7 \text{ мм}$

Рис. 11



$\times 12 \text{ мм} + 0,05 \text{ мм} \times 3 = 12,15 \text{ мм}$



$\times 7,1 \text{ мм} + 0,15 \text{ мм} + 0,05 \text{ мм} \times 2 = 7,3 \text{ мм}$

Рис. 12

- 1) Ціле число мм. відлічується за шкалою штанги зліва направо нульовим штрихом шкали Ноніуса.
- 2) Дрібна величина для штангенциркуля зі шкалою Ноніуса 0,1 мм. визначається множенням ціни ділення на порядковий номер штриха шкали Ноніуса (невраховуючи нульового), який співпадає зі штрихом штанги. (Рис.10, Рис.11)
- 3) Дрібна величина для штангенциркуля зі шкалою Ноніуса 0,05 мм. визначається множенням ціни ділення на порядковий номер штриха шкали Ноніуса (невраховуючи нульового), який співпадає із штрихом штанги. (Рис.12)

2 Устрій і методика вимірювання товщини зуба штангензубоміром

2.1 Устрій

Штангензубоміри „ШЗ” призначені для вимірювання товщини зуба за хордою ділильного кола.

Штангензубомір складається і двох штанг 8 та 14, з'єднань нерухомо та розташованих взаємоперпендикулярно. На вертикальній штанзі 8 з вимірювальною губкою 1 рухливо установлена рамка 4 з висотною лінійкою 2; рамка 4 стопориться гвинтом 5, на рамці 4 кріпиться шкала Ноніуса 11 із ціною розподілу 0,02 мм. Рамка 4 переміщується по вертикальній штанзі за допомогою гайки 9 і мікрогвинта 10, котрі установлені в рамці 7. Рамка 7 на вертикальній штанзі закріплюється гвинтом 6. На горизонтальній штанзі 14 установлена рухома рамка 13 з вимірювальною губкою товщини 3 та шкалою Ноніуса 19. Рамка 13 стопориться гвинтом 12. Горизонтальна рамка 13 переміщується по штанзі 14 мікрогвинтом 18 з гайкою 17. Мікрогвинт 18 з гайкою 17 установлені в рамці 16, що стопориться гвинтом 15.

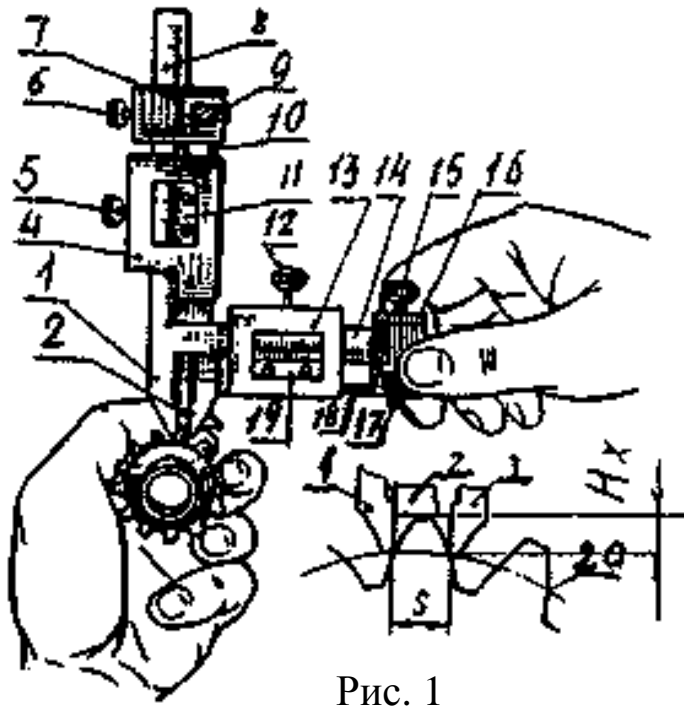


Рис. 1

1. Губка вертикальної штанги.
2. Висотна лінійка.
3. Губка горизонтальної рамки.
4. Рамка вертикальної штанги.
5. Гвинт.
6. Гвинт.
7. Рамка мікрогвинта подачі.
8. Вертикальна штанга.
9. Гайка мікрогвинта.
10. Мікрогвинт.
11. Шкала Ноніуса.
12. Гвинт.
13. Рамка горизонтальної штанги.
14. Горизонтальна штанга.
15. Гвинт.
16. Рамка мікрогвинта подачі.
17. Гайка мікрогвинта подачі.
18. Мікрогвинт подачі.
19. Шкала Ноніуса.
20. Ділильне коло.

