

Міністерство освіти і науки України
Полтавська державна аграрна академія

А.А. Дудніков, О.В. Горбенко, А.О. Келемеш

Технічні вимірювання

Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Технології і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» спеціальності 208 «Агроінженерія» та за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Полтава 2018

Дудніков А.А. Технічні вимірювання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Технології і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» спеціальності 208 «Агроінженерія» та за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» спеціальності 133 Галузеве машинобудування / А.А. Дудніков, О.В. Горбенко, А.О. Келемеш. – Полтава, РВВ ПДАА, 2018. – 60 с.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва.

Протокол від «04» вересня 2018 року, №1.

Схвалено науково-методичною радою спеціальності «Агроінженерія»

Протокол від «04» вересня 2018 року, №1.

Голова _____ (Ляшенко С.В.)
(підпис)

Схвалено науково-методичною радою спеціальності «Галузеве машинобудування»

Протокол від «04» вересня 2018 року, №1.

Голова _____ (Харак Р.М.)
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	5
2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ	7
2.1. Похибка вимірювання	8
2.2. Правила користування засобами вимірювання	9
2.3. Звіти по лабораторним роботам	11
3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ ПО ТЕХНІЧНИМ ВИМІРЮВАННЯМ	11
3.1. Вимірювання деталей штангенциркулем	11
3.2. Вимірювання деталей штангенглибиноміром та штангенрейсмусом	15
3.3. Вимірювання деталей мікрометром	20
3.4. Вимірювання деталей індикатором годинникового типу	24
3.5. Вимірювання індикаторним нутроміром	33
3.6. Вимірювання важільно-вимірювальними інструментами	37
3.7. Вимірювання приладами з важільно-оптичною передачею	40
3.8. Вимірювання кутів транспортирним та універсальним кутоміром	47
3.9. Контроль шорсткості поверхонь деталей	54
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

ВСТУП

Практикум складений відповідно до вимог курсу “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання” для студентів інженерно-технологічного факультету.

Кількість і обсяг робіт визначені на підставі типової програми курсу та досвіду проведення лабораторних робіт.

Лабораторні роботи пов'язані з основними положеннями курсу та спрямовані на поглиблене засвоєння теоретичних знань, застосування яких в практиці ремонтних підприємств досягається наступним:

- а) лабораторні роботи проводяться із застосуванням деталей тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин;
- б) контроль виконується у відповідності з технічними вимогами на виготовлення та відновлення деталей;
- в) розглядаються питання дефектування та контролю деталей.

Одним з основних методів покращення самостійної роботи студентів являється індивідуальність виконання завдання. З цією метою внесені завдання практичного характеру відповідно до типових технологій ремонту машин.

Важливу роль в розвитку самостійної роботи студентів відіграє контроль якості їхньої роботи. З цією метою повинна проводитися перевірка точності вимірювання шляхом порівняння даних, отриманих студентом, з даними, які має викладач.

Велику роль при виконанні лабораторних робіт мають звіти студентів. Тому даються форми звітів до всіх лабораторних робіт виходячи з вимог максимального розвитку у студентів здібності правильно оцінювати результати виконаної роботи, а також мінімальних витрат часу на їх оформлення.

1. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Метою лабораторних робіт є закріплення у студента знань отриманих на лекціях і в процесі індивідуально-самостійної роботи, розвитку в них практичних навиків в роботі з інструментами та приладами, в перевірці правильності виготовлення або відновлення деталей в залежності з технічними даними.

В лабораторії студенти виконують тільки вимірювання та проводять запис результатів. Попереднє знайомство з роботою, оформлення таблиць та схем, робота з відповідною літературою проходить у відведений час самостійної роботи.

Під час самостійної роботи студенти знайомляться з установкою та принципом роботи вимірювальних інструментів та приладів, з методикою проведення лабораторних робіт.

Лабораторні роботи проводяться по трьом циклам. Кожен цикл має чотири лабораторні роботи в залежності від площі вимірювальної лабораторії, яка повинна бути облаштована 18...25 робочими місцями. Кожне робоче місце повинно бути оснащено відповідними приладами та матеріалами.

Циклічний метод проведення лабораторних робіт доцільно приймати при обмежених площах вимірювальних лабораторій.

Лабораторні заняття в вимірювальній лабораторії проводяться по підгрупам. Підгрупи закріплюються за викладачем і майстром виробничого навчання.

Лабораторія обладнана стендом на якому є екран проходження студентами лабораторних робіт та вивчення даної дисципліни.

Наявність такого екрану сприяє підвищенню організованості робіт студентів, дозволяє їм завчасно готуватися якісно до занять.

До виконання лабораторних робіт студент може підготуватися або в читальному залі, або безпосередньо в лабораторії під наглядом закріпленого за лабораторією майстра. При цьому методичні вказівки до лабораторних робіт знаходяться в достатній кількості в бібліотеці.

Попередня підготовка студентів до заняття дозволяє максимально використовувати години по розкладу, а також захистити студентам виконану роботу в кінці заняття.

На початку заняття проводиться контроль підготовки студентів до заняття шляхом опитування або тестування, а також робиться консультація студентів по питанням, що виникли в них в ході самостійної поза аудиторної роботи.

При проведенні вимірювань студенти знаходяться під наглядом майстра і викладача. Наявність досвідчених майстрів дозволяє викладачеві крім заняття забезпечити контроль засвоєння студентами практичного та теоретичного матеріалів. На це слід дивитися як на засіб надання допомоги студентам в їх самостійній роботі та вивчення рівня підготовки окремих студентів.

За 15...20 хвилин до кінця заняття здійснюється прийняття виконаних робіт викладачем, який робить опитування студентів та здійснює контроль правильності результатів вимірювання. Такий контроль цифрових даних дозволяє об'єктивно оцінити вірність проведення вимірювань.

Результати вимірювань заносяться студентами у звіт.

Після опитування студента викладач виставляє в звіті оцінку та підписує його. Оцінка ставиться в журналі та на екрані успішності.

За п'ять хвилин до кінця заняття викладач робить короткий висновок, а студенти готують робоче місце до задачі. Ознайомлення з наступними завданнями виконується студентами в години поза аудиторної індивідуально-самостійної роботи.

Приведена вище методика проведення занять має на меті поліпшення як самостійної роботи студентів так і практичної підготовки їх в області технічних вимірювань.

Така методика дозволяє:

- а) надати студентам необхідну методичну допомогу в самостійній роботі;
- б) звільнити більше часу на індивідуально-самостійну роботу;
- в) здійснює якісний контроль роботи студентів;
- г) виявити здібних студентів для залучення їх до науково-дослідної роботи.

2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Експлуатаційно-технічні вимірювання - це вимірювання деталей для визначення їх розмірів та похибок геометричної форми з метою виявлення характеру зношування та дефектів. Для виявлення реальної форми зношеної деталі її вимірюють в декількох перерізах (поясах) по довжині деталі (I-I, II-II, III-III) та в двох взаємно-перпендикулярних площинах (А-А, Б-Б) - (рис.1). Так, в з'єднанні втулки верхньої головки шатуна з поршневим пальцем внаслідок кочення шатуна в площині повздовжньої вісі блока циліндрів сила тертя по краям втулки більше, ніж в середній її частині. Тому для виявлення характеру зношування втулки її необхідно виміряти, як мінімум, в трьох поясах.

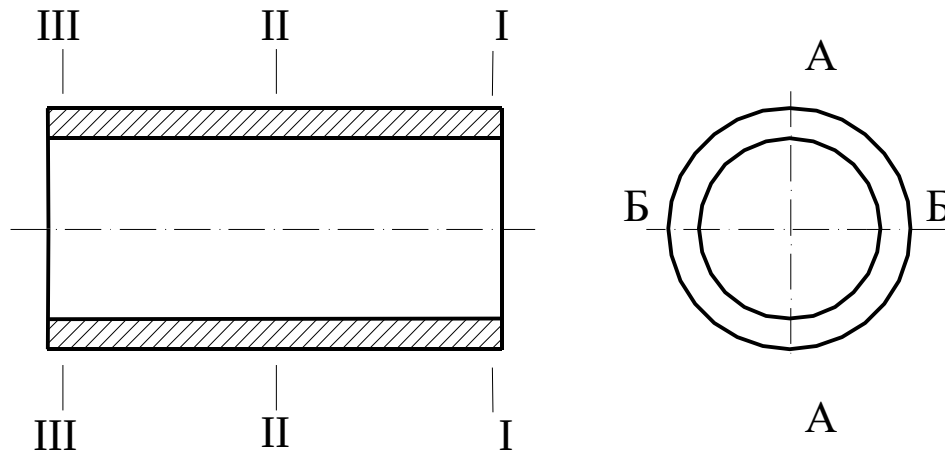


Рис.1. Схема вимірювання

Повздовжні взаємно-перпендикулярні площини вимірювання потрібно вибрати обґрунтовано з врахуванням місця виявлення овалоподібності та конусоподібності. Так, при вимірюванні гільзи циліндрів, одна площина повинна лежати в площині кочення шатуна, а друга - бути перпендикулярна до неї. Ці дві взаємно-перпендикулярні площини з точки зору динаміки зношування являються основними. В площині кочення шатуна діють нормальні сили, в площині перпендикулярній до кочення шатуна - сили, які виникають через геометричні похибки: перекосу поршня відносно циліндра та поршневого пальця, несуміщення вісі нижньої головки шатуна з віссю колінчастого вала і т.п. Для виявлення характеру зношування гільз по

довжині вимірювання проводиться в декількох перерізах відповідно технічним вимогам.

За даними вимірювань визначають овалоподібність та конусоподібність. Овалоподібність — це відхилення від кола при якому реальний профіль представляє собою овалоподібну фігуру, найбільший та найменший діаметри якої взаємно перпендикулярні. Овалоподібність визначається як додатня піврізниця двох діаметрів, виміряних в двох напрямках А-А та Б-Б, послідовно в поясах І-І, ІІ-ІІ, ІІІ-ІІІ.

Конусоподібність - відхилення профілю подовжнього перерізу, при якому твірні прямолінійні і непаралельні. Абсолютна конусоподібність визначається як додатня піврізниця двох діаметрів, заміряних в крайніх поясах на початку в напрямку А-А, потім - Б-Б.

При замірах виявляється максимальний та мінімальний розмір деталі, а також максимальне значення овалоподібності та конусоподібності. За отриманими даними роблять висновок про придатність деталі. Остання вважається придатною, якщо овалоподібність, конусоподібність та інші відхилення форми та розміщення поверхонь менше дозволених, а виміряні розміри D_o та d_o знаходяться між граничними розмірами по кресленню, тобто лежать в границях допуску.

Для отвору:

$$D_{\min} \leq D_o \leq D_{\max} ;$$

для валу:

$$d_{\min} \leq d_o \leq d_{\max} .$$

2.1. Похибка вимірювання

Під час вимірювання деталі доводиться зустрічатися з помилками або похибками. Похибка вимірювання - це відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини.

Якщо істинне значення величини позначити через Q , а похибку через Δ , то результат вимірювання Y буде дорівнювати:

$$Y = Q + \Delta.$$

Похибка вимірювання виражається в одиницях вимірюваної величини (абсолютна похибка), або в долях та процентах від значення

вимірюваної величини (відносна похибка).

Похибка вимірювання залежить від цілого ряду факторів: похибки приладів; похибки мір, за якими встановлюються інструменти та прилади; похибки відліку, що залежать від кваліфікації робітника; похибки що виникають, від вимірювального зусилля та відхилення температури та ін.

Щоб зменшити похибку вимірювання необхідно:

1. Виконувати установку нульового відліку приладу, тобто установку на нуль.
2. При вимірюванні необхідно, щоб напрямок зору був перпендикулярний площині шкали, тобто слід уникати явища паралакса – зміщення показника та штрихів шкали через нерівний напрямок зору.
3. Користуватися установками, обмежуючими вимірювальне зусилля (наприклад, тріскачками).
4. Проводити багаторазовий (не менше двох разів) замір деталі в даному місці.
5. Дотримуватися температурного режиму в лабораторії ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Числові характеристики похибки вимірювання прийнято виражати середнім арифметичним $\bar{X}$, середнім квадратичним σ , граничним Δ_{lim} значеннями випадкових похибок.

2.2. Правила користування засобами вимірювання

В процесі проведення лабораторних робіт студент повинен пам'ятати, що він має справу з точною та дорогою вимірювальною технікою. Тому студент допускається до самостійної роботи з важільно-механічними та оптичними приладами тільки після перевірки викладачем його знань.

Налагодження, регулювання, змащення складної вимірювальної апаратури (вертикального та горизонтального оптиметрів, інструментального мікроскопу, профілометра та ін.) проводиться тільки майстром, а робота на них ведеться під наглядом майстра або викладача.

Слід дотримуватися великої обережності при роботі з оптичними приладами. Дотик пальцями вимірювальних (робочих) поверхонь приладів та приборів призводить до корозії цих поверхонь.

Після закінчення вимірювання вимірювальні поверхні мікрометрів, важільних скоб, мініметрів та ін. протирають ватою, змоченою в авіаційному бензині.

2.3. Звіти по лабораторним роботам

Звіт є технічним документом, в якому приводяться дані вимірювання та основні висновки про застосування вимірювальних засобів.

Форма звітів та їх зміст наведено в кінці кожної лабораторної роботи.

При роботі над звітом слід врахувати наступне:

1. Основна робота над звітом проводиться поза заняттям. На заняттях в звіт заносять, в основному, цифрові дані та роблять висновок.

2. В звіті потрібно приводити ескізи або принципові схеми приладів або інструментів, ескізи вимірювальних деталей. Схеми та рисунки в звіті виконуються олівцем.

4. Звіти в день екзамену здаються екзаменатору.

3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ ПО ТЕХНІЧНИМ ВИМІРЮВАННЯМ

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ

Мета роботи: вивчити будови штангенциркулів та практично навчитися вимірювати деталі, визначати овалоподібність та конусоподібність деталей на основі отриманих даних.

Устаткування та матеріали: штангенциркулі з ціною поділки 0,1; 0,05 і 0,02 мм; деталі для вимірювань.

Суть досліджень: вивчити будову штангенциркулів; виконати заміри діаметрів отворів та валів, визначити відстань між вісями отворів і штирів, відстані між віссю деталі та її базовою поверхнею; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Опис штангенциркулів

Штангенциркулі, як і усі штангенінструменти, призначаються для безпосереднього вимірювання лінійних розмірів під час розмітки деталей.

Штангенциркуль (рис. 2.) складається з штанги 1, на якій нанесена основна шкала з міліметровими поділками, штанга закінчується нерухомими губками 2 і 3; рамки з губками 5 і 6 і висувної лінійки 7, призначено для вимірювання глибин.

