

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та комп'ютерних технологій



Кафедра «Технічний сервіс в АПК»

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА
ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Методичні вказівки до практичної роботи №13
на тему: «**ВИМІРЮВАННЯ ІНДИКАТОРНИМ**
ІНСТРУМЕНТОМ»

напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування»

ОКР Бакалавр
(на основі повної загальної середньої освіти)

2018

Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання.
Методичні вказівки до практичної роботи №13 на тему
«ВИМІРЮВАННЯ ІНДИКАТОРНИМ ІНСТРУМЕНТОМ» для
студентів напрям підготовки 6.050503 «Машинобудування» ОКР
Бакалавр (на основі повної загальної середньої освіти) Таврійський
державний агротехнологічний університет, 2018.– 20 с.

Розробив: к.т.н., проф. Серий І.С.,
к.т.н., доц. Паніна В.В.,
ас Полудненко О.В.

Рецензент: доц. Дашивець Г.І.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри
“Технічний сервіс в АПК” .

Протокол № . від . .2018 р.

Схвалено і рекомендовано до впровадження в навчальний процес
методичною комісією факультету інженерії та комп’ютерних
технологій

Протокол № . від . .2018 р.

ВИМІРЮВАННЯ ІНДИКАТОРНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

Практична робота № 13

МЕТА РОБОТИ: вивчити будову, призначення індикаторів і індикаторних інструментів. Навчитися настроювати, вимірювати розміри деталей основними видами індикаторних інструментів і визначати придатність розмірів.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи

1.1.1 Вивчити призначення, будову і застосування індикаторних інструментів [1 с.156-159].

1.1.2 Вивчити принцип настроювання індикаторних інструментів [1 с. 147-152].

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Види індикаторів і індикаторних інструментів. Призначення кожного з них.

1.2.2 Будова індикатора годинникового типу (індикаторного нутроміра).

1.2.3 Послідовність настроювання індикаторного нутроміра для вимірювань.

1.2.4 Який метод вимірювання застосовується при використанні індикаторного нутроміра?

1.3 Рекомендована література

1. Сірий І.С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання (2-е видання доповнене і перероблене): Підручник / І.С. Сірий. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 353 с.

2. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 367 с.
3. Сірий І.С., Колісник В.С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. – Київ.: Урожай, 1995. – 264 с.
4. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1979.– 343 с.
5. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для втузов/А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1986.– 352 с.

2 ВКАЗІВКИ З ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виміряти індикаторним нутроміром задані розміри деталі. Визначити овальність і конусоподібність обмірюваних поверхонь, придатність розміру.

2.1.2 Виміряти індикатором годинникового типу радіальне биття заданих поверхонь деталі.

2.1.3 Дати метрологічну характеристику застосовуваних інструментів.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Індикатор годинникового типу ИЧ-2, ИЧ-10.

2.2.2 Індикаторний нутромір.

2.2.3 Мікрометр МК–125 зі стійкою

2.2.4 Прилад для визначення биття у центрах.

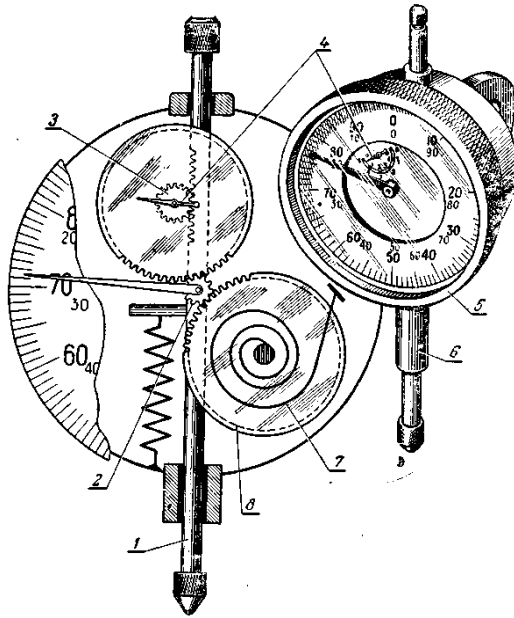
2.2.5 Деталі для вимірювання

2.2.6 Інструкція з охорони праці.

2.3 Теоретичні відомості

Штангенциркуль, мікрометр та інші інструменти служать для абсолютних вимірювань, тобто коли весь вимірюваний розмір визначають безпосередньо по шкалі. Відносні вимірювання полягають в тому, що по шкалі знаходять тільки відхилення розміру від установочної міри або зразка, за яким прилад було відрегульовано на нуль.