2.2 Методика вимірювання товщини зуба за хордою ділильного кола

- а) За формулою визначаємо висоту H_x (з точністю 0,02 мм.), на якій будемо вимірювати товщину S .
- б) Установлюємо розрахункову висоту H_x на вертикальній штанзі 8 за допомогою мікрогвинта 10 та гайки 9: вручну встановлюємо за нульовим штрихом шкали Ноніуса цілі мм. та 0,5 мм, закріплюємо рамку 7 гвинтом 6 й обертаючи гайку 9 мікрогвинта 10 встановлюємо соті долі мм, переміщуючи рамку верхньої штанги 8. Рухому рамку вертикальної штанги стопорим гвинтом 5.
- в) Штангензубомір установити на зуб так, щоб висотна лінійка 2 торкалася кола виступів зуба, а вимірювальні губки 1 та 2 - бокової поверхні зуба.
- г) Стопорим рамку 16 мікрогвинта 18 гайкою 17 з гвинтом 15.
- д) Обертаючи мікрогайку 17 гвинта подачі 18 переміщуємо рамку 13 із вимірювальною губкою до щільного стикання з боковою поверхнею зуба, що оцінюємо за появленням зазора між висотною лінійкою і колом виступів зуба.
- е) Зворотнім обертанням гайки мікро гвинта 17 повернути висотну лінійку до стикання з колом виступів зуба, тобто зазор (просвіт) повинен зникнути.
- ж) Застопорити рамку 13 гвинтом 12.
- з) Читаємо розмір товщини зуба: проти нульової риски шкали Ноніуса рамки горизонтальної штанги 14 читаємо цілі мм. та 0,5 мм., по шкалі

Ноніуса 19 читаємо соті болі мм. за співпаданням риски шкали Ноніуса та риски на горизонтальній штанзі.

3 Уристрій та методика вимірювання розмірів мікрометром

3.1 Устрій мікрометра:

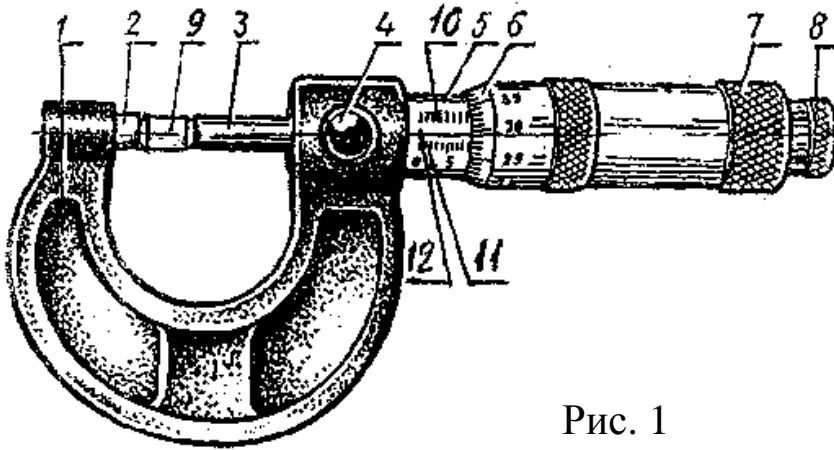


Рис. 1

Корпусом мікрометра є скоба 1, в яку запресовані з однієї сторони п'ята 2, а з другої - стебло 5 з поздовжньою рисою, по обидві боки від якої розташовані штрихи (шкали) з інтервалом в 1 мм, притому верхні штрихи зміщені на $\frac{1}{2}$ інтервалу відносно

нижніх так, що інтервал між сусідніми верхнім 10 і нижнім 11 штрихами складає 0,5 мм, тобто по верхній шкалі читаємо розміри через 0,5 мм. після кожного цілого нижньої шкали. Внутрі стебла знаходиться мікрометрична пара гайка-гвинт 3 з кроком різьби 0,5 мм, тобто за один оберт гвинта він переміщується вздовж вісі на 0,5 мм. Мікрогвинт стопориться гвинтом 4. За допомогою ковпачка 9 мікрогвинт з'єднаний з барабаном 6 на конічному пояскі якого нанесена кругова шкала 6 з числом ділень 50. Барабан 6 разом з мікрогвинтом 3 за один оберт переміщується вздовж вісі на 0,5 мм, таким чином ціна одного ділення на

барабані дорівнює $\frac{0,5}{50} = 0,01 \text{ мм.}$

В ковпачку знаходиться храповий механізм трещітки 8. Мікрогвинт при вимірюванні обертає тільки за накатану частину корпуса трещітки 8, призначеної для обмеження вимірювального зусилля.

Відрахування розмірів цілих та 0,5 мм. виконують по нижній 11 та верхній 10 шкалам стебла 5, а десяті та сотенні долі мм. - додатково за штрихами кругової шкали барабана 6, які співпали з продольною рисою на стеблі.