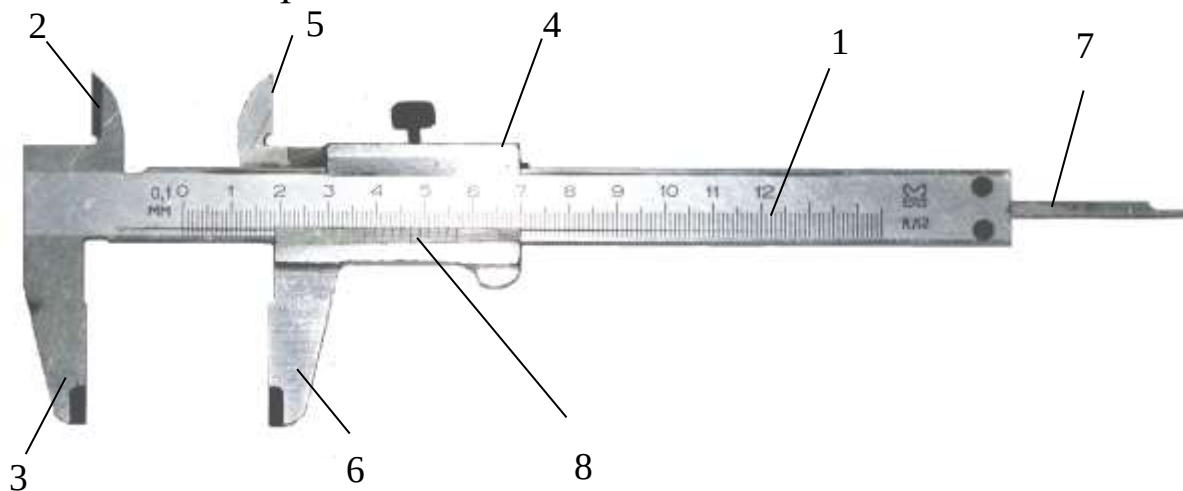


Рис. 2. Штангенциркуль типу ШЦ-I

Губки 3 і 6 призначені для вимірювання зовнішніх розмірів, а губки 2

і 5 - для вимірювання внутрішніх розмірів і розмітки. На рамці 4 міститься допоміжна шкала ноніус 8.

Розрахунок ноніуса проводиться наступним чином.

По заданій довжині поділки (c) основної шкали, величині відліку по ноніусу (i), кількості (γ) поділок основної шкали в одній поділці шкали ноніуса (модуль ноніуса), визначають число поділок шкали ноніуса і довжину (l) шкали ноніуса:

$$n = c / i , \quad b = \gamma \cdot c - i , \quad l = n \cdot b = n(\gamma \cdot c - i) .$$

Приклад: при $i = 0,1$ мм; $c = 1$ мм; $\gamma = 2$ число поділок $n = 10$, довжина поділок $b = 1,9$ мм і довжина шкали $l = 19$ мм.

Штангенциркулі випускають трьох типів: ШЦ-I - з двостороннім розміщенням губок для зовнішніх і внутрішніх вимірювань та з лінійкою для вимірювання глибин з величиною відліку по ноніусу 0,1 мм; ШЦ-II - з двостороннім розміщенням губок для вимірювання і розмітки з величиною відліку по ноніусу 0,05 мм або 0,1 мм.

Штангенциркуль з ціною поділки 0,05 мм приведений на рис. 3.

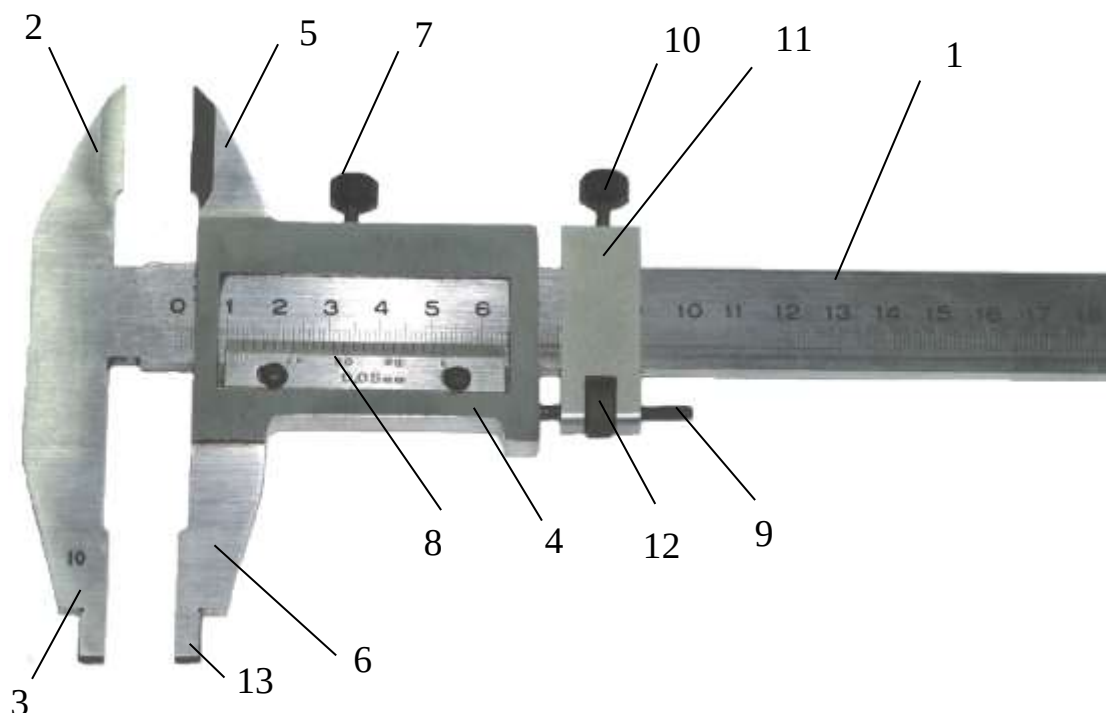


Рис. 3. Штангенциркуль з мікрометричним гвинтом

Він має мікрометричний гвинт 9, який дозволяє виконувати точну установку рухомої рамки з мінімальними похибками, що пов'язані з нерівномірністю вимірюваного зусилля. Мікрометрична подача виконується наступним чином. Встановивши губки 3 і 6 штангенциркуля майже на дотик з деталлю, закріплюють стопором 10 движок 11. Після цього, крутячи гайку 12 проводять переміщення рамки вздовж штанги 1 до контакту з деталлю (стопорний гвинт 7 при цьому повинен бути відпущеним). Далі, не знімаючи інструменту з деталі, стопорять рамку 4 і проводять відлік по шкалі і ноніусу 8. Виміри внутрішніх розмірів виконуються зовнішніми вимірювальними поверхнями 13, які мають циліндричну форму.

Приклади зняття показань для різних штангенциркулів показано на рис. 4.

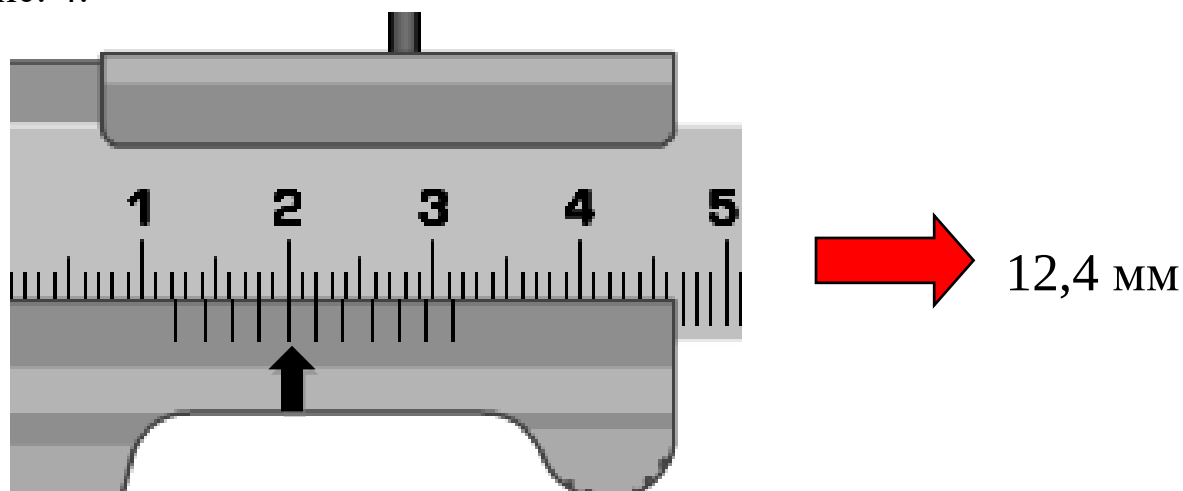


Рис. 4. Приклад зняття показань по ноніусу штангенциркуля

Загальний вигляд штангенциркуля з електронним відліком приведено на рис. 5.



Рис. 5. Штангенциркуль з електронним відліком

ФОРМА ЗВІТУ

1. Накреслити деталі з розмірами, що підлягають перевірці.
2. Привести схему штангенциркуля (0,05 мм) з назвами його окремих складових (рис.3).
3. Привести результати вимірювань зовнішніх розмірів (табл. 1).

Таблиця. 1 - Результати вимірювань зовнішніх розмірів, мм

Назва деталей	Виміряні розміри деталей					
	Пояса вимірювань,					
	I-I		II-II		III-III	
	A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B
1						
2						

4. Результати вимірювань внутрішніх розмірів (табл. 2).

Таблиця. 2 - Дані вимірювань внутрішніх розмірів, мм

Назва деталей	Виміряні розміри деталей			
	Пояси вимірів			
	I - I		II – II	
	Перерізи			
	A–A	Б–Б	A–A	Б–Б
1				
2				

5. Результати вимірювання відстаней:

а) між вісями двох отворів _____
діаметр першого отвору _____
діаметр другого отвору _____
відстань між найближчими точками отворів _____

б) між вісями двох шпильок _____
діаметр першої шпильки _____
діаметр другої шпильки _____
відстань між найвіддаленішими точками шпильок _____

Підпис студента_____

Дата_____.

Підпис викладача_____

Дата_____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Вказати види штангенциркулів. 2. Послідовність вимірювання штангенциркулем. 3. Привести розрахунок ноніусу. 4. Як проводиться зняття показників на штангенінструментах? 5. Як визначити овалоподібність деталей? 6. Як визначити конусоподібність деталей?

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ШТАНГЕНГЛИБИНОМІРОМ ТА ШТАНГЕНРЕЙСМУСОМ

Мета роботи: вивчити будови штангенінструментів та практично навчитися вимірювати деталі.

Устаткування та матеріали: штангенглибиномір; штангенрейсмус; деталі для вимірювань.

Суть досліджень: вивчити будову штангенінструментів; виконати заміри глибини пазів деталей; виміряти висоту деталей; виміряти радіус кривошипа колінчастого вала; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Опис штангенглибиноміра

Штангенглибиномір призначений для вимірювання висоти деталей, глибини пазів, канавок і т.д.

Штангенглибиномір (рис.6) складається з штанги 1 з міліметровою шкалою, рамки 2 з плоскою основою 3, ноніуса 4, гвинта 5 для стопоріння рамки, мікрометричного гвинта 6, рамки 7 і рамки 8 із стопорним гвинтом 9.

При вимірюванні необхідно площину 3 основи рамки притиснути до торцевої поверхні деталі, а торець штанги підвести до поверхні деталі, до якої проводиться вимірювання. Робочими поверхнями є торцева поверхня штанги і нижня поверхня основи.

Граничні похибки штангенглибиномірів приймаються рівними величинами відліку по ноніусу. Так, наприклад, при величині відліку

0,1 мм. гранична похибка $\pm 0,1$ мм. Діапазон вимірювань знаходиться в межах 0...500 мм.

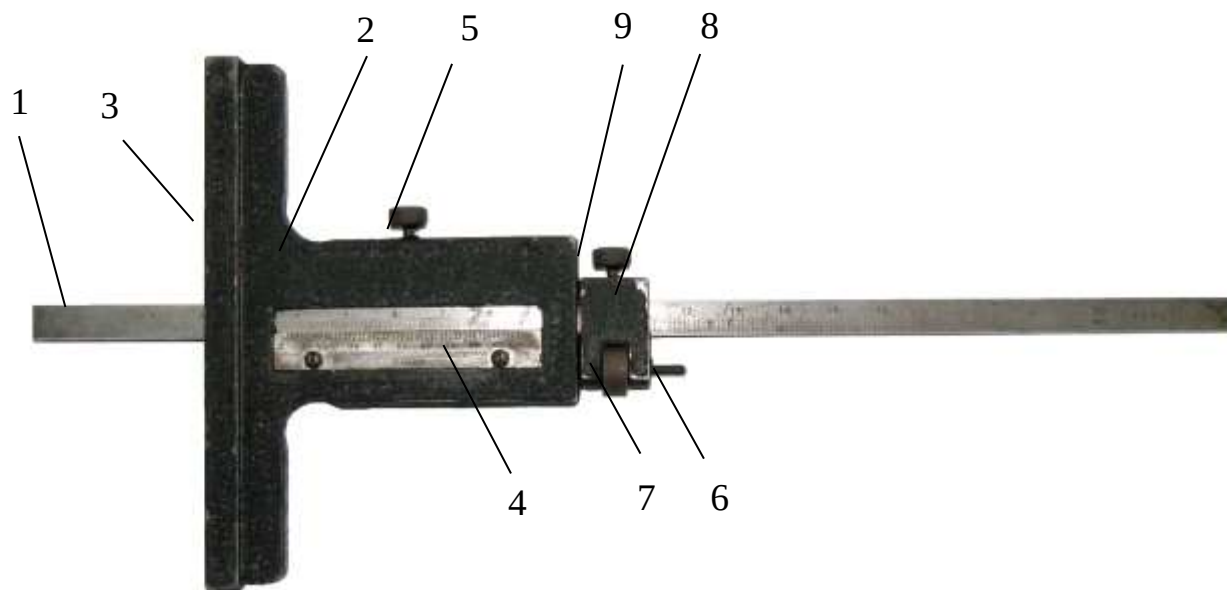


Рис. 6. Штангенглибиномір

Опис штангенрейсмуса

Штангенрейсмус (рис. 7) - основний вимірювальний інструмент в машинобудуванні для розмітки деталей. Він призначений також для визначення радіуса кривошипа колінчастих валів і для вимірювання висотних розмірів деталей, які встановлюються для цього на плиту.

Використовуються також штангенрейсмуси з цифровим відліком (з ціною поділок 0,001 мм). Штангенрейсмуси випускаються з діапазоном вимірювання від 0 до 2500 мм і поділками ноніуса 0,05 і 0,1 мм.

Граничні похибки штангенрейсмусів приймаються рівними величинами відліку по ноніусу.

Основними деталями штангенрейсмусів є основа 1, на якій нерухомо встановлена вертикальна штанга 2 з міліметровою шкалою. Вздовж штанги переміщується рамка 3 з ноніусом 4 і стопорним гвинтом 5. Це переміщення забезпечується механізмом мікрометричної подачі 6 при затягнутому гвинті 7. На кронштейні рамки 3 закріплені змінні ніжки 8.