Індикатор годинникового типу (рис. 1) є найбільш розповсюдженим приладом для відносних вимірювань. Вимірювальний стрижень 1, що має у середній частині нарізану зубчасту рейку, при своєму переміщенні обертає подвійне зубчасте колесо 3, яке, в свою чергу, обертає трибку 2, на вісі якої закріплено стрілку 4.



1-вимірювальний стрижень; 2-трибка; 3-подвійне зубчасте колесо; 4-мала стрілка; 5-обичайка; 6-гільза; 7-пружинний волосок; 8-додаткове зубчасте колесо

Рисунок 1 – Індикатор годинникового типу

Додаткове зубчасте колесо 8 з пружинним волоском 7 усуває похибку від бокового зазору в зубчастих зачепленнях і зазорів в опорах. Колесо 8 постійно утримує в зачепленні зубчасті колеса, причому під час ходу вимірювального стрижня вверх або вниз зачеплення відбувається по одній стороні зубців.

Передаточні відношення в індикаторі підібрано так, що переміщенню стрижня індикатора на 1 мм відповідає 1 оберт великої стрілки. Шкала має 100 поділок, ціна поділки шкали індикатора дорівнює 0,01 мм. Для встановлення на нуль шкалу індикатора повертають за обичайку 5. Число обертів великої стрілки індикатора або число цілих міліметрів ходу вимірювального стрижня індикатору визначають за переміщенням малої стрілки 4. ціна поділки шкали малої стрілки дорівнює 1мм.

Зовнішні розміри малогабаритних деталей визначають індикатором, закріпленим в стояку з круглим (розмір деталі до 80 мм) або квадратним (розмір деталі до 125 мм) столом (рис. 2).

При вимірюванні деталей складної форми і більших розмірів зручно користуватися індикаторними скобами (рис. 3).

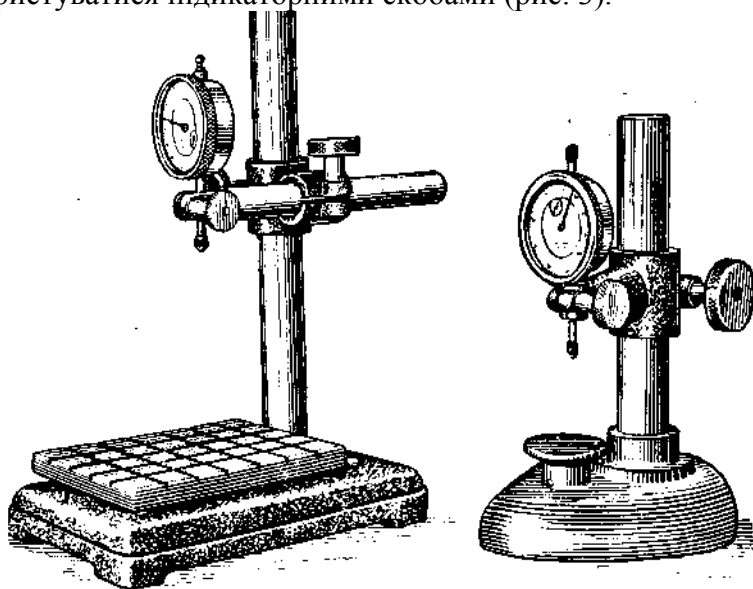


Рисунок 2 – Індикатори в стояку з круглим і квадратним столом

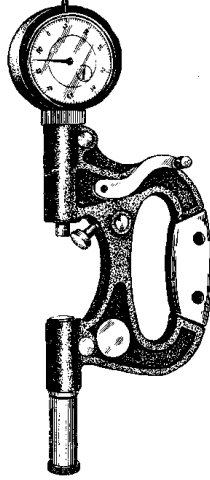


Рисунок 3 – Індикаторна скоба

Нутромір призначений для вимірювання отворів. Конструктивна схема нутроміра звичайної точності показана на рис. 4. В якості вимірювального пристрою в індикаторному нутромірі використовують індикатор часового типу 1. Він встановлюється в трубку нутроміра 2 та закріплюється цанговим затискачем, розрізним кільцем 13 та гайкою 14.

Вимірювальні стрижні – рухомий 3 та нерухомий 4 (змінна вставка) розташовані в корпусі 5.