Мікрометри виготовляють із граничними розмірами через 25 мм: МК 0...25; МК 25...50; МК 50...75; МК 75...100 і т.п. Перед тим як користуватися мікрометром його необхідно перевірити на точність настроювання нуля "0".

3.2 Настроювання та перевірка нульового положення мікрометра

Перевірка виконується наступним чином:

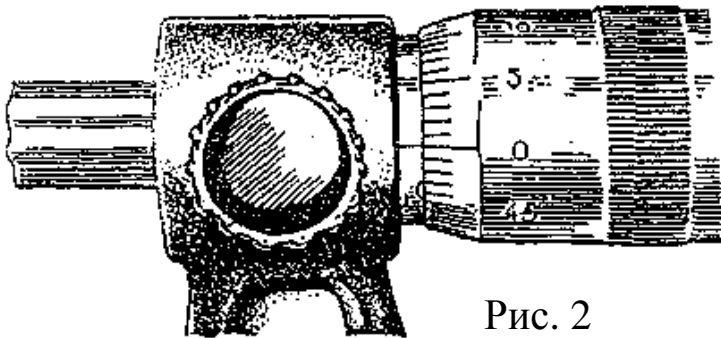


Рис. 2

- а) Обертаємо гвинт 3 за трещітку 8 так, щоб він торкнувся п'ятою 2 (для мікрометра МК 0...25), або до стикування вимірювальних поверхнь мікрометра з поверхнями установочної міри 9. Мікрометр настроєний на

“0” - нульовий штрих барабана повинен збігатися з поздовжньою рисою 12 стебла 5, а торець барабана б повинен відкривати нульовий штрих стебла 5 нижньої шкали;

- б) Настроювати на “0” необхідно, якщо похибка складає більше $\pm 0,05$ мм, при похибці у межах $\pm 0,05$ мм. її необхідно враховувати:
- 1) при установленні розміру на мікрометрі її виставляти;
 - 2) при похибці менше “0” її додають до показання мікрометра після вимірювання;
 - 3) при похибці більше “0” її віднімають від показання мікрометра після вимірювання;

3.3 Технології вимірювання та читання розмірів.

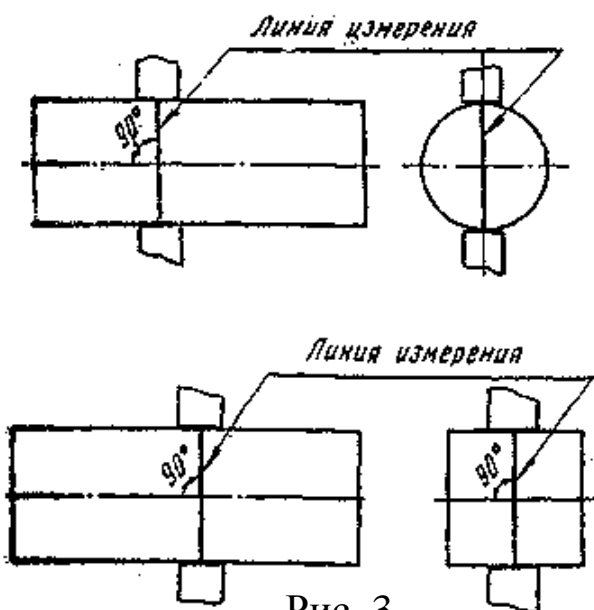


Рис. 3

- а) Протерти вимірювальні поверхні мікрометра: п'яту 2 та торець гвинта 3.
- б) Установити мікрометр на розмір більш вимірюваного розміру.
- в) Обертаючи за трещітку 8 підводимо гвинт 3 до торкання з поверхнею деталі.
- г) Перевірити відсутність перекосу, для круглих деталей контролюють діаметр, переміщуючи деталь або мікрометр перпендикулярно площині вимірювання.

- д) Стопорим мікрогвинт 3 гвинтом 4 і читаємо розмір. Для читання розміру використовуємо 3-ю шкали: нижня 11 - цілі мм, верхня 10 - 0,5 мм, соті долі мм. - на конусній поверхні барабана б. Ціле число мм та

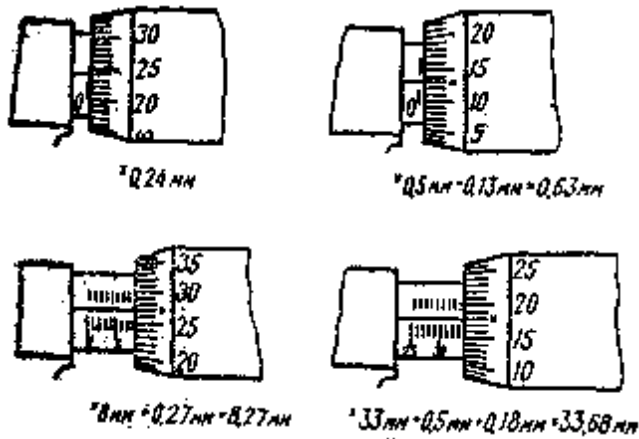


Рис. 4

0,5 мм. відраховуємо торцем конусної поверхні барабана 6 на стеблі 5 по нижній і верхній шкалам. Соті долі мм. визначаємо за порядковим номером штриха на конусній поверхні барабана 6, який співпадає з поздовжньою рисою 12 стебла 5.