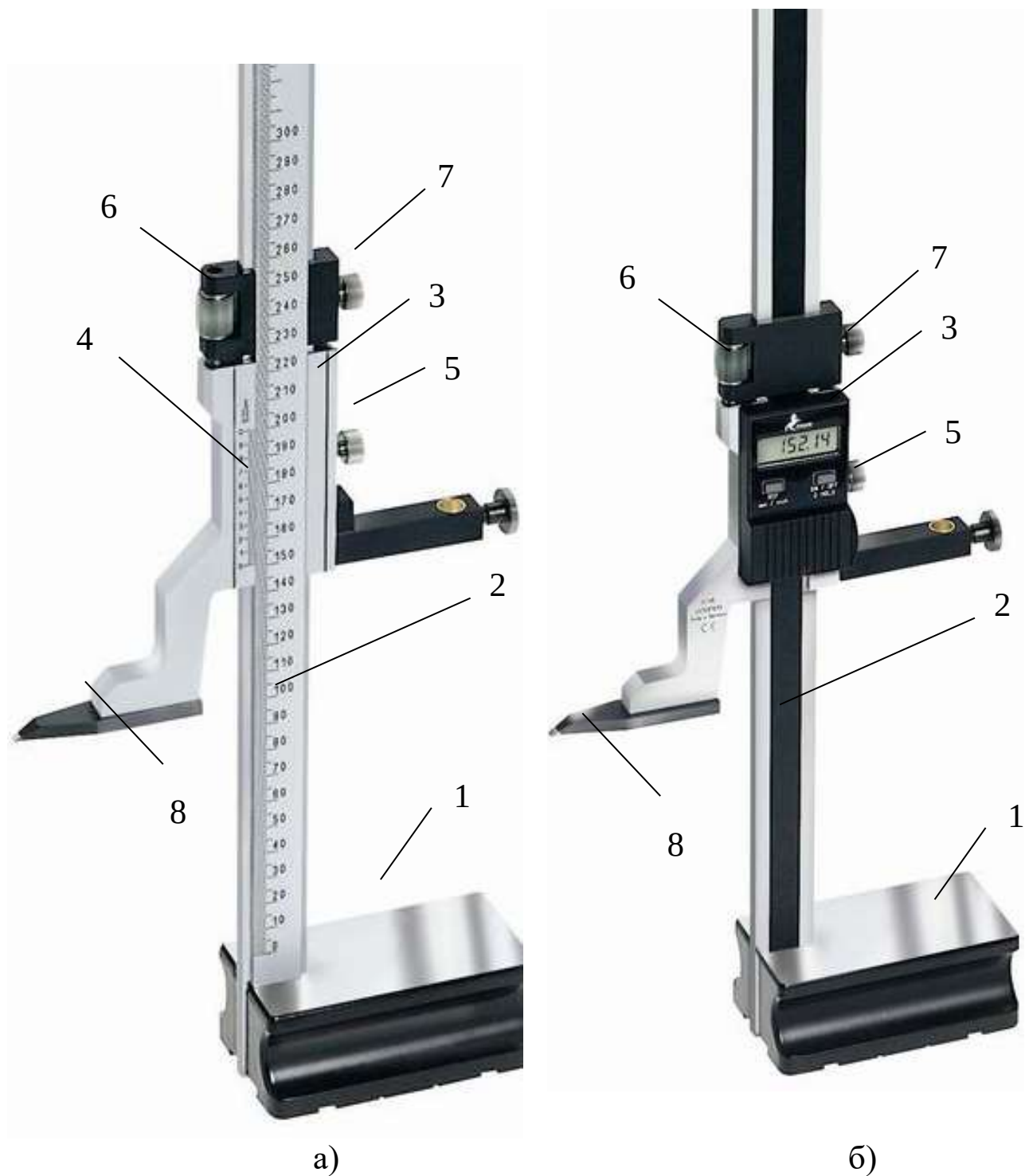


Рис. 7. Штангенрейсмус: а) з мікрометричною подачею;
б) з цифровим відліком

Ніжка призначена для вимірювання висоти і має дві вимірювальні поверхні: нижню (плоску) і верхню (призматичну). Плоска поверхня використовується при вимірюванні зовнішньої висоти, а призматична - при вимірюванні внутрішньої висоти. Необхідно при користуванні

призматичною поверхнею до відліку по шкалі ноніуса додати висоту ніжки.

Для вимірювання радіуса кривошипа колінчастий вал укладається крайніми корінними шийками на призми, а шатунні шийки встановлюються у вертикальному положенні. Точна установка колінчастого вала в такому положенні виконується наступним чином. Спочатку вал встановлюється у верхнє положення "на око", потім до шатунної шийки підводиться вимірювальна ніжка так, щоб між її робочою поверхнею і твірною шатунної шийки утворився зазор 0,2-0,3 мм.

Далі прокручують вал на невеликий кут вправо і вліво, спостерігаючи за зміною зазору між ніжкою штангенрейсмуса і твірною шийки. Коли зазор досягне найменшого значення, то твірна шатунної шийки займе верхнє положення.

В такому положенні колінчастого вала ніжка штангенрейсмуса опускається вниз до дотику з шатунною шийкою і після фіксації рамки проводиться відлік R (рис. 8, а).

Потім ніжка штангенрейсмуса піднімається, а колінчастий вал прокручується на 180° , встановлюється нижнє вертикальне положення шатунної шийки по максимальному зазору між її твірною та ніжкою штангенрейсмуса. Визначається розмір r (рис. 8, б).

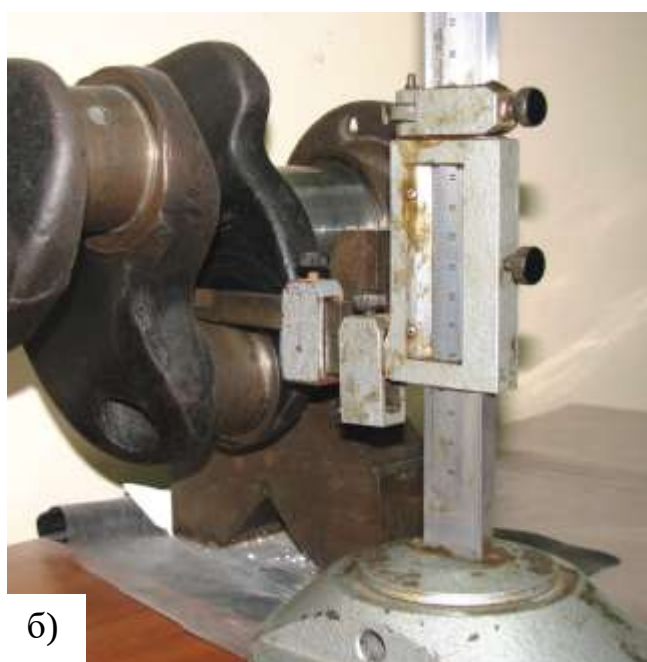
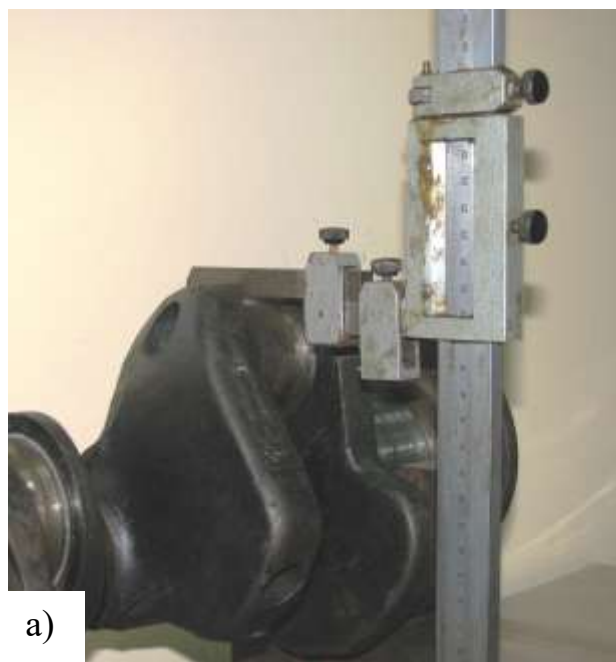


Рис. 8. Схема вимірювання радіуса кривошипа колінчастого валу

Радіус кривошипа підраховується по формулі:

$$R_{кр} = \frac{R - r}{2}.$$

ФОРМА ЗВІТУ

1. Виміряти глибину двох пазів і двох виступів в деталях.
2. Виконати креслення деталей, що вимірювалися штангенглибиноміром з постановкою отриманих дійсних розмірів.
3. Вказати основні метрологічні характеристики штангенрейсмуса, який використовувався для вимірювання:
 - діапазон вимірювання -
 - ціна поділки ноніуса -
 - гранична похибка -
4. Визначити величину радіуса кривошипа: $R_{\epsilon\delta} =$

Підпис студента _____

Дата _____.

Підпис викладача _____

Дата _____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1.Послідовність вимірювання штангенглибиноміром. 2. Методика вимірювання штангенрейсмусом. 3. Призначення робочих поверхонь вимірювальної ніжки штангенрейсмуса. 4. Як проводиться зняття показників на штангенінструментах? 5. Методика вимірювання радіуса кривошипа колінчастого валу? 6. Вказати метрологічні характеристики інструментів, що використовувалися для вимірювання.

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МІКРОМЕТРОМ

Мета роботи: вивчити будову мікрометра та практично навчитися вимірювати деталі; визначати овалоподібність та конусоподібність деталей на основі отриманих даних

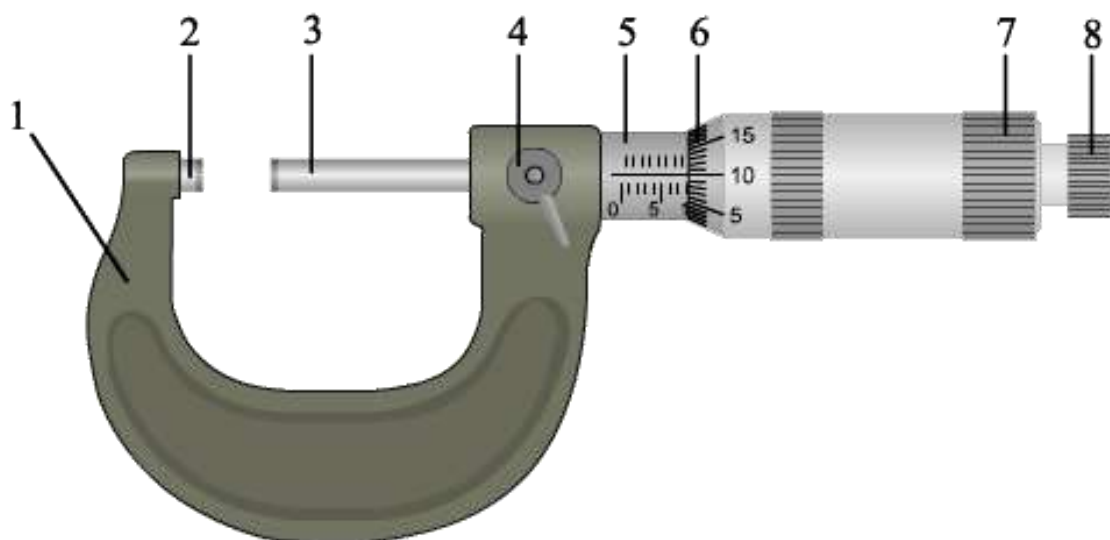
Устаткування та матеріали: мікрометри з межами вимірювання 0-25, 25-50 мм; деталі для вимірювань.

Суть досліджень: вивчити будову мікрометра; провести мікрометраж деталей в трьох поясах та двох перерізах; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Опис мікрометра і методика вимірювання

Принцип дії мікрометричних інструментів ґрунтується на використанні гвинтової пари (гвинт - гайка), яка дозволяє перетворювати обертальний рух мікрогвинта в поступальний. Існують наступні типи мікрометрів: мікрометри гладкі (МК) для вимірювання зовнішніх розмірів деталей; мікрометри листові з циферблатом (МЛ) для вимірювання товщини листів і стрічок; мікрометри трубні (МТ) для вимірювання товщини стінок труб; мікрометри зубомірні (МЗ) та ін. На вимірювальні поверхні мікрометрів прикріплюють пластинки з твердого сплаву для підвищення стійкості проти спрацювання.

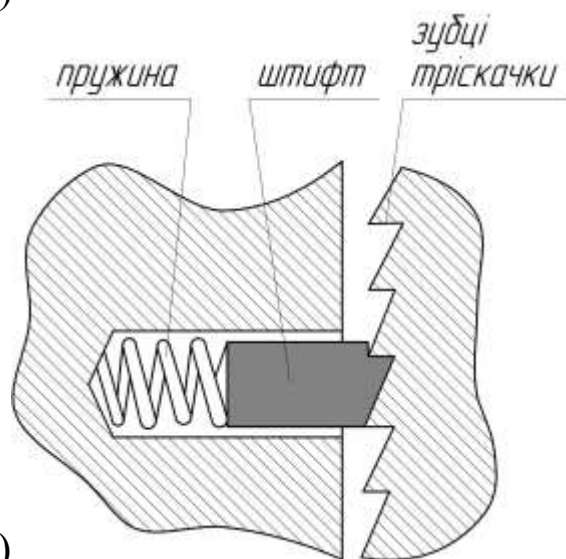
Мікрометр (рис. 9) складається зі скоби 1 з п'ятою 2. В правій частині скоби закріплено стебло 5 з гладким і різьбовим напрямними поясами, які служать опорою мікрометричного гвинта 3, який має крок різьби 0,5 мм. На кривому кінці гвинта є пояс, на якому посаджено барабан 6. Щільне з'єднання барабану з поясом одержується нагвинчуванням на кінець барабана ковпачка 7. Обертання барабана і мікрометричного гвинта 3 здійснюється тріскачкою 8, яка створює вимірювальне зусилля в межах 7 ± 2 Н. На нижній поверхні тріскачки є зубці які зчіплюються при обертанні тріскачки з штифтом (рис. 9, в). Якщо зусилля, яке з'являється під час контакту мікрометричного гвинта з деталлю, перевищує нормальне, штифт віджимає пружину, в результаті чого тріскачка обертається вхолосту, не спричиняючи при цьому обертання барабана і мікрометричного гвинта.



а)



б)



в)

Рис. 9. Схема мікрометра: а) мікрометр типу МК; б) з цифровим відліком; в) тріскачка мікрометра

Для фіксації показу мікрометричного гвинта служить стопор 4.

Мікрометр має 2 шкали: повздовжню - на стеблі 5 і колову - на зрізі барабана. Повздовжня шкала має два ряди штрихів зміщених один відносно одного. Колова шкала мікрометра складається з 50 штрихів. Отже, при повороті барабана на 1 поділку мікрометричний гвинт зміститься на $0,5 : 50 = 0,01$ мм.