Вимірювальний стрижень 3 закінчується клином, який при переміщенні стрижня діє на шарик 6, що передає рух на стрижень 7 та на вимірювальний стрижень індикатора. Центруючий місток 8 шарнірно з'єднаний через вісь 9 з корпусом 5. Зусилля містка створюється пружиною 10, що діє на місток через ковпачок 11.

Вимірювальне зусилля створюється індикатором та пружиною.

В комплект нутроміра входить шість змінних вимірювальних вставок 4, дві шайби 15, два подовжувача 16 та ключ. Цей набір дозволяє змінювати нульову установку приладу в межах вимірювання.

Під час роботи прилад слід тримати за теплоізолюючу рукоятку.

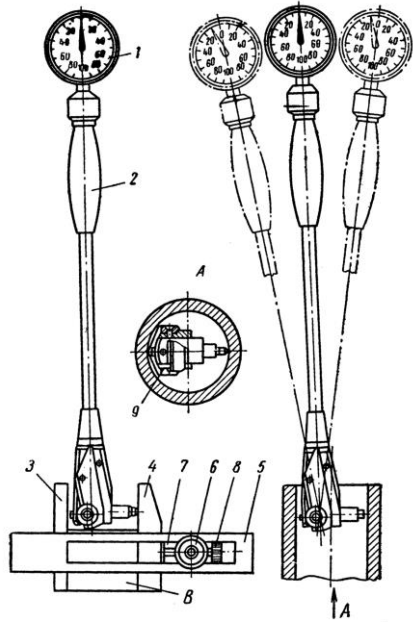
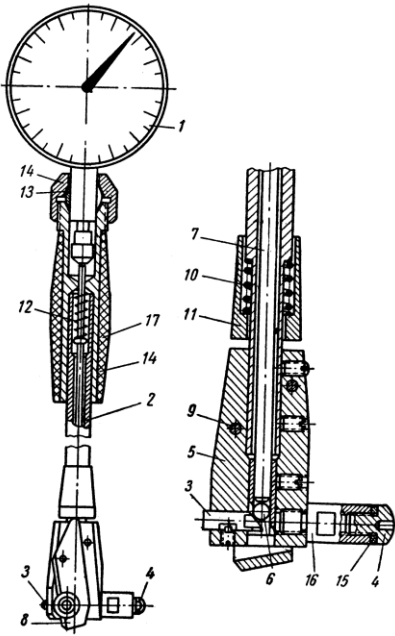


Рисунок 4 – Індикаторний нутромір
Рисунок 5 – Настройка на нуль нутроміра

Настройка приладу на нуль здійснюється по блоку кінцевих мір (рис. 5). До складеного блоку мір *B* притирають спеціальні боковики 3 та 4 і разом з ними блок затискають в тримачі 5, підтискаючи боковик колодкою 7. Остаточню блок затискають в тримачі гвинтом 8.

Потім між вимірювальними поверхнями поміщують вимірювальний стрижень і змінний стрижень індикатора. Закручуючи або викручуючи змінний стрижень, домагаються того, щоб кільцева риска на вимірювальному стрижні була приблизно на рівні торця втулки корпусу. В такому положенні похибка при вимірюванні буде найменшою. Якщо при цьому маленька стрілка індикатора не показує цілого числа міліметрів, то головку індикатора переміщують вгору або вниз відносно корпусу нутроміра. Коли маленька стрілка індикатору стане на риску 1 або 2 мм, стопорять контргайкою регульовану п'ятку і стопорною гайкою – індикаторну головку в

корпусі. Обертаючи шкалу індикатора за обичайку встановлюють велику стрілку на нуль. Для установлення індикаторного нутроміра можна також використовувати звичайний мікрометр (рис. 6), але точність вимірювань при цьому буде дещо нижчою. На мікрометрі, закріпленому у спеціальному штативі, відкладають номінальний розмір вимірюваного отвору і стопорять вимірювальний стрижень мікрометра. Затим поміщують стрижні нутроміра між п'ятками мікрометру і проводять вищевказані операції.

Розмір, який показує нутромір при установленні його між плоскими боковичками, буде базовим. Відхилення показань індикатора від базового розміру при вимірюванні дорівнюють відхиленням розміру деталі від номінального.