4 Устрій та методика вимірювання індикатором годинного типу.

4.1 Устрій індикатора типа УГ-10:

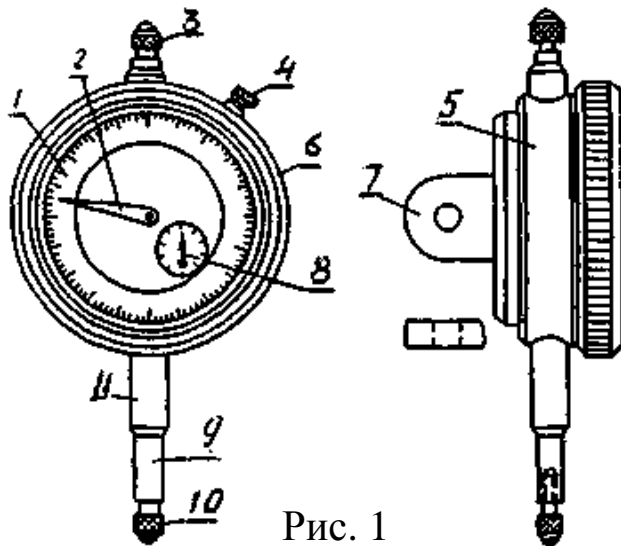


Рис. 1

Корпус 5, в якому установлена гільза 11. В гільзі 11 розташований рухомо вимірювальний стрижень 9, з'єднаний зубчастою рейкою з набором шестірень й стрілками 2 та 8. На корпусі 5 рухомо розташована велика шкала 1 з ціною ділення 0,01 мм, яка обертається за ободок 6, і мала шкала із стрілкою 8, відраховуюча число обертів великої стрілки. Ободок фіксується на корпусі стопором 4.

Велика шкала має дві цифрові шкали: зовнішня - для читання розмірів, коли стрілець відхиляється за годинником і внутрішня - для читання розмірів, коли стрілка відхиляється проти годинника.

У стрижень 9 знизу угвинчений наконечник 10, зверху - головка 3 ручного приводу стрижня. Індикатор кріпиться в пристрої за гільзу 11 або за вухо 7.

4.2 Перевірка постійності показів індикатора

Перед застосуванням індикатора в роботі необхідно:

- Взяти двома пальцями за головку 3 вимірювального стрижня 9 та повільно підняти на 2...3 мм. (Рис.2)
- Плавню опустити вимірювальний стрижень 9 у первісне положення.
- Проробити операції а) та б) 3...4 рази.

г) Стрілка повинна повернутися в первинне положення або різниця показів не повинна перевищувати 0,5 ділення.

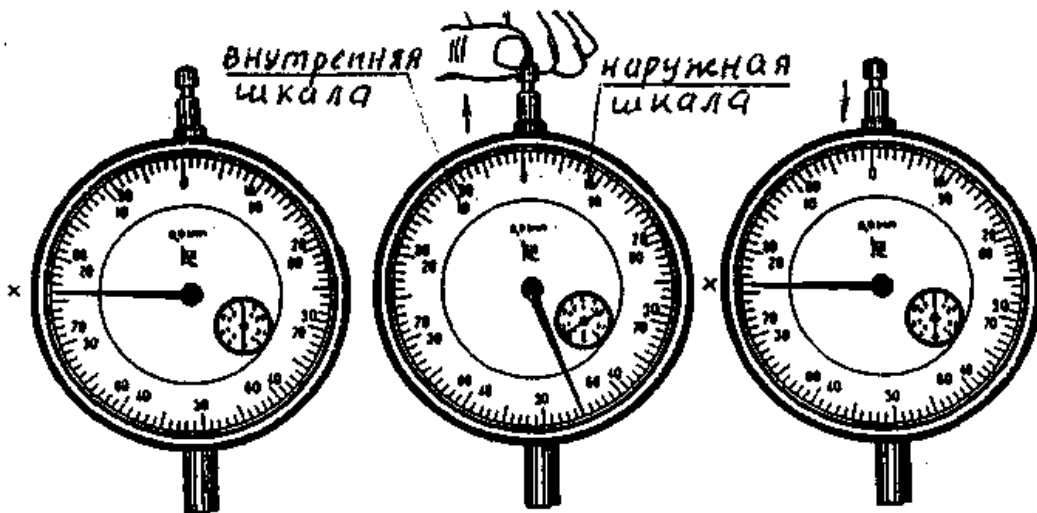


Рис. 2

Примітка:

Операції з перевірки, установка та зняття індикатора з поверхні деталі виконувати плавно без ривків.