Приклад зняття показань мікрометра приведений на рис. 10.

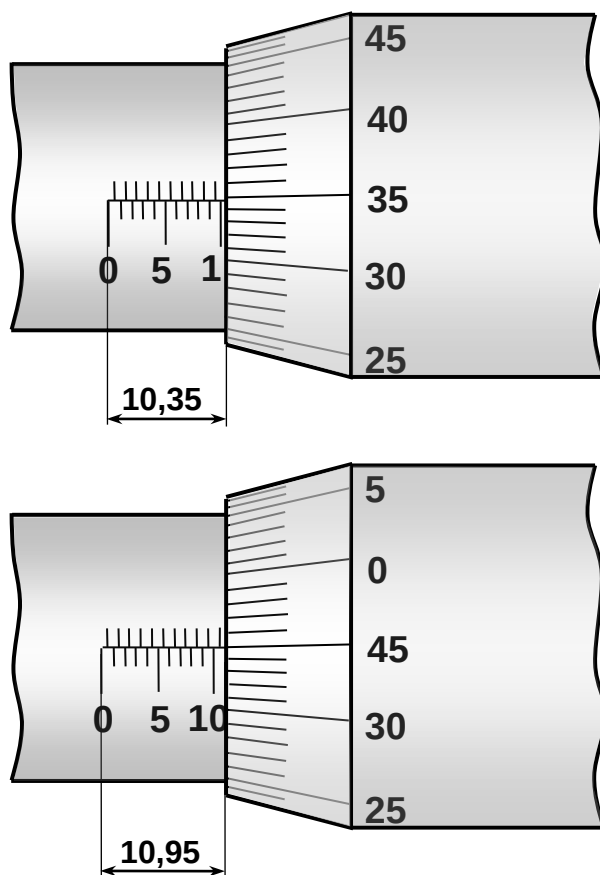


Рис.10. Відлік показань по шкалі мікрометра

Повздовжня шкала мікрометра призначена для відліку міліметрів, а колова - для відліку сотих частин міліметра. Під час експлуатації мікрометрів часто виникає порушення положення барабану, що призводить до зміщення нульового положення шкали. Для перевірки нульового відліку мікрометра з границею вимірювання 25 мм необхідно сумістити вимірювальні поверхні гвинта 5 і п'ятки 2, якщо відлік по

мікрометру в цьому випадку дорівнює нулю, мікрометр відрегульований правильно, якщо він не дорівнює нулю (нульовий штрих барабана співпадає з подовжнім штрихом на стеблі, і нульовий штрих на стеблі співпадає із зрізом барабана), необхідно затиснути мікрометричний гвинт стопором 4 притримуючи барабан 6 відвернути ковпачок 7 для звільнення барабана. Далі, зміщуючи барабан, одночасно обертати його, одержуючи співпадання зрізу барабану з нульовим штрихом стебла. Далі притримуючи барабан, загвинчують знову ковпачок 7. Для перевірки нульового відліку мікрометрів з верхньою границею вимірювань 50,75 і т. д. використовується установча міра. Гранична похибка мікрометрів від ± 4 мкм (для мікрометрів з верхньою границею вимірювань 25, 50, 75 і 100 мм) до ± 8 (для мікрометрів з границею вимірювання 400...500 мм).

ФОРМА ЗВІТУ

1.Привести загальну схему мікрометра і назви окремих його складових.

2.Привести основні метрологічні характеристики в табл. 3.

Таблиця 3 - Основні метрологічні характеристики

Діапазони вимірювань в мм	Ціна поділки в мм	Гранична похибка ($\pm$ мкм)	Температурний режим контролю	
			від	до
0-25				
25-50				

3.Виконати вимірювання деталей, а дані занести в табл. 4.

Таблиця 4 - Результати вимірювань

Напрямок вимірювань	Пояси вимірювань	Назва та розмір деталі	
1	2	3	4
А–А	1 -й пояс		
	2-й пояс		
	3-й пояс		

Продовження табл. 4

1	2	3	4
Конусоподібність в напрямку А – А			
Б–Б	1 -й пояс		
	2-й пояс		
	3-й пояс		
Конусоподібність в напрямку Б– Б			
Овалоподібність	1 -й пояс		
	2-й пояс		
	3-й пояс		

4.Привести креслення деталей з зазначеними розмірами.

Підпис студента_____

Дата_____.

Підпис викладача_____

Дата_____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвати складові мікрометра. 2. Будова та принцип роботи тріскачки. 3. Послідовність встановлення мікрометра на нуль. 4. Як визначити овалоподібність деталей? 5. Як визначити конусоподібність деталей? 6. Вказати основні метрологічні характеристики мікрометра.

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ІНДИКАТОРОМ ГОДИННИКОВОГО ТИПУ

Мета роботи: вивчити будову індикатора годинникового типу та практично навчитися вимірювати деталі.

Устаткування та матеріали: індикатор годинникового типу; штатив; деталі для вимірювань; установчі призми та центри для встановлення колінчастого валу.

Суть досліджень: виміряти радіальне биття однієї з корінних шийок колінчастого валу; виміряти торцеве биття фланцю під маховик колінчастого валу, визначити висоту вкладишу і паралельність його твірної основи, виміряти скрученість колінчастого вала; порівняти

результати вимірювань з технічними вимогами вказаних деталей; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Опис індикатора годинникового типу

Індикатор годинникового типу є важільно-механічним приладом із зубчастою передачею. Вони широко використовуються в різних приладах, а також спільно із штативами і стояками при вимірюванні овалоподібності, конусоподібності, биття, співвісності та ін, відхилень форми і розміщення поверхонь деталей як безпосереднім так і відносним методами. Індикатори випускаються з ціною поділки 0,01 та 0,002 мм і діапазоном вимірювання 0-2, 0-3, 0-5, 0-10мм, а також з цифровим відліком.

Індикатор годинникового типу (рис. 11, а) складається з корпусу 1 в направляючих втулках 3 якого переміщується вимірювальний стержень 2. Середня частина стержня виконана у вигляді рейки, яка знаходиться в зачепленні з шестернею 8, яка має 16 зубців. На вісі шестерні $Z=16$ насаджена шестерня 6 з числом зубців $Z=100$, яка входить в зачеплення з шестернею 4, яка має 10 зубців. Для усунення впливу зазорів між зубцями шестерень на мертвий хід стрілки і точність показань приладу передбачена шестерня 10, яка знаходиться під дією спіральної пружини 11. Пружина 11 і 9 забезпечують беззазорне зачеплення усіх шестерень зубчатої передачі. Пружина 9 крім того, служить для забезпечення необхідного вимірювального зусилля в межах 80...200 г.

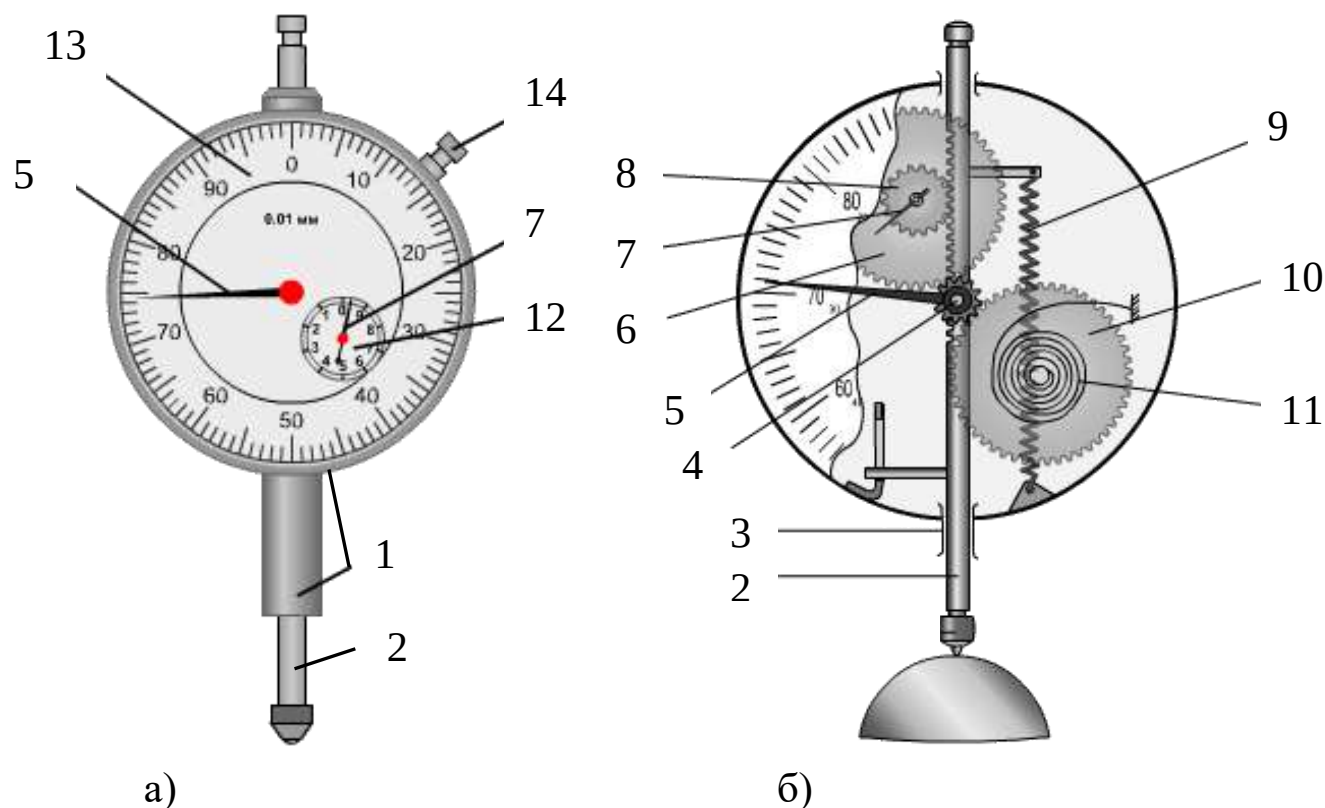


Рис. 11. Індикатор годинникового типу: а) загальний вигляд; б) зубчаста передача

Індикатор годинникового типу має 2 циферблати: великий 13, який використовується для відліку сотих частин міліметра і малий 12 - для відліку цілих міліметрів. Стрілка малого циферблата насаджена на вісі шестерні 8. Передаточне відношення зубчастої передачі підібрано таким чином, щоб при повороті стрілки на кут, відповідний одній поділці циферблата 13, вимірювальний стержень переміщується на 0,01 мм. Циферблат має 100 поділок, отже, один оберт стрілки відповідає переміщенню вимірювального стержня на 1 мм (мала стрілка переміститься на одну поділку циферблата 12). Установка індикатора на нуль проводиться прокручуванням циферблата за ободок. Для стопоріння ободка призначений стопор 14.

Вимірювання биття деталей

Для вимірювання биття деталей корінної шийки колінчастого вала, вал встановлюється в центрах або на призми крайніми корінними шийками (рис. 12). Вимірювальний наконечник індикатора впирається в

поверхню шийки в верхній точці середньої її частини. Далі надають індикатору натяг 1-2 оберти для того, щоб мати можливість зафіксувати як позитивні, так і від'ємні його показання. Встановлюють індикатор на нуль і, повільно прокручуючи деталь на 360° , записують крайнє праве і крайнє лівє відхилення стрілки. Биття деталі дорівнюватиме різниці значень відхилень, взятих із своїми знаками.



Рис. 12. Вимірювання биття шийки колінчастого валу

Аналогічним чином визначається торцеве биття фланця. При цьому необхідно встановити вал в центрах, вимірювальний наконечник індикатора вперти в торцеву поверхню фланця у точці, можливо найвіддаленішій від центра (рис. 13).



Рис. 13. Вимірювання торцевого биття фланця колінчастого валу

Визначення висоти вкладиша і паралельності його твірної основи

Для визначення висоти вкладиша індикатор необхідно встановити на нуль за допомогою блока кінцевих мір. Установка виконується наступним чином. Блок кінцевих мір розміром, рівним номінальній висоті вкладиша, встановлюється на основу стояка (рис. 14, а) або на розміточну плиту.

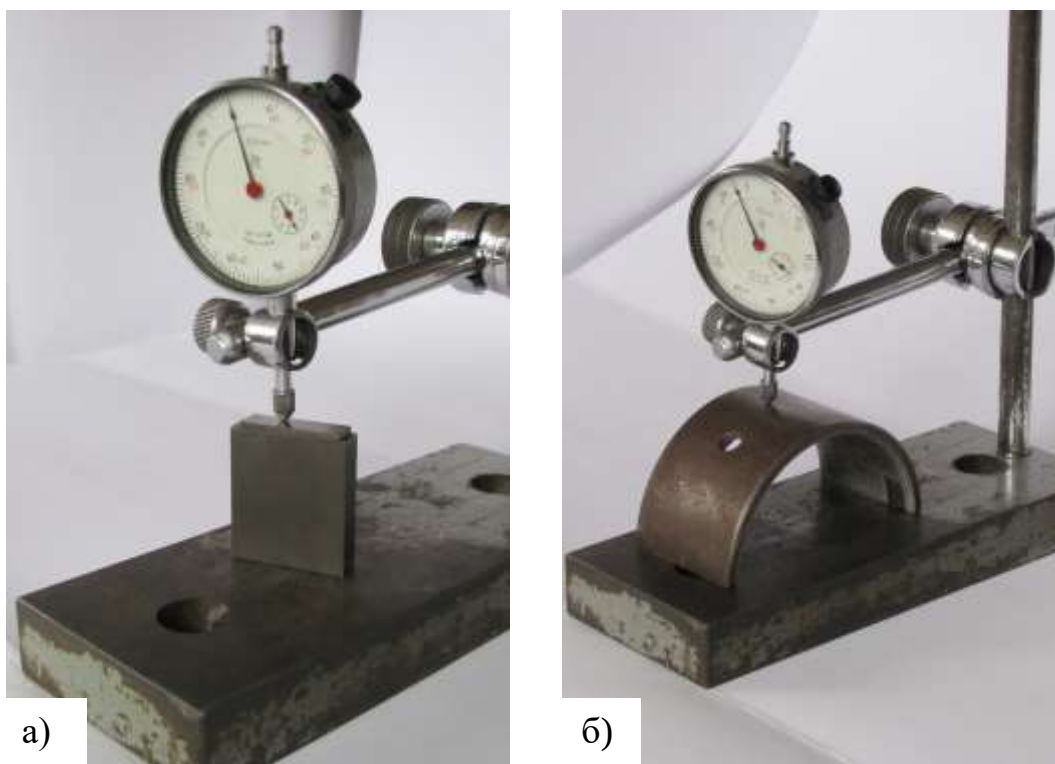


Рис. 14. Вимірювання висоти вкладиша: а) установка на нуль; б) вимірювання висоти вкладиша

Вимірювальний наконечник індикатора підводиться до поверхні блока, а сам індикатор обережно переміщується вниз, поки його стрілка не зробить приблизно 1-2 оберти. В цьому положенні індикатор закріплюється в штативі. Далі, притримуючи рукою індикатор, повертають його ободок доки велика стрілка не зміститься з нульовим штрихом. Обережно, піднімаючи вимірювальний наконечник, знімають блок плиток і замість його встановлюють вимірювану деталь (рис.14, б).