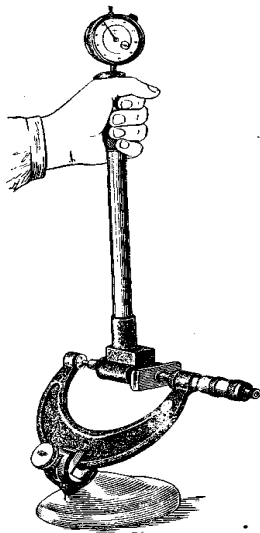


Рисунок 6 - Настроювання індикаторного нутроміра за допомогою мікрометру

При вимірюванні місток 8 (рис. 4) центрує вимірювальний стрижень по діаметру. Однак при цьому його треба встановити перпендикулярно осі циліндру, тобто зафіксувати найменший з розмірів, які показує нутромір. Для цього поміщують в отвір вимірювальний стрижень і центруючий місток. Заглибивши їх в корпус нутроміра, вводять в отвір змінний стрижень і встановлюють трубку індикатора приблизно вздовж осі отвору.

Потім, попередньо нахиливши трубку індикатора, поступово випрямлюють її до тих пір, поки стрілка індикатора, що рухається за годинниковою стрілкою, не зупиниться і не почне рухатися проти годинникової стрілки. Найбільше відхилення стрілки індикатора від базового розміру вкаже відхил вимірюваного розміру від номінального. В процесі вимірювання індикаторний нутромір треба тримати за дерев'яну термоізолюючу ручку, інакше, під дією температури руки він дасть велику похибку.

Після завершення вимірювань перевіряють нульове показання приладу. У випадку порушення його більше, ніж наполовину поділки шкали вимірювання вважають недійсними.

Індикаторний нутромір є незамінним при вимірюванні діаметрів циліндрів двигунів, корінних підшипників, діаметрів отворів верхньої і нижньої головок шатуна і т.д. Межі вимірювання індикаторних нутромірів: 6 – 10, 10 – 18, 18 – 35, 35 – 50, 50 – 100, 100 – 160, 160 – 250, 250 – 450, 450 – 700, 700 – 1000 мм.

Індикаторний глибиномір (рис. 7) складається з основи 2 з нижньою вимірювальною поверхнею, індикатора 3 і змінного вимірювального стрижня 1. Набір вимірювальних стрижнів дозволяє вимірювати глибиноміром у межах 0–100 мм.

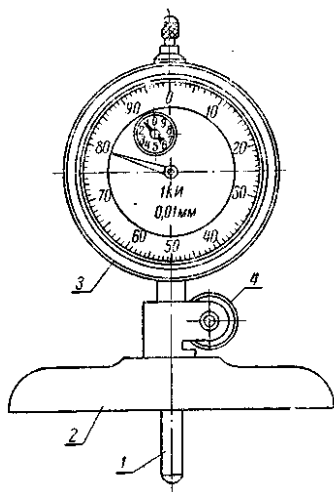


Рисунок 7 – Індикаторний глибиномір

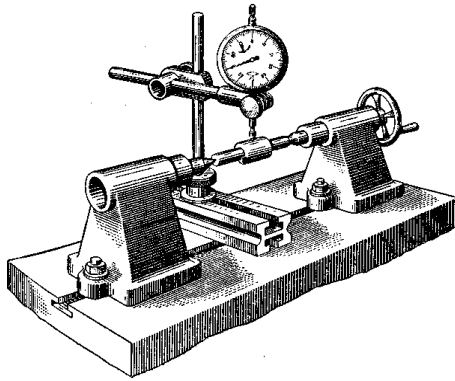


Рисунок 8 – Індикатор з універсальним стояком

Індикатором у сполученні з універсальним стояком (рис. 8) можна визначати радіальне і торцеве биття, відхил від прямолінійності та інші відхили форми і взаємного розташування поверхонь.

При вимірюванні биття стрижень індикатора розташовують перпендикулярно до поверхні, що вимірюється і забезпечують запас ходу в один-два оберти стрілки.

Для вимірювання биття у важкодоступних місцях індикатором годинникового типу застосовують рівноплечі прямі (рис. 9) і кутові важелі (рис. 10).