4.3 Методика вимірювання радіального биття вала

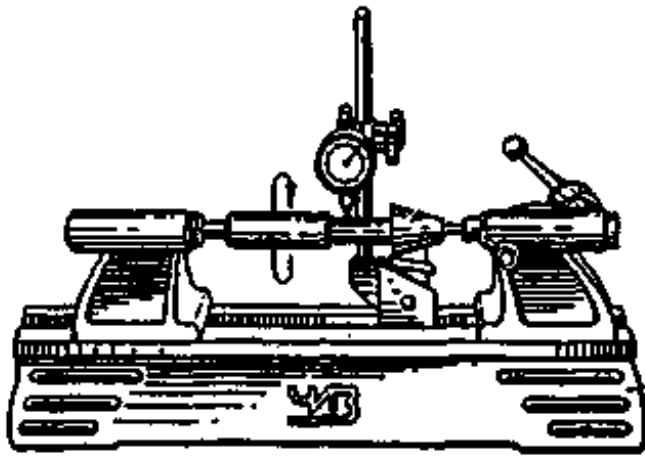


Рис. 3

- Установити вал у центрах пристрою. (Рис. 3)
- Індикатор закріпити в стійці.
- Опустити кронштейн з індикатором по стійці до торкання наконечника 10 з поверхнею деталі так, щоб маленька стрілка 8 зійшла з позначки "0".

- Шкалу 1 ободком 6 виставляємо по стрілці 2 на "0".
- Повільно повертаємо вал на 360° та фіксуємо відхилення великої стрілки 2 від "0" уліво та управо.
- Різниця відхилень - це радіальне биття вала.

4.4 Методика вимірювання торцевого биття. (Рис. 4)

- Установити вал у центрах пристрою
- Індикатор закріпити в стійці.

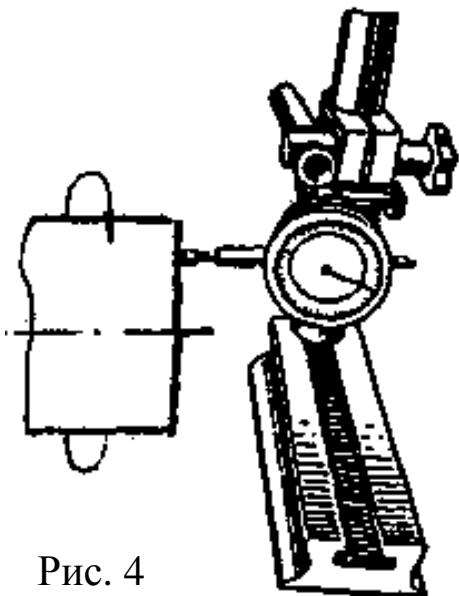


Рис. 4

- в) Пересунути індикатор разом зі стійкою до торкання наконечника 10 із торцем вала так, щоб маленька стрілка 8 зійшла з “0” (нульової позначки)
- г) Повільно повернути вал на 360° та запам'ятати найбільше й найменше відхилення великої стрілки.
- д) Різниця відхилень є торцевим биттям.

4.5 Методика визначення вигину вала.

Вигин валу визначається за формулою:

$$f_{\max} = \frac{\text{Сум. биття.} - \text{овал.}}{2}, \text{ мм} \quad (4.1)$$

де f_{\max} - найбільший вигин, мм.;

Сум. биття. - сумарне биття (сума відхилень великої стрілки 2 уліво та управо від нульової позначки);

овал. - овальність, яку визначаємо як різницю двох взаємоперпендикулярних вимірювань поверхні валу мікрометром у місці контакту індикатора та вала. Таким чином, для визначення вигину необхідно мати два інструмента: індикатор годинникового типу та мікрометр.