Якщо деталь має циліндричну форму і не зафіксована відносно індикатора призмою, її необхідно обережно зміщувати в напрямку, перпендикулярному площині креслення, для пошуку найбільш високої точки поверхні. Цьому відповідає крайнє праве положення стрілки індикатора.

Дійсний розмір деталі дорівнює:

$$H_0 = N \pm \Delta,$$

де N - розмір блока плиток, рівний номінальному розміру деталі;
 Δ - відхилення стрілки від нуля в поділках шкали; від'ємне відхилення буде в тому випадку, якщо при вимірюванні стрілка буде відхилятися

вліво від нуля.

Таким чином, вимірювання деталей за допомогою індикаторів на стояках проводиться відносним методом. Деталі розміром до 10 мм можливо виміряти безпосереднім методом, без налаштування індикатора по кінцевим мірам. Безпосереднім методом вимірюються також биття, овалоподібність, конусоподібність та інші відхилення форми взаємного положення частин деталей.

Для перевірки паралельності твірної циліндричної поверхні вкладиша необхідно виконати два відліку по довжині вкладиша. Різниця відліків, узята по абсолютній величині, дає величину непаралельності. Для цього потрібно установити наконечник індикатора годинникового типу в крайньому положенні вкладиша у найвищій точці. Установити шкалу на нуль з відповідним натягом 1-2 оберти великої стрілки. Далі потрібно перемістити вкладиш по плиті в протилежне крайнє положення (рис.15).

Якщо необхідно визначити тільки непаралельність поверхонь без визначення розмірів, необхідність встановлення індикатора по блоку кінцевих мір відпадає.



Рис. 15. Вимірювання непаралельності твірної вкладиша

Визначення неплоскостності (скрученості) колінчастого вала

Вимірювальний наконечник індикатора встановлюють на нуль по першій корінній шийці вала. Далі індикатор підводять до першої шатунної шийки, яка попередньо встановлена горизонтально (рис. 16, а) і досягають такого її положення, при якому стрілка індикатора показувала б "0". Потім підводять до останньої шатунної шийки (рис. 16, б) і відмічають положення шкали. Це показання й буде величиною неплоскостності (скрученості) колінчастого вала.



а)



б)

Рис. 17. Визначення неплоскостності колінчастого вала

ФОРМА ЗВІТУ

1. Привести схему індикатора і окремих його складових.
2. Привести основні метрологічні характеристики (табл. 5).

Таблиця 5 - Метрологічні характеристики

Діапазон вимірювання, мм		Ціна поділки, мм	Гранична похибка, мкм
по шкалі	приладу в цілому		

3. Виконати вимірювання радіального і торцевого биття (табл. 6).

Таблиця 6 - Дані радіального і торцевого биття

Деталь і вимірювані поверхні	Відлік за шкалою індикатора		Радіальне, торцеве биття, мм	Допустиме биття, мм
	найменший -,мм	найбільший +, мм		
Корінна шийка колінчастого вала				
Торець фланця маховика				

Висновок:

4. Виконати вимірювання висоти вкладиша і непаралельності його твірної (табл. 7)

Таблиця 7 - Результати вимірювання висоти вкладиша

Висота вкладиша по кресленню, мм	Розмір установчої кінцевої міри, мм	Відлік по шкалі індикатора, мм	Висота вкладиша	Висновок

Непаралельність твірної —

5. Провести вимірювання неплоскостності (скрученості) колінчастого валу (табл. 8)

Таблиця 8 - Неплоскостність колінчастого валу

Номери шатунних шийок	1	6	Значення неплоскостності, мм	Допустима неплоскостність, мм
Відліки за індикатором				

Висновок:

Підпис студента_____

Дата_____.

Підпис викладача_____

Дата_____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Будова індикатора годинникового типу. 2. Послідовність вимірювання биття деталей. 3. Як виміряти висоту вкладиша? 4. Як виміряти непаралельність твірної вкладиша? 5. Як визначити неплоскостність колінчастого вала.

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ ІНДИКАТОРНИМ НУТРОМІРОМ

Мета роботи: вивчити будову індикаторного нутроміра та практично навчитися вимірювати внутрішні отвори в деталях.

Устаткування та матеріали: індикаторний нутромір; штатив; мікрометр, деталі для вимірювань.

Суть досліджень: виконати мікрометраж гільзи; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Опис індикаторного нутроміра

Індикаторний нутромір (рис. 17) є важільно-зубчастим приладом, який використовується для вимірювання внутрішніх розмірів відносним методом.

Нутромір складається з корпусу (1) з дерев'яною накладкою (2) вимірювальних стержнів (3) і (4), передаточного механізму (5) і (6) та індикатора годинникового типу (7), який знаходиться у кожусі (13). З лівого боку корпусу встановлюється рухомий вимірювальний стержень (4), який проходить через пружний місток (8). З правого боку корпусу вкручується змінний вимірювальний стержень (3), закріплений контргайкою (9). Переміщення рухомого вимірювального стержня (4) за допомогою кутового важеля (5) з віссю обертання (10) передається через кульку (12) на стержень і далі на індикатор (7). Стержень (6) перебуває під дією пружини (11), яка забезпечує вимірювальне зусилля $0,8...2H..$

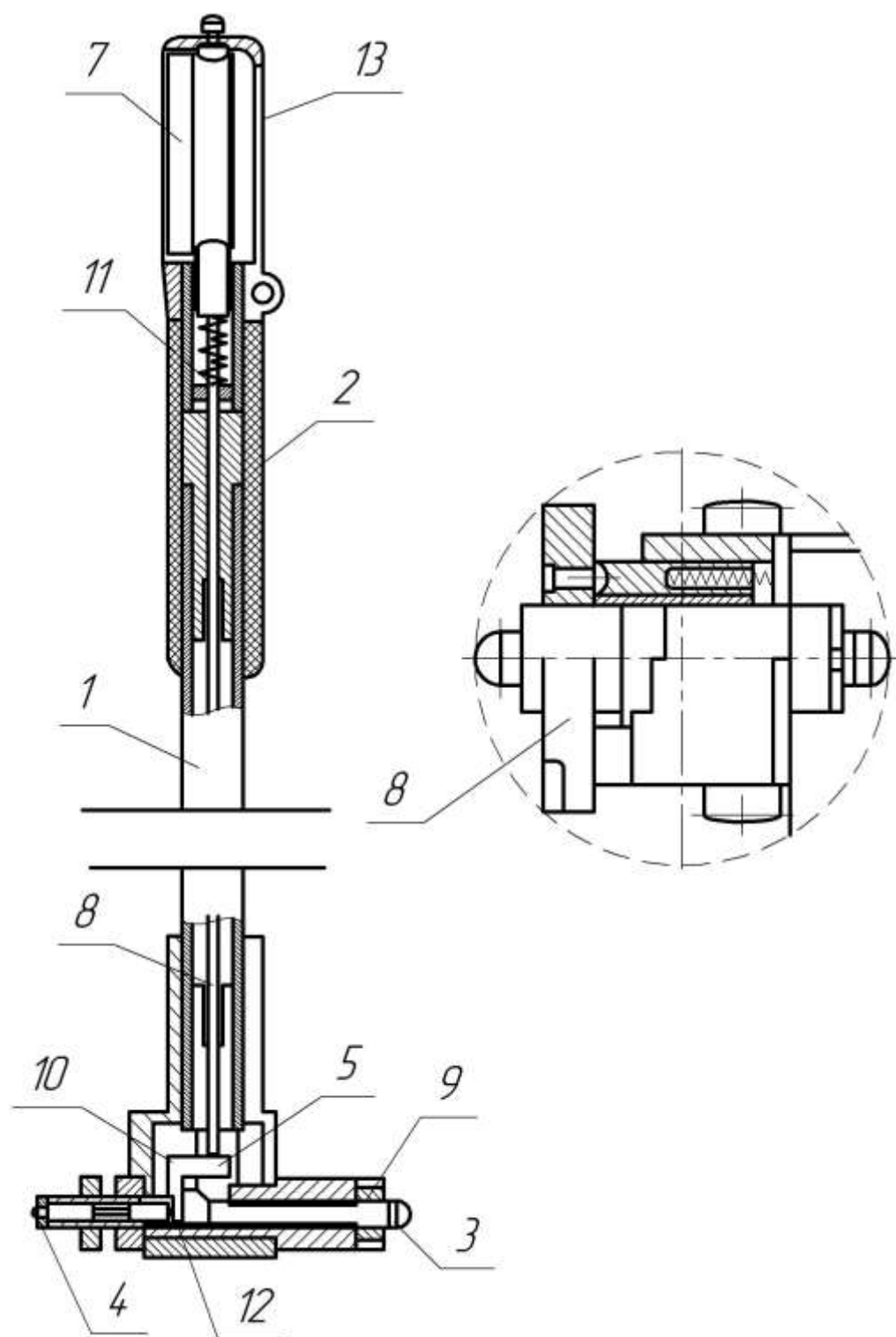


Рис. 17. Схема індикаторного нутроміра

До нутроміра додається комплект змінних вимірювальних стержнів, що забезпечують його використання в межах різних розмірів.

Індикаторний нутромір, як правило, встановлюють за допомогою мікрометра з похибкою $\pm 0,004$ мм, який настраюють на розмір, що дорівнює розміру отвору (рис. 19). Обертаючи змінний стержень 3, доводять вимірювальні стержні 3 і 4 до контакту з вимірювальними поверхнями мікрометра і, продовжуючи обертання, створюють натяг в один оберт стрілки індикатора, необхідний для вимірювання розмірів спрацьованих отворів (гільз). У цьому положенні стержень 3 закріплюють контргайкою 9, а індикатор встановлюють на нуль (рис. 18). Після цього нутромір переносять на вимірювану деталь.

У випадку, якщо необхідно визначити тільки овалоподібність, настраюють прилад безпосередньо по гільзі (по верхньому поясу).

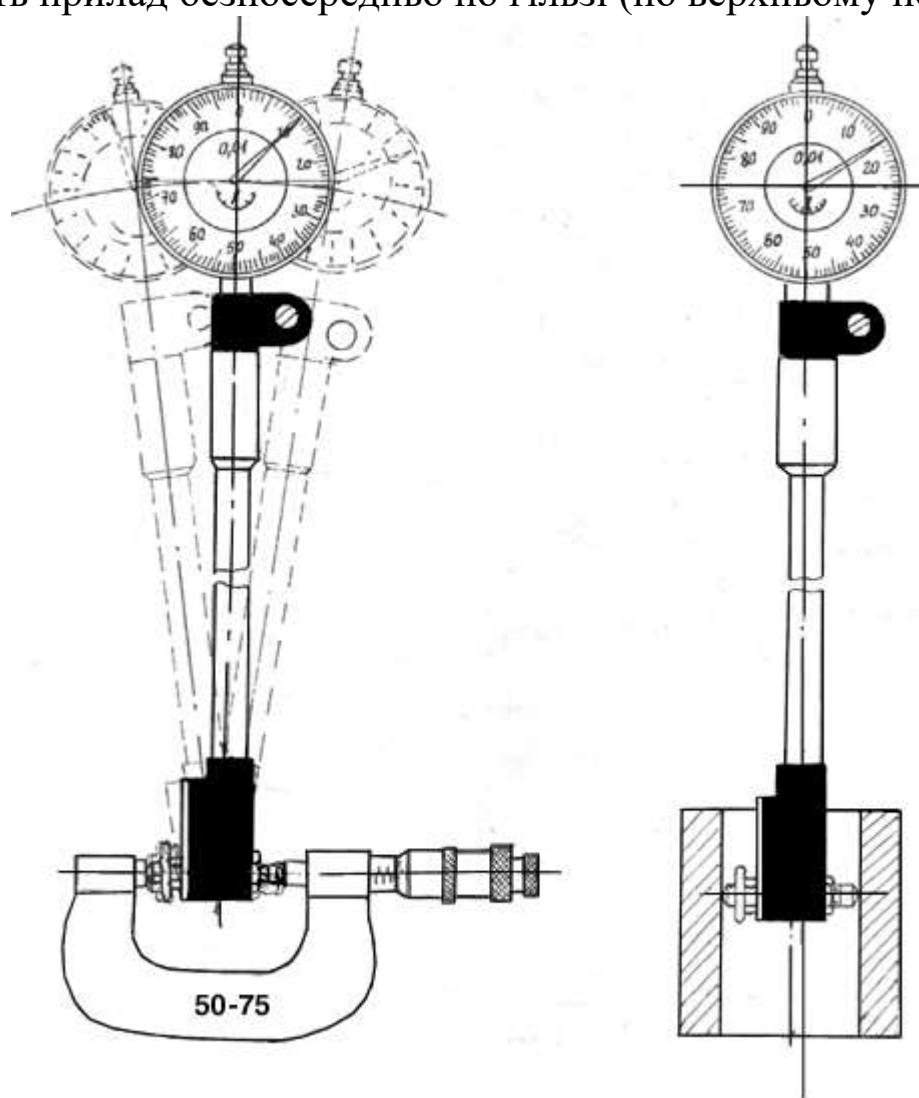


Рис. 18. Встановлення індикатора на нуль

Мікрометраж деталей

Після встановлення індикаторного нутроміра на нуль, нутромір переноситься на вимірювану деталь. При вимірюванні деталі встановлення приладу за діаметром забезпечується за допомогою центруючого містка, встановлюючи ж прилад в осьовій площині, його погойдують.

Повільно погойдуючи нутромір, слідкують за стрілкою індикатора. У якийсь момент стрілка, дійшовши до крайнього правого положення, починає повертатися назад. Це крайнє праве положення відповідає правильній установці приладу.

Якщо позначити відхилення стрілки від нуля при вимірюванні отвору Δ , то діаметр отвору в цьому поясі буде дорівнювати:

$$D_d = D_n \pm \Delta,$$

де D_n — номінальний діаметр отвору.

Відхилення Δ береться із знаком "+", якщо стрілка в крайньому положенні знаходиться вліво від нуля, в протилежному випадку, відхилення береться із знаком "-".

Вимірювання індикаторним нутроміром виконується в трьох перерізах по довжині гільзи і в двох напрямках по радіусу.

ФОРМА ЗВІТУ

1. Привести схему індикаторного нутроміра і назви окремих його частин.
2. Вказати основні метрологічні характеристики приладу (табл. 9).