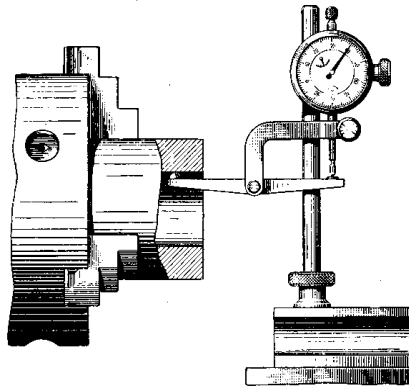


Рисунок 9 – Перевірка радіального биття отвору за допомогою прямого важеля

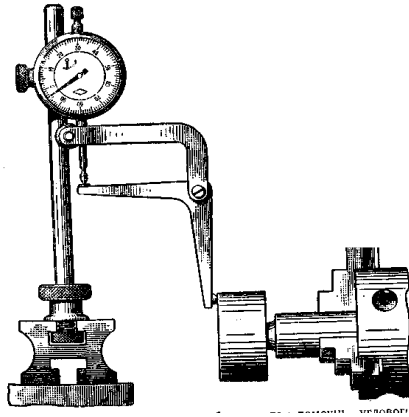


Рисунок 10 – Перевірка торцевого биття за допомогою кутового важеля

2.4 Рекомендації щодо виконання роботи й оформлення звіту

Завдання 1. Виміряти індикаторним нутроміром внутрішні розміри деталі. Визначити овальність і конусоподібність обмірюваних поверхонь. Дати висновок про придатність внутрішнього розміру.

2.4.1.1 Записати у таблицю 1 журналу практичних робіт початкові дані розміру деталі по заданому варіанту.

2.4.1.2 Настроїти індикаторний нутромір для вимірювань за допомогою мікрометра по номінальному розміру вимірювального отвору, зазначеному в таблиці 1 журналу практичних робіт.

Установити на мікрометрі номінальний розмір вимірювального отвору. Мікрометр попередньо потрібно настроїти на нуль і закріпити в стійці.

Для настроювання індикаторного нутроміра відвернути контргайку регулюючого стержня. Вимірювальні поверхні нутроміра ввести між вимірювальними поверхнями мікрометра. Регулюючий стержень вивернути на такий розмір, щоб маленька стрілка індикатора

показала на цифру 1 або 2. Цим забезпечується необхідний запас ходу індикаторного нутроміра. Регулюючий стержень закріпити контргайкою. Установити нульовий розподіл шкали індикатора проти його великої стрілки.

Вивести вимірювальні поверхні нутроміра з мікрометра.

2.4.1.3 Виміряти індикаторним нутроміром задані внутрішні розміри деталі . Для цього віджати центруючи її містик нутроміра, ввести його вимірювальні поверхні в обмірювальний отвір і встановити їх перпендикулярно осі отвору. Це здійснюється невеликим покачуванням нутроміра відносно деталі для знаходження найменшого розміру – крайнього положення великої стрілки індикатора при її русі за годинниковою стрілкою. Визначити показання великої і маленької стрілок індикатора. Кількість цілих міліметрів показує маленька стрілка, а сотих частин - велика стрілка. Показання індикатора записати у таблицю 1 журналу лабораторних робіт.

Отвір вимірювати у двох взаємно перпендикулярних площинах 1 - 1 і 2 - 2 і трьох перерізах А - А, Б - Б і В - В.

2.4.1.4 Визначити дійсний розмір обмірюваного отвору і записати у таблицю 1 звіту. Він визначається в такий спосіб:

$$D_e = D_n + k, \quad (1)$$

де D_e – дійсний розмір отвору, мм;

D_n – номінальний розмір отвору, на який наструювали нутромір, мм;

k – алгебраїчна різниця (з урахуванням знака) між запасом ходу і показаннями індикатора, мм.

2.4.1.5 Обчислити овальність і конусоподібність обмірюваних поверхонь.

Овальність - піврізниця діаметрів у двох взаємно перпендикулярних площинах (1 - 1 і 2 - 2) у кожному перерізі (А - А, Б - Б і В - В).

Конусоподібність - піврізниця діаметрів у крайніх перерізах (А - А і В - В) в одній площині (1 - 1 або 2 - 2).

Результати розрахунків записати у таблицю 1 журналу практичних робіт.

2.4.1.6 Визначити придатність розміру отвору.

Отвір придатний, якщо його дійсний розмір менше або дорівнює найбільшому граничному розміру, але більше або дорівнює найменшому граничному розміру.

Поправний брак - отвір менше найменшого граничного розміру.

Непоправний брак - отвір більше найбільшого граничного розміру.

Про визначення у вигляді: ”**Придатний**”, ”**Поправний брак**” або ”**Непоправний брак**” записати у таблицю 1 журналу практичних робіт.