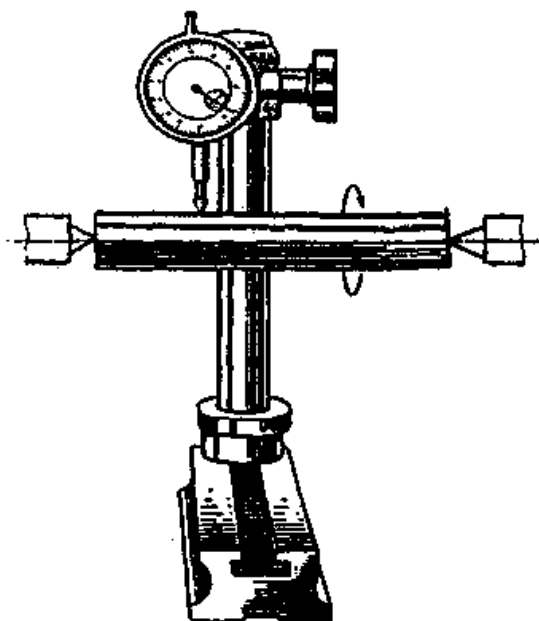


Рис. 5

Послідовність виконання роботи (Рис. 5)

- а) Виконати операції а), б), в), г), д) як при визначенні радіального биття вала.
- б) Сума показів відхилень великої стрілки уліво та управо є сумарним биттям.
- в) Мікрометром вимірюємо діаметр вала в двох взаємоперпендикулярних площинах (в місці контакту індикатора з деталлю); різниця розмірів – овальність.

- г) Знайдені значення сумарного биття та овальності заносимо до формулу 4.1 й визначаємо вигин.

4.6 Методика вимірювання розмірів деталей індикатором (Рис. 6)

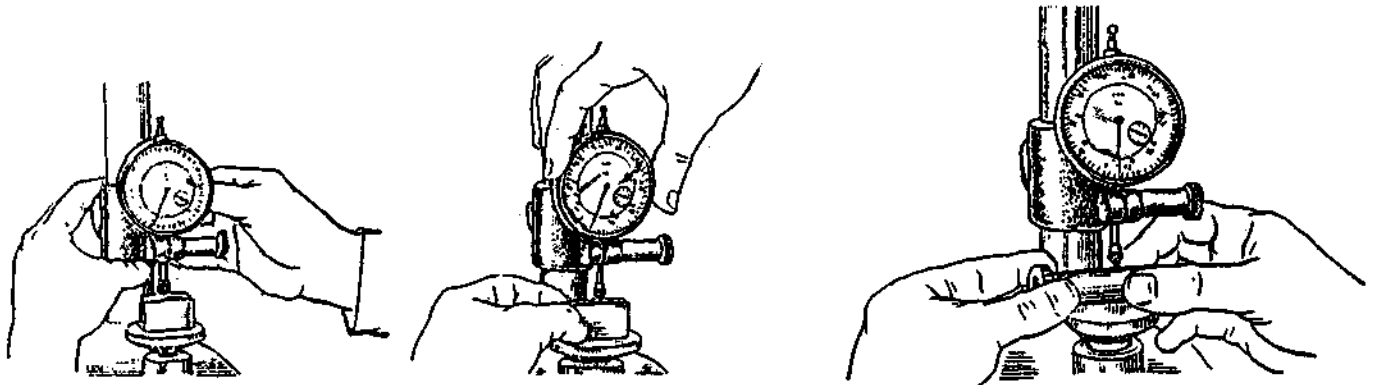


Рис. 6

- а) Установити індикатор на штативі з предметним столиком.
- б) Зкомплектувати блок плоскопаралельних кінцевих мір довжин за номінальним розміром деталі та установити на предметний стіл штатива.
- в) Повільно підвести індикатор до дотику з кінцевою мірою довжини так, щоб маленька стрілка 8 зійшла з нульової позначки “0” на 1...2 ділення, а велику шкалу 1 установити на “0” по стрілці 2.
- г) Повільно видалити кінцеву міру довжини, притримуючи стрижень індикатора за головку 3, знов установити кінцеву міру довжини та перевірити показання “0” (нульового штриха).
- д) Установити на предметний стіл вимірювану деталь, плавно та повільно посувати деталь до підведення діаметра перерізу під вимірювальний наконечник. Цей переріз легко буде помітити за перемінною напрямлення обертання стрілки індикатора – спочатку торкання наконечника 10 з поверхнею деталі по мірі наростання розміру стрілка буде обертатися за годинниковою стрілкою, у місці проходження максимального розміру вона на мить зупиниться, а потім (головна) велика стрілка 2 почне обертання проти годинникової стрілки, тому що розмір буде зменшуватись.
- е) Фіксувати показання стрілки великої шкали 1, якщо вона відхиляється за годинниковою стрілкою, то нормальний установлений розмір зменшується на величину відхилення великої стрілки (читати по зовнішніх цифрам великої шкали); якщо вона відхиляється проти годинникової, то номінальний установлений розмір зменшується на величину показання великої стрілки по внутрішніх цифрах великої шкали.

ж) Визначаємо дійсний розмір як різницю (при русі стрілки 2 проти годинникової) номінального розміру та показання великої стрілки; а якщо велика стрілка 2 відхиляється за годинником визначаємо дійсний розмір як суму номінального розміру та показання великої стрілки.

5 Устрій та технологія вимірювання отворів індикаторним нутромір.