Таблиця 9 - Метрологічні характеристики приладу

Діапазон вимірювання приладу, мм	Діапазон вимірювання по шкалі, мм	Ціна поділки, мм	Гранична похибка, $\pm$ мкм	Температурний режим контролю	
				від	до

2. Виконати вимірювання діаметру гільзи (табл. 10)

Таблиця 10 - Дані вимірювання діаметру гільзи, мм

Напрямки замірів	Пояси замірів	Відлік за індикатором	Внутрішній діаметр гільзи
А–А	1 -й пояс		
	2-й пояс		
	3-й пояс		
Конусоподібність в напрямку А–А			
Б–Б	1 -й пояс		
	2-й пояс		
	3-й пояс		
Конусоподібність в напрямку Б–Б			
Овальність	в 1 -му поясі		
	в 2-му поясі		
	в 3-му поясі		

Висновок:

Підпис студента_____

Дата_____.

Підпис викладача_____

Дата_____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Призначення та будова індикаторного нутроміра. 2. Вкажіть установку індикаторного нутроміра на нуль. 3. Методика вимірювання внутрішнього діаметру гільзи. 4. Як визначається центрування індикаторного нутроміра? 5. Як визначити овалоподібність деталей? 6. Як визначити конусоподібність деталей?

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ ВАЖІЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

Мета роботи: вивчити будову важільної скоби та практично навчитися вимірювати деталі відносним методом.

Устаткування та матеріали: важільна скоба, плоскопаралельні

кінцеві міри, деталі для проведення вимірювання.

Суть досліджень: виконати мікрометраж деталей у трьох поясах та двох перерізах; визначити овалоподібність та конусоподібність деталей; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Опис важільної скоби

Важільна скоба (тип СР) є приладом з важільно-зубчастою передачею, для вимірювання зовнішніх розмірів деталей високої точності відносним методом, Важільні скоби типу СР мають діапазон вимірювання від 0 до 150 мм, і ціну поділи 0,002 і 0,005 мм. Важільні скоби застосовуються, наприклад, під час сортування перед притиркою, для вимірювання поршневих пальців двигунів та інших деталей.

Основними деталями важільної скоби (рис. 19, а) є: корпус 1, переставна 2 і пересувна 3 п'ятки, регулювальна гайка 4 і ковпачок 5 переставної п'ятки, шкала 6 із стрілкою 7, два показчика поля допуску 8, відводка 9 пересувної п'ятки, обмежувач 10.

Важільно - зубчастий механізм скоби (рис. 19, б) призначений для перетворення поступального руху пересувної п'ятки 3 в обертальний рух стрілки 7.

Вимірювання деталі

Підготовка приладу до вимірювання зводиться до налагодження його на номінальний розмір деталі. Номінальний розмір береться з ремонтного креслення.

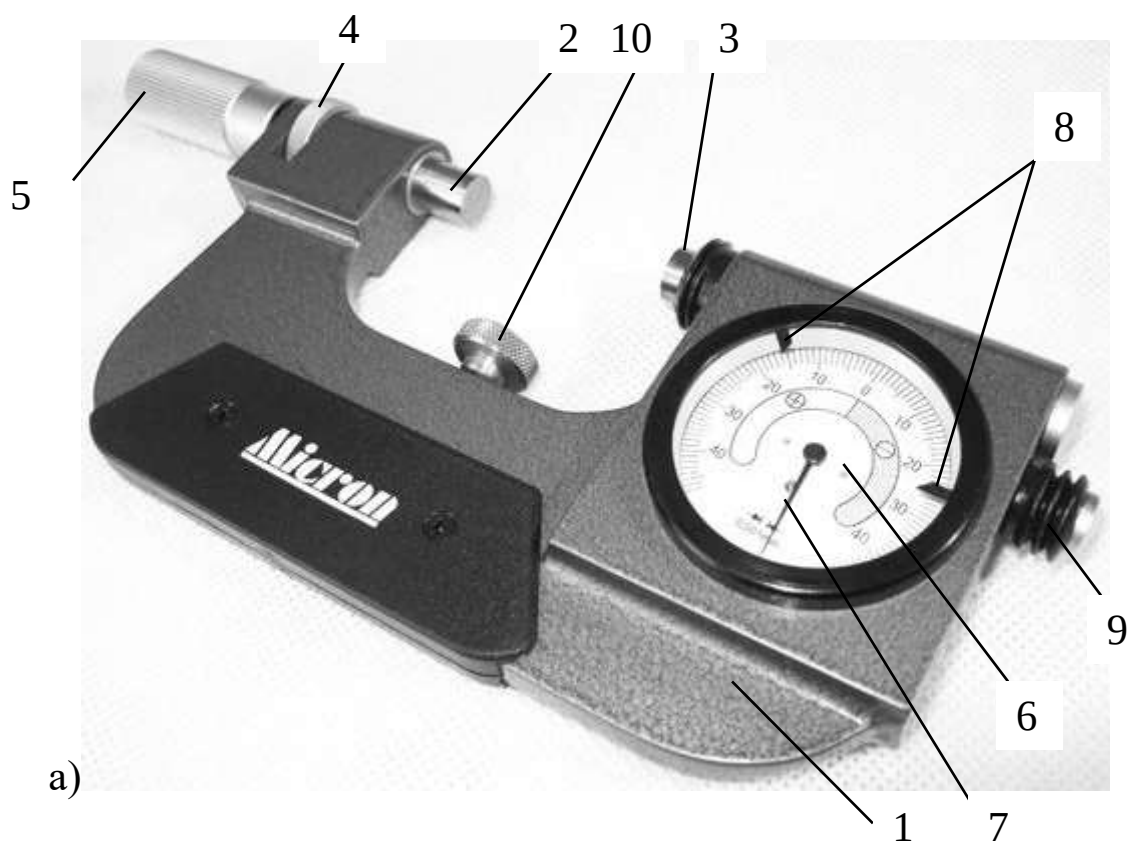
Установка скоби на нуль проводиться по блоку кінцевих мір, розмір яких дорівнює номінальному розміру деталі. Натиснувши на відводку 9, виймають кінцеві міри, замість них встановлюють деталь. Розмір деталі підраховується за формулою:

$$A_d = N + \Delta,$$

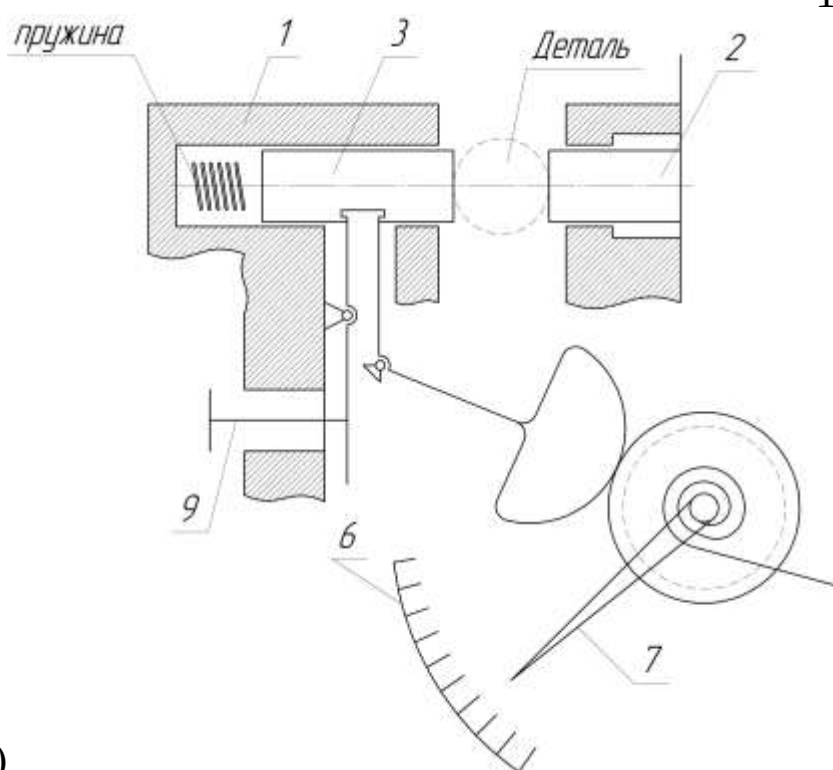
де A_d – розмір деталі;

N – розмір блока плиток, що дорівнює номінальному розміру деталі;

Δ – відхилення стрілки від нуля.



а)



б)

Рис. 19. Схема важільної скоби: а) загальний вигляд; б) важільно-зубчастий механізм

ФОРМА ЗВІТУ

1. Виконати креслення важільної скоби, вказавши назви її складових частин. Коротко описати послідовність налагодження.
2. Вказати метрологічні характеристики приладу:
 - діапазон вимірювання за шкалою, мм —
 - приладу в цілому, мм —
 - ціна поділки, мм —
 - гранична похибка, мм — $\pm$
3. Виконати креслення деталей, що вимірюються.
4. Результати вимірювання занести в таблицю 11.

Таблиця 11 - Результати вимірювання розмірів, мм

Назва деталі та її номінальний розмір	Дійсний розмір						Овалоподібність		
	1 пояс		2 пояс		3 пояс		1 пояс	2 пояс	3 пояс
	А–А	Б–Б	А–А	Б–Б	А–А	Б–Б			

Підпис студента _____

Дата _____.

Підпис викладача _____

Дата _____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Будова важільної скоби та його установка на нуль.
2. Визначення дійсного розміру за допомогою важільної скоби.
3. Призначення покажчика поля допуску.
4. Вказати метрологічні характеристики важільної скоби.
5. Як визначити овалоподібність деталей?

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ ПРИЛАДАМИ З ВАЖІЛЬНО-ОПТИЧНОЮ ПЕРЕДАЧЕЮ

Мета роботи: вивчити будову оптиметра, навчитися вимірювати деталі приладами з важільно-оптичною передачею.

Устаткування та матеріали: оптиметр вертикальний;

плоскопаралельні кінцеві міри довжини, призма з кутом 90^0 для контролю огранки плунжера, деталі для проведення вимірювання.

Суть досліджень: виміряти огранку плунжера і порівняти її з гранично допустимою; виміряти діаметр плунжерів; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Опис оптиметра

Оптиметр (рис. 20) є приладом з важільно-оптичною передачею. Основні частини оптиметра - трубка 1, або автоколімаційна трубка з освітлюваним дзеркалом 2 і окуляром 3, кронштейн 4, гвинт 5 для закріплення трубки у кронштейні; колонка 6, гайка 7, яка використовується для грубої установки кронштейна і одночасно є його опорою; стопор кронштейна 8, вимірювальний наконечник 9, відводка (аретир) вимірювального наконечника 10, предметний столик 11, регулювальні гвинти 12 столика, стопор столика 13 і основа приладу 15.

Оптична схема оптиметра показано на рис. 22.

Промінь світла, відбитий від дзеркала, падає в щілину трубки і, переломившись в тригранній призмі, яка знаходиться у корпусі трубки оптиметра, проходить через шкалу, нанесену на прозорій пластинці, яка є у фокальній площині об'єктиву. Головна оптична вісь об'єктиву проходить через центр пластинки і похилого дзеркала, розміщеного під об'єктивом. Шкалу зміщено у горизонтальному напрямі по відношенню до головної оптичної осі. Пучок світла, проходячи через призму, відбивається від неї під кутом 90^0 і потрапляє на похиле дзеркало, зв'язане з вимірювальним штифтом, і відбивається від дзеркала у зворотному напрямі.

Відбитий промінь світла знову попадає в об'єктив і, пройшовши через призму, збирається у фокальній площині об'єктиву, даючи зображення шкали. Зображення пікали зміститься відносно дійсної шкали. Величина цього зміщення залежить від кута нахилу дзеркала, який визначається величиною переміщення вимірювального штифта.

При переміщенні вимірювального наконечника на 1 мкм зображення шкали (відбита шкала) зміщується відносно нерухомого покажчика на 1 поділку.