Завдання 2. Виміряти індикатором годинникового типу радіальне биття заданих поверхонь деталі.

2.4.2.1 Приготувати прилад для вимірювання биття у центрах. Для цього закріпити в ньому вимірювальну деталь і індикатор. Стрижень індикатора повинний перпендикулярно стосуватися поверхні деталі. Забезпечити запас ходу вимірювального стержня індикатора 1 - 2 мм. Маленька стрілка при цьому повинна бути на першому або другому діленні шкали. Закріпити індикатор у цьому положенні.

2.4.2.2 Виміряти радіальне биття заданих поверхонь деталі. Для цього повільно від руки повернути деталь на один оберт. Визначити найбільше і найменше показання індикатора з урахуванням знака.

Результати вимірювання записати у таблицю 2 журналу практичних робіт. Обчислити величину биття. Величина биття дорівнює різниці найбільшого і найменшого відліку за один оберт деталі. Величини відліків і биття записати у таблицю 2 журналу практичних робіт.

Завдання 3. Дати метрологічну характеристику застосовуваних інструментів.

Записати у таблицю 3 журналу практичних робіт метрологічні показники засобів вимірювання. Межі вимірювання, ціну поділки шкали визначити по шкалам і написам на інструментах.

Граничні похибки інструментів визначити у таблицях [1.с.346 – 352], [2.с.150 – 153].

ВИМІРЮВАННЯ ІНДИКАТОРНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 13

Завдання 1. Виміряти індикаторним нутроміром внутрішні розміри деталі. Визначити овальність і конусоподібність вимірюваних поверхонь. Дати висновок про придатність внутрішнього розміру.

Таблиця 1 – Вихідні дані і результати вимірювань індикаторним нутроміром

Номинальний розмір з відхилами, мм		$120_{0}^{+0,02}$		Граничний розмір, мм	Найб.	120,02
					Найм.	120,00
Площина і переріз виміру		Переріз А-А	Переріз Б-Б	Переріз В-В	Конусоподібність, мм	Висновок про придатність
Площина 1-1	Показання індикатору, мм	1,41	1,39	1,41	0,01	Відновити під нормальний розмір групи М $120_{0}^{+0,02}$
	Діаметр, мм	119,59	119,61	119,59		
Площина 2-2	Показання індикатору, мм	1,44	1,47	1,48	0,02	
	Діаметр, мм	119,56	119,53	119,52		
Овальність, мм		0,015	0,04	0,035		

Завдання 2. Виміряти індикатором годинникового типу радіальне биття заданих поверхонь деталі.

Таблиця 2 – Результати вимірювань індикатором радіального биття

Поверхня		1	2	3
Показання індикатора, мм	Найбільше	0	+0,02	+0,01
	Найменше	-0,03	-0,01	-0,01
Радіальне биття, мм		0,03	0,03	0,02

Завдання 3. Дати метрологічну характеристику застосованих інструментів.

Таблиця 3 – Метрологічні показники засобів вимірювання

Найменування інструменту	Межі вимірювання, мм	Ціна поділки шкали, мм	Гранична похибка інструменту, мкм
Індикатор годинникового типу	0-2	0,01	±6
Індикаторний нутромір	120-140	0,01	±25

Роботу виконав _____ Роботу прийняв _____

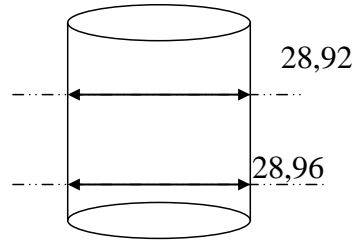
2.5 Питання для самоконтролю

1. ПРИ ВИМІРЮВАННІ РАДІАЛЬНОГО БИТТЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ СТРИЖЕНЬ ІНДИКАТОРА ПОВИНЕН ДО ОСІ ДЕТАЛІ БУТИ:

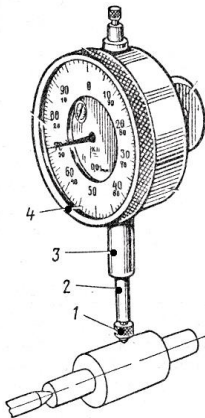
- a) перпендикулярно
- b) симетрично
- c) паралельно

2. КОНУСОПОДІБНІСТЬ ДЕТАЛІ, ЯКА ВКАЗАНА НА ЕСКІЗІ ДОРІВНІЮЄ:

- a) 0
- b) 0,02
- c) 0,04



3. ВСТАНОВІТЬ ВІДПОВІДНІСТЬ НОМЕРА ДЕТАЛЕЙ ІНДИКАТОРА ГОДИННИКОВОГО ТИПУ ВКАЗАНІ НА РИСУНКУ ПОЗНАЧАЮТЬ :

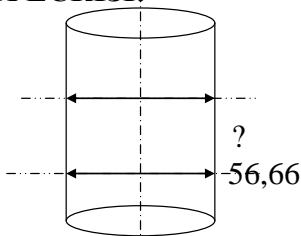


a)	накінецьник
b)	вимірювальний стрижень
c)	гільза
d)	ободок

Місце для відповіді 1- , 2 - , 3 - , 4

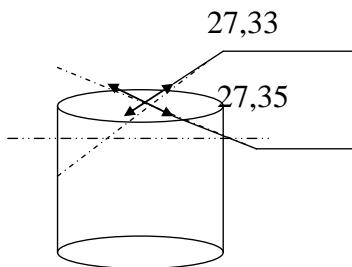
4. КОНУСОПОДІБНІСТЬ ДЕТАЛІ 0,03 ММ, ВКАЖІТЬ ЯКЕ ЗНАЧЕННЯ ПОВИННО БУТИ НА ЕСКІЗІ:

- a) [] 56,63
- b) [] 56,60
- c) [] 56,69

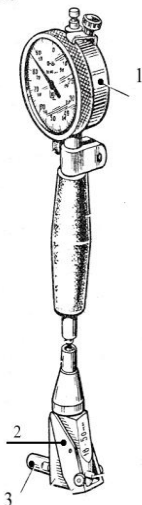


5. ОВАЛЬНІСТЬ ДЕТАЛІ, ЯКА ВКАЗАНА НА ЕСКІЗІ ДОРІВНЮЄ:

- a) [] 0,02
- b) [] 0
- c) [] 0,01



6. ВСТАНОВІТЬ ВІДПОВІДНІСТЬ НОМЕРА ДЕТАЛЕЙ ІНДИКАТОРНОГО НУТРОМІРУ ВКАЗАНИ НА РИСУНКУ ПОЗНАЧАЮТЬ :

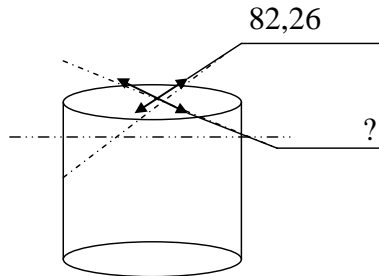


a)	вимірювальна головка
b)	місток, що центрує
c)	змінний (регульований) стрижень

Місце для відповіді 1- , 2 - , 3 - .

7.ОВАЛЬНІСТЬ ДЕТАЛІ СКЛАДАЄ 0,01 ММ, ВКАЖІТЬ ЯКЕ ЗНАЧЕННЯ ПОВИННО БУТИ НА ЕСКІЗІ:

- a) 82,27
- b) 82,25
- c) 82, 28



8. ЦІНА ПОДІЛКИ ІНДИКАТОРА, ММ:

- a) 0,1
- b) 1
- c) 0,05
- d) 0,01

9. ІНДИКАТОРНИЙ НУТРОМІР СЛУЖИТЬ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ:

- a) зовнішнього діаметра деталі
- b) внутрішнього діаметра деталі
- c) розмітки деталі на плиті
- d) глибини отвору деталі

10. МЕЖА ВИМІРЮВАННЯ ІНДИКАТОРА ГОДИННИКОВОГО ТИПУ “ИЧ 2” ДОРІВНЮЄ:

- a) 5
- b) 20
- c) 10
- d) 2

Додаток А
(обов'язковий)

Позначення розмірної групи	Розміри, D, мм		
	Нормальний розмір	Ремонтний розмір Р (+0,2 мм)	Ремонтний розмір Р1 (+0,7 мм)
М	$120_0^{+0,02}$	$120,2_0^{+0,02}$	$120,7_0^{+0,02}$
С	$120_{+0,02}^{+0,04}$	$120,2_{+0,02}^{+0,04}$	$120,7_{+0,02}^{+0,04}$
Б	$120_{+0,04}^{+0,06}$	$120,2_{+0,04}^{+0,06}$	$120,7_{+0,04}^{+0,06}$