5.1 Устрій:

Індикаторний нутромір складається з корпуса 15, в який уставлена втулка 4 з теплоізоляційною накладкою 5 та кожух 7 індикатора. В кожух установлюється та закріплюється індикатор 8, з'єднаний із двоплечим важелем 11 через стрижень 10. Двоплечий важіль 11 через кулю 1 з'єднаний з рухомим стрижнем 2, на якому на пружинах установлений центруючий місток 16. З другого боку у корпус запресована втулка 12 з різьбою для установлення змінних стрижнів 14, які регулюються за довжиною ввертанням у втулку 12 і фіксуються гайкою 13.

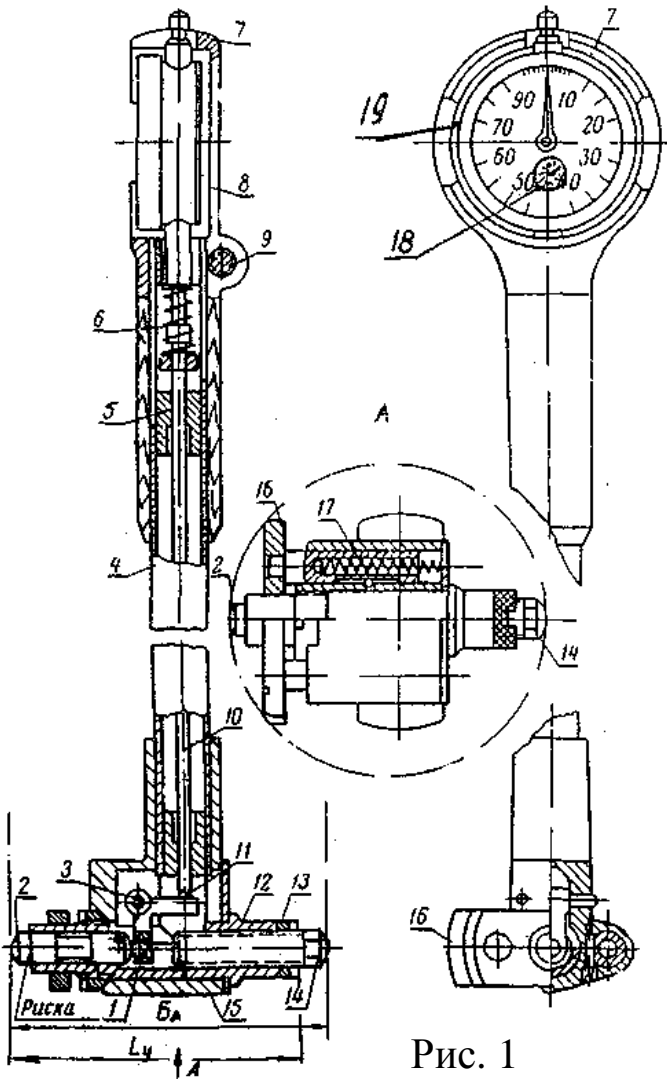


Рис. 1

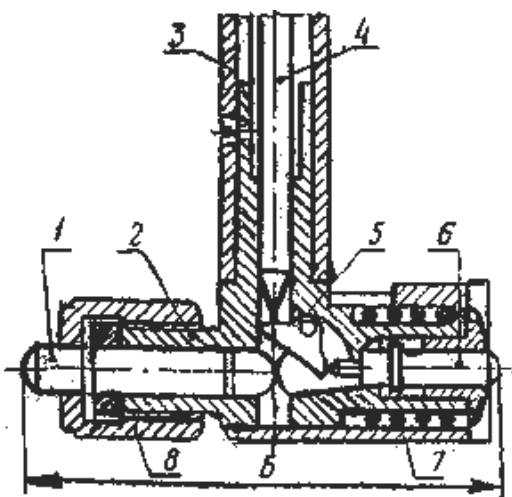


Рис. 2

За конструкцією змінні стрижні 1 (Рис. 2) можуть бути гладкими, котрі кріпляться до корпуса накидною гайкою 8. Для розширення меж розмірів до змінних стрижнів додають втулки товщиною 1, 2, 4, 6 мм, з яких можна скласти додаткові розміри від 1 до 10 мм.