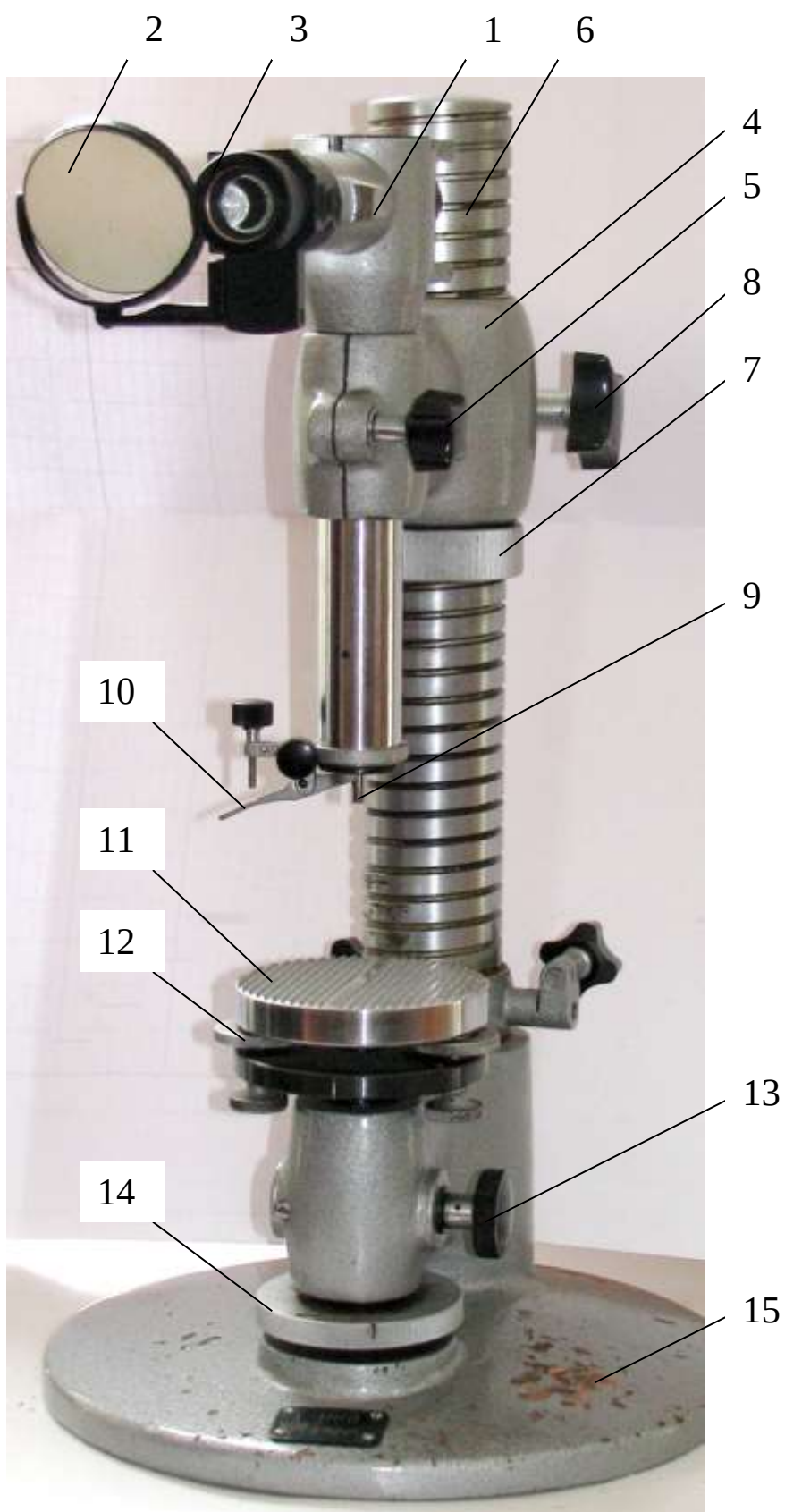


Рис. 20. Загальний вигляд вертикального оптиметра

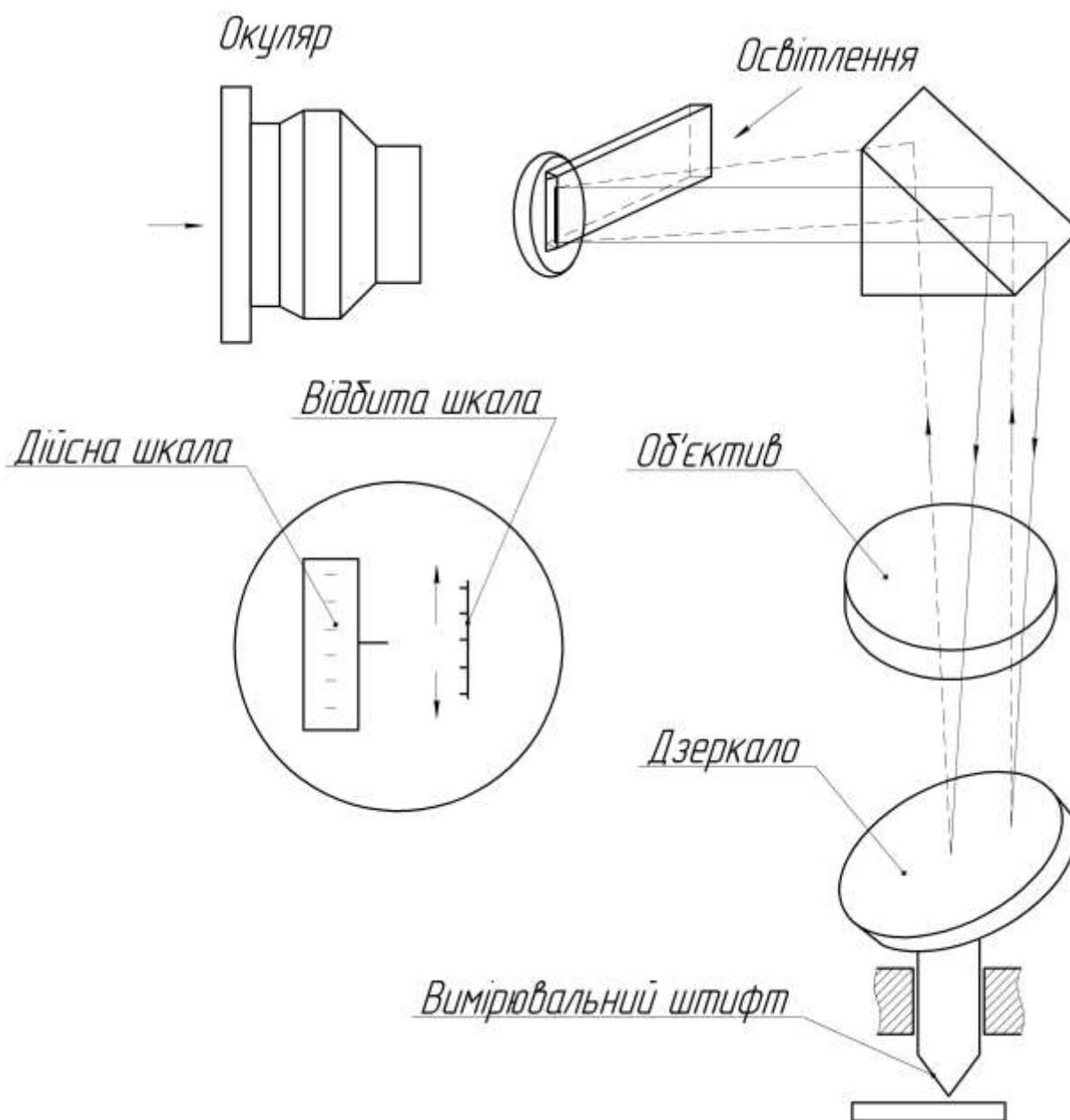


Рис. 21. Оптична схема оптиметра

При вимірюванні оптиметром повинен бути забезпечений точковий або лінійний контакт вимірювального наконечника з вимірюваним об'єктом. Це досягається використанням відповідних наконечників. Так, для вимірювання циліндричних деталей діаметром до 10 мм необхідно користуватися ножеподібними наконечниками, а для вимірювання плоских деталей і циліндричних деталей діаметром більше 10 мм - сферичні наконечники. При вимірюванні сферичних деталей (кульок) потрібно користуватися плоскими наконечниками.

Установка столика

Перед початком роботи потрібно перевірити, чи столик оптиметра паралельний площині наконечника. Для цього кінцеву міру 15...20 мм послідовно встановлюють у чотири положення, застосовуючи плоскі наконечники (рис. 22). Якщо при зміні положення міри відбуватиметься переміщення шкали оптиметра, це означає, що столик встановлено неправильно. Положення столика регулюється гвинтами 12.

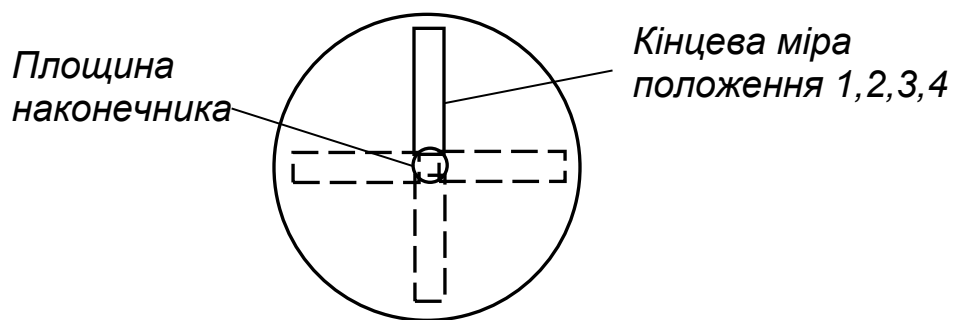


Рис. 22. Перевірка паралельності столика оптиметра площині наконечника

Попереднє налаштування оптиметра

Перед початком вимірювання оптиметр потрібно налаштувати. Для установлення оптиметра на нуль необхідно установити відповідний наконечник. Після цього визначається номінальний розмір об'єкта, підлягаючого контролю і по цьому розміру береться блок плоскопаралельних кінцевих мір. Далі столик оптиметра промивають бензином і протирають льняним рушником; проводять вивільнення столика гвинтом 14. Столик обертанням кільця 13 переводиться в нижнє положення. Блок плиток притирається вимірювальною поверхнею до столика. Відстопоривши гвинт 8, опускають голівку оптиметра доти, доки наконечник 9 не доторкнеться до плиток. Точна установка шкали на нуль проводиться гайкою 13. Столик 11 разом з блоком піднімається доти, доки шкала не зміститься з нульовою поділкою. Далі столик закріплюють гвинтом 14.

Нульову установку приладу перевіряють, піднімаючи і опускаючи 2...3 рази наконечник з допомогою аретира.

Вимірювання огранки плунжера

Огранка деталі (рис. 23) - різниця між діаметром D_0 , в який вписується повністю контур деталі і відстанню $D_{вим}$ між двома паралельними площинами сторін деталі, що дотикаються.

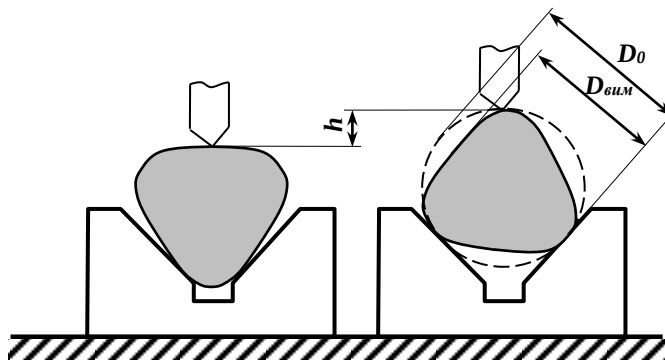


Рис. 23. Схема вимірювання огранки плунжера

Огранка вимірюється наступним чином: плунжер вкладається в призму (рис. 23), яка встановлюється на столик оптиметра. Вимірювальний наконечник оптиметра вводять в контакт з верхньою точкою кола плунжера. Далі встановлюють шкалу оптиметра на нуль, і притиснувши до призми та упора, повільно повертають плунжер на один оберт, відмічаючи найбільше і найменше положення поділки шкали оптиметра.

Різниця цих крайніх відхилень є огранкою h ; або $h/2$ - огранка у випадку, коли кут призми 90° .

Простіше виміряти огранку, якщо встановити плунжер в гільзу. Гільза жорстко встановлюється у призмі, яка закріплена на столику оптиметра.

Вимірювання діаметру плунжера

Оптиметр потрібно налаштувати на номінальний розмір плунжера за допомогою плоско паралельних кінцевих мір. Для цього потрібно взяти плитки номінального розміру і установити їх на столик оптиметра. Далі підвести відповідний наконечник до дотику з поверхнею плиток і установити шкалу оптиметра на нуль. Потім відводкою відвести наконечник, а замість плиток встановити плунжер. Притиснувши до столика фіксують положення шкали оптиметра.

Дійсний розмір плунжера підраховують по формулі:

$$d_{\partial} = N \pm \Delta,$$

де N - розмір блоку плиток, рівний номінальному розміру деталей;
 Δ - відхилення стрілки від нуля в поділках шкали.

ФОРМА ЗВІТУ

1. Навести оптичну схему оптиметра і назви його складових.
2. Навести основні метрологічні характеристики приладу (табл. 12).

Таблиця 12 - Метрологічні характеристики оптиметра

Діапазон вимірювання, мм		Ціна поділки в мм	Гранична похибка вимірювання, ($\pm$ мкм)	Температурний режим	
за шкалою	приладу в цілому			від	до

3. Вимірювання огранки плунжера (табл. 13)

Таблиця 13 - Результати вимірювання огранки

Відлік за приладом		Різниця між відліками	Величина огранки, мм
найбільший	найменший		

5. Виконати мікрометраж плунжерів (табл. 14)

Таблиця 14 - Розміри плунжерів, мм

	Номера плунжерів			
	1	2	3	4
Відлік за шкалою				
Діаметр плунжера				

Підпис студента_____

Дата_____.

Підпис викладача_____

Дата_____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Навести складові вертикального оптиметра. 2. Проаналізувати оптичну схему оптиметра. 3. Як встановити паралельність столика? 4. Види та призначення наконечників. 5. Як встановити оптиметр на нуль? 6. Послідовність вимірювання дійсного розміру деталі. 7. Визначення огранки плунжера.

ТЕМА: ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ТРАНСПОРТИРНИМ ТА УНІВЕРСАЛЬНИМ КУТОМІРОМ

Мета роботи: вивчити будову транспортрного та універсального кутоміра, навчитися вимірювати кути.

Устаткування та матеріали: транспортирний кутомір, універсальний кутомір, деталі, набір кутових мір.

Суть досліджень: виміряти зовнішні кути; визначити середню величину кутів та граничну похибку вимірювання; зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Методи вимірювання кутів і опис транспортрного кутоміра

Вимірювання кутів, так само як і лінійних розмірів, є одним з видів технічних вимірювань. Використовуються наступні методи: порівняльний метод вимірювання кутів, тригонометричний метод, гоніометричний, або метод безпосереднього вимірювання та інтерференційний метод.

При використанні порівняльного метода знаходять значення відхилення вимірювального кута від кутової міри.

При користування тригонометричним методом кути визначаються непрямым способом вимірювання лінійних величин, і використанням тригонометричних функцій. Вимірювання проводяться спеціальними лінійками: - синусними, тангенсними. Похибка вимірювання складає

до 52".

При гоніметричному методі визначають кути приладом, який має кутомірну шкалу. Використовується універсальні та інструментальні мікроскопи, гоніометри, кутоміри та інше.

Інтерференційний метод використовується для високоточних вимірювань. Гранична похибка результату вимірювання складає 0,2".

Кутомір транспортний (рис. 24) дозволяє вимірювати зовнішні кути від 0 до 180°.

Основні частини кутоміра – напівдиск 1 із двома лінійками 2 і 3. Лінійку 2 жорстко з'єднано з напівдиском, а лінійка 3 може обертатися навколо вісі 4, разом із сектором 5, на якому закріплено ноніус 6. Точне встановлення за ноніусом виконується мікрометричним гвинтом 7. Лінійка 3 закріплюється гвинтом 8. Застосовується додатковий косинець 9, можна виміряти зовнішні кути від 0 до 90°. Ціна поділки транспортного кутоміра становить 2' і 5'. Похибка показань кутоміра не повинна перевищувати $\pm 2'$ і $\pm 5'$.

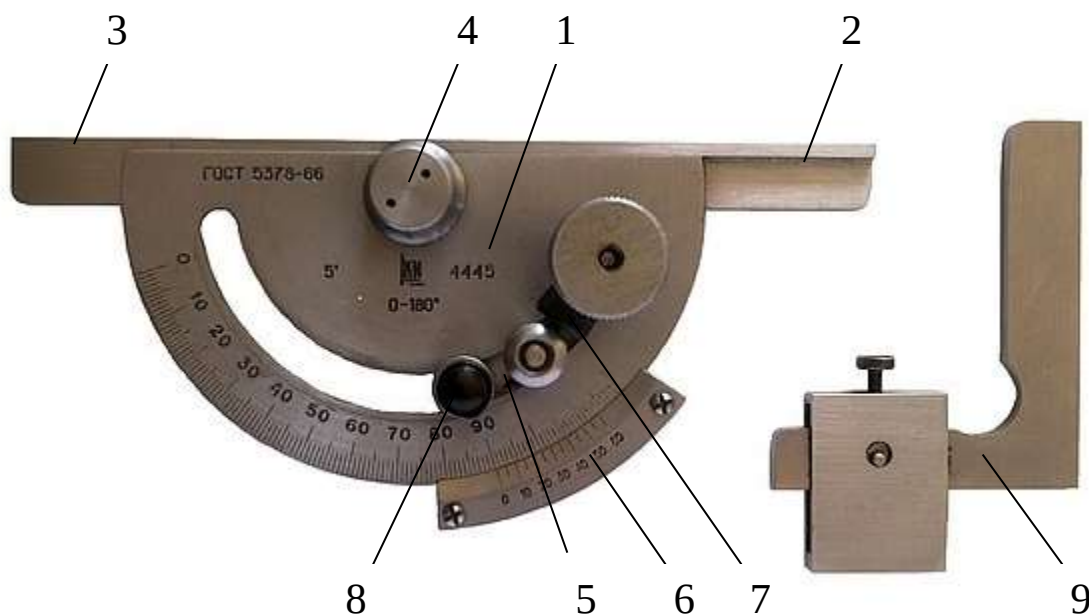


Рис. 24. Загальний вигляд транспортного кутоміра

Вимірювання кутів

Вимірювання кутів транспортним кутоміром виконується таким чином. Поверхню вимірюваної деталі розміщують між вимірювальними поверхнями лінійок. Одну поверхню (грань), щільно протискають до нерухомої лінійки, а до іншої за допомогою мікрометричного гвинта рухому лінійку. Потім закріплюють рухому лінійку і проводять відлік за шкалою і ноніусом. Якщо вимірюється кут понад 90° то до відліку за шкалою потрібно додати 90° .