5.2 Методика вимірювання:

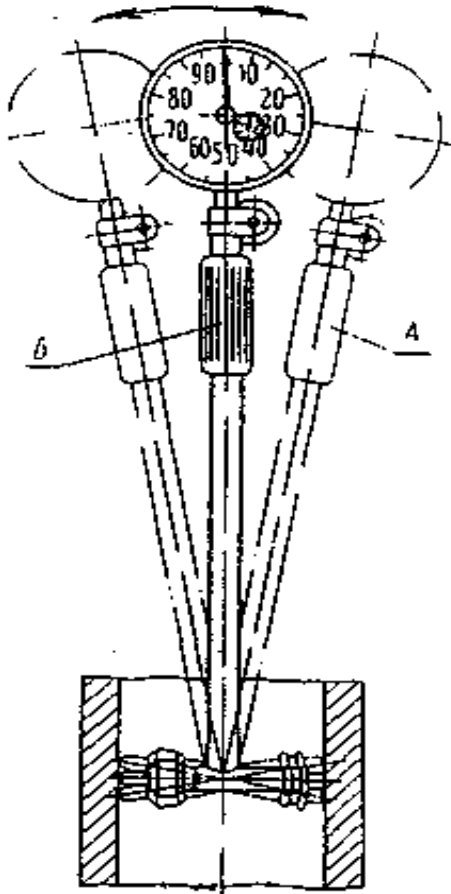
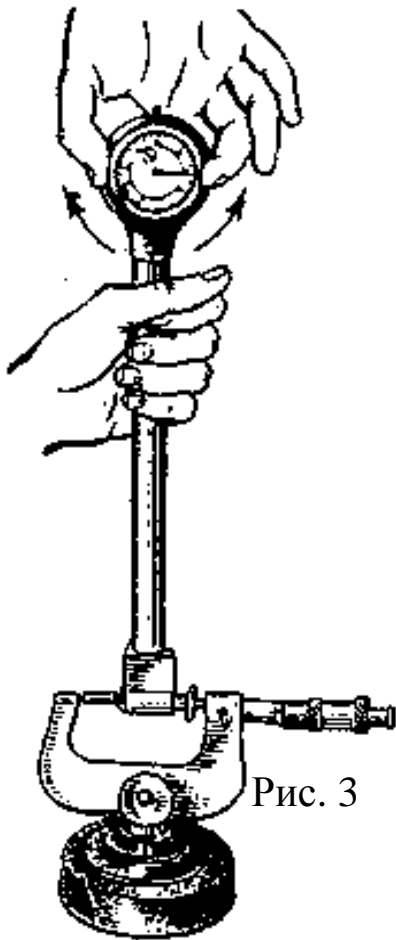


Рис. 4

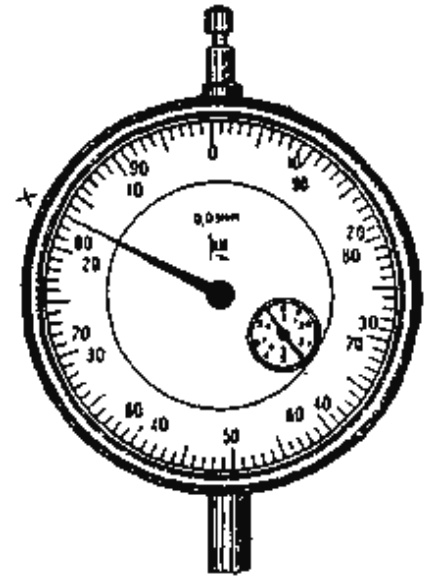
- а) Виміряти діаметр отвору штангенциркулем.
- б) Цей розмір збільшити на 0,5...1 мм, округлити до цілого або 0,5 мм. та установити на мікрометрі.
- в) Зібрати індикаторний нутромір на цей розмір:
 - 1) установити індикатор в корпус нутроміра так, щоб маленька стрілка шкали зрушилась з "0";
 - 2) установити змінний стрижень (згідно розміру) та закріпити накладною гайкою 8 (Рис. 2) або гайкою 13 (Рис. 1).
- г) Установити індикаторний нутромір у мікрометр і настроїти його на "0" (зафіксувати установлений розмір на мікрометрі по індикатору годинникового типу); запам'ятати положення маленької стрілки 18, а шкалу великої стрілки встановити на „0”, обертаючи ободок 19 (Рис. 13).
- д) Установити індикаторний нутромір у вимірюваний отвір та відхиляючи його в площині вимірювання відмічаємо найбільше відхилення великої стрілки по чорній шкалі (Рис. 4). Відмічаємо напрямок та величину зміщення маленької стрілки 18 (Рис. 1), при переміщенні її проти годинникової стрілки – установлений розмір зменшується, при переміщенні маленької стрілки за годинниковою – збільшується на величину відхилення великої стрілки за чорною шкалою.
- е) Таким чином дійсний розмір буде дорівнює різниці або добутку, установленного розміру на мікрометрі та показанням індикатора годинникового типу індикаторного нутроміра (Рис. 5).



Установка произведена на $.0^+$
(на размер 68 мм)



$\times 68\text{мм} - 0,06\text{мм} = 67,94\text{мм}$



$\times 68\text{мм} + 0,17\text{мм} = 68,17\text{мм}$

Рис. 5