Відлік за шкалою і ноніусом виконується у такий самий спосіб, як і при вимірюванні штангенінструментами.

Опис універсального кутоміра та вимірювання кутів

Універсальний кутомір (рис. 25) використовується для вимірювання зовнішніх кутів від 0° до 180° і внутрішніх від 40° до 180° .

Кутомір складається: з основи 1 зі шкалою, лінійки 2, косинця 3, сектора 4, стопора 5, ноніуса 6, лінійки 7, державки 8.

Ціна поділки за ноніусом, універсальних кутомірів становить $2'$ і $5'$.

Схема вимірювання залежить від розміру вимірювального кута (рис. 25 і рис 27).

Методика вимірювання кутів універсальним кутоміром УН аналогічна методиці вимірювання кутів транспортним кутоміром.

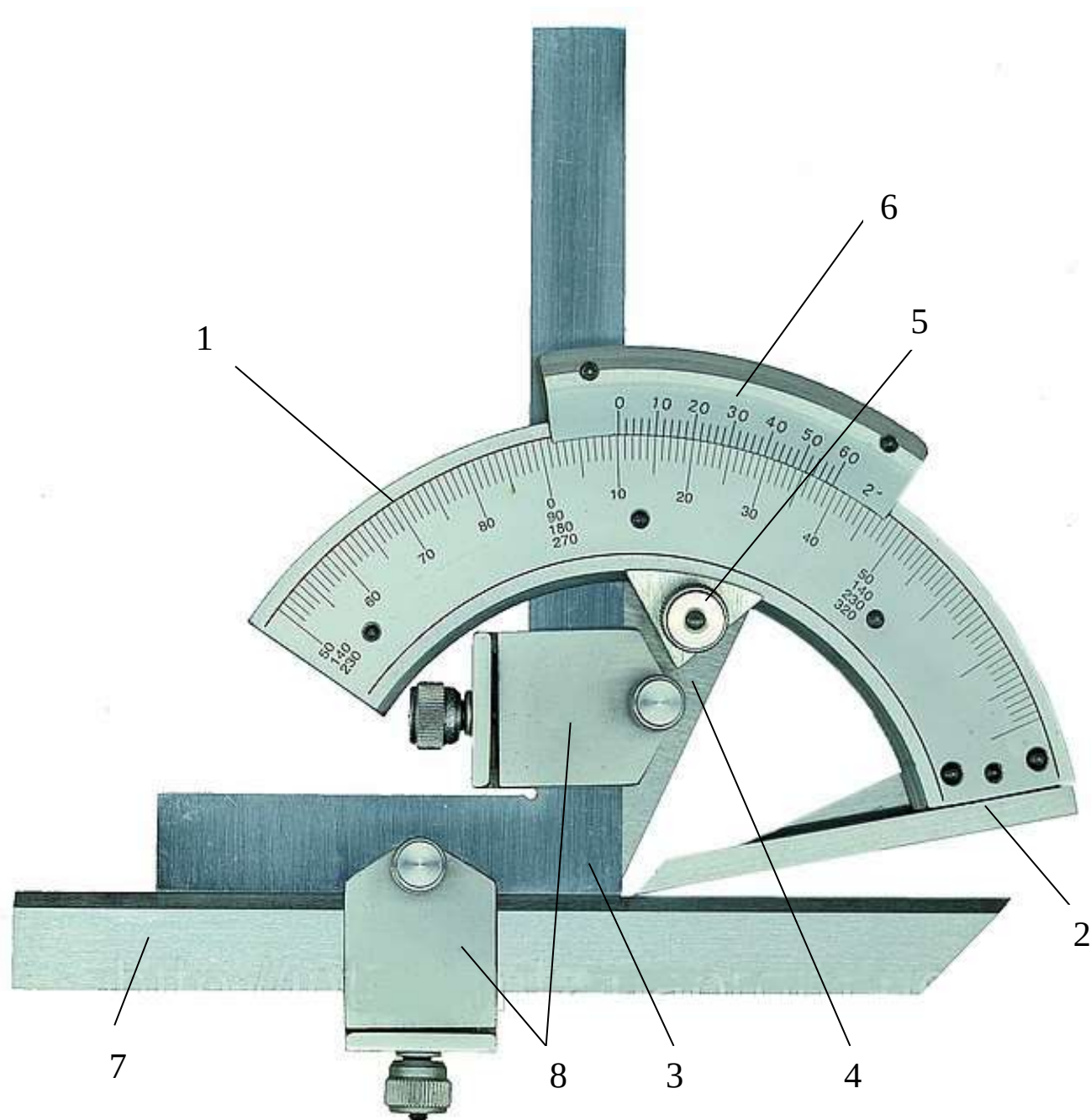
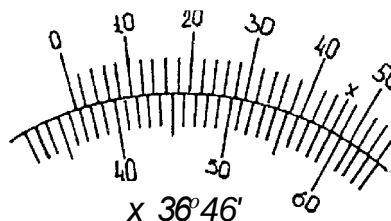
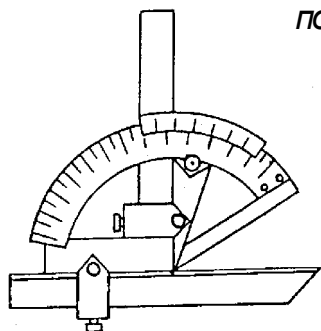


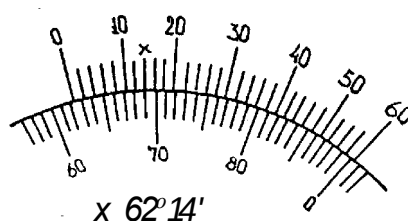
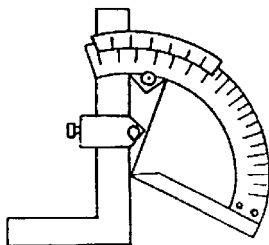
Рис. 25. Загальний вигляд універсального кутоміра

Зовнішніх кутів

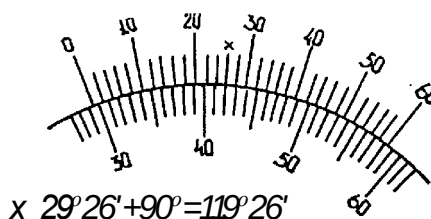
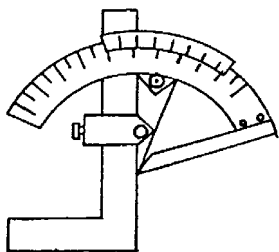
При вимірюванні зовнішніх кутів від 0° до 50° покази знімають по правій частині шкали



При вимірюванні зовнішніх кутів від 50° до 90° покази знімають по лівій частині шкали



При вимірюванні зовнішніх кутів від 90° до 140° до показів правої частини шкали додають 90°



При вимірюванні зовнішніх кутів від 140° до 180° до показів лівої частини шкали додають 90°

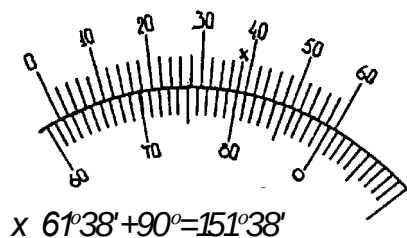
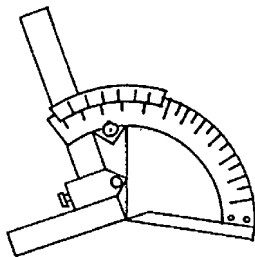
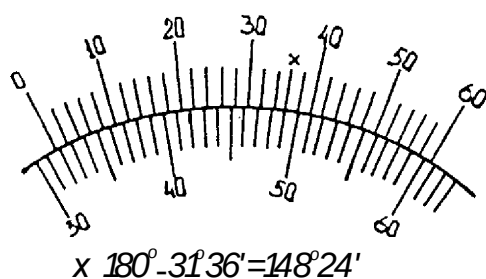
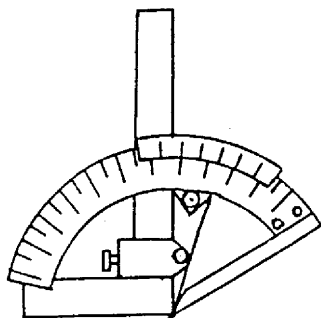


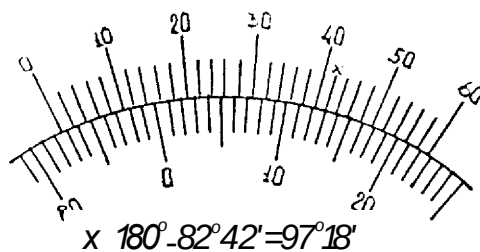
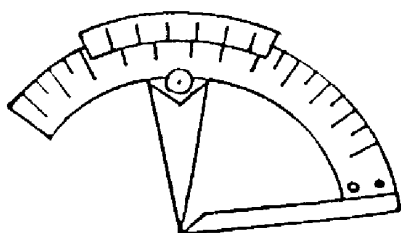
Рис. 26. Схема вимірювання зовнішніх кутів кутоміром УН і знімання показів

Внутрішніх кутів

При вимірюванні внутрішніх кутів від 180° до 130°
покази правої частини шкали віднімають від 180°



При вимірюванні внутрішніх кутів від 130° до 90°
покази лівої частини шкали віднімають від 180°



При вимірюванні внутрішніх кутів від 90° до 40°
покази правої частини шкали віднімають від 90°

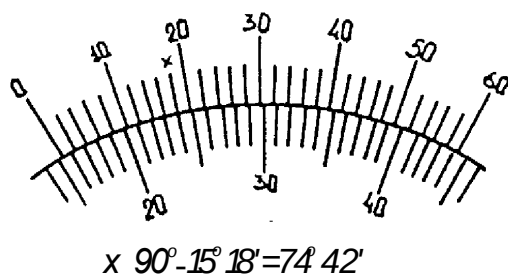
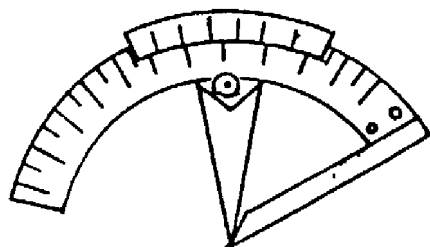


Рис. 27. Схема вимірювання внутрішніх кутів

ФОРМА ЗВІТУ

1. Описати схему транспортного кутоміра, вказавши основні складові його частини.
2. Виконати креслення деталей з позначенням вимірювальних кутів.
3. Провести перевірку кутів (табл. 15).

Таблиця 15 - Результати вимірювання кутів

Вимірюваний кут	Кратність вимірювання			Середнє значення	Максимальна похибка
	1-е	2-е	3-е		
α					
β					
γ					
δ					

4. Описати схему універсального кутоміра, вказавши основні складові його частини.
5. Виконати креслення деталей з позначенням вимірювальних кутів.
6. Провести перевірку тупого і гострого внутрішніх кутів (табл. 16).

Таблиця 16 - Результати вимірювання кутів

Вимірюваний кут	Кратність вимірювання			Середнє значення	Максимальна похибка
	1-е	2-е	3-е		
α					
β					

Підпис студента _____

Підпис викладача _____

Дата _____.

Дата _____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Перерахувати методи вимірювання кутів. 2. Проаналізувати будову транспортного кутоміра. 3. Описати методику вимірювання кутів за допомогою транспортного кутоміра. 4. Призначення додаткового косинця. 5. Проаналізувати будову універсального кутоміра. 6. Описати методику вимірювання кутів за допомогою універсального кутоміра. 7. Читання показників при вимірюванні універсальним кутоміром зовнішніх кутів. 8. Читання показників при вимірюванні універсальним кутоміром внутрішніх кутів.

ТЕМА: КОНТРОЛЬ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

Мета роботи: навчитися визначати шорсткість поверхні за допомогою профілометра і зразків шорсткості.

Устаткування та матеріали: профілометр портативний моделі 253; стояк; призма; зразки шорсткості поверхні деталі.

Суть досліджень: виконати вимірювання шорсткості деталей, порівняти результати вимірювання з технічними даними на вказані деталі; нанести на ескізи деталей клас шорсткості 5...7 поверхонь, оброблюваних різними методами, зробити висновок, оформити та захистити звіт.

Вимірювання шорсткості за допомогою профілометра

Профілометр портативний моделі 253 є високочутливим вимірювальним приладом для вимірювання шорсткості металевих і неметалевих виробів (пластмаса, скло та ін.) без пошкодження їх поверхні.

Дія приладу ґрунтується на принципі обмацування алмазною голкою датчика досліджуваної поверхні і перетворення коливань голки в змінну напруги за допомогою механотронного перетворювача

Прилад (рис. 28) складається з таких вузлів: датчик 1, привід 2,

електронний блок 3, пристрій, що складається із стояка 4, призми із столиком 5. Датчик перетворює лінійні коливання голки, які відповідають нерівностям поверхні в електричні сигнали.



Рис. 28. Загальний вигляд обладнання для вимірювання шорсткості. Датчик (рис. 29) має наступну будову: електронна лампа (механотрон), якою керують механічно, рухомий анод, який тонкою мембраною зв'язано із щупом 2. На щупі прикріплено алмазну голку 3 з радіусом закруглення 10 мкм. Механотрон встановлено у корпус 5, на передній частині якого розміщено твердосплавну опору 4. Механотрон закріплено у корпусі кільцем 8 зі штирем 7, який упирається в лунку гвинта 6 під зусиллями пружини 11. Така конструкція кріплення дає змогу регулювати положення механотрона, що є необхідним для точного встановлення голки щупа відносно опори датчика. Гвинти 13, що впираються в кільце 10, регулюють і фіксують положення щупа. Знизу механотрон закрито кришкою 9. Датчик з'єднується із штоком приводу вилкою рознімання 12 і фіксується штифтом 14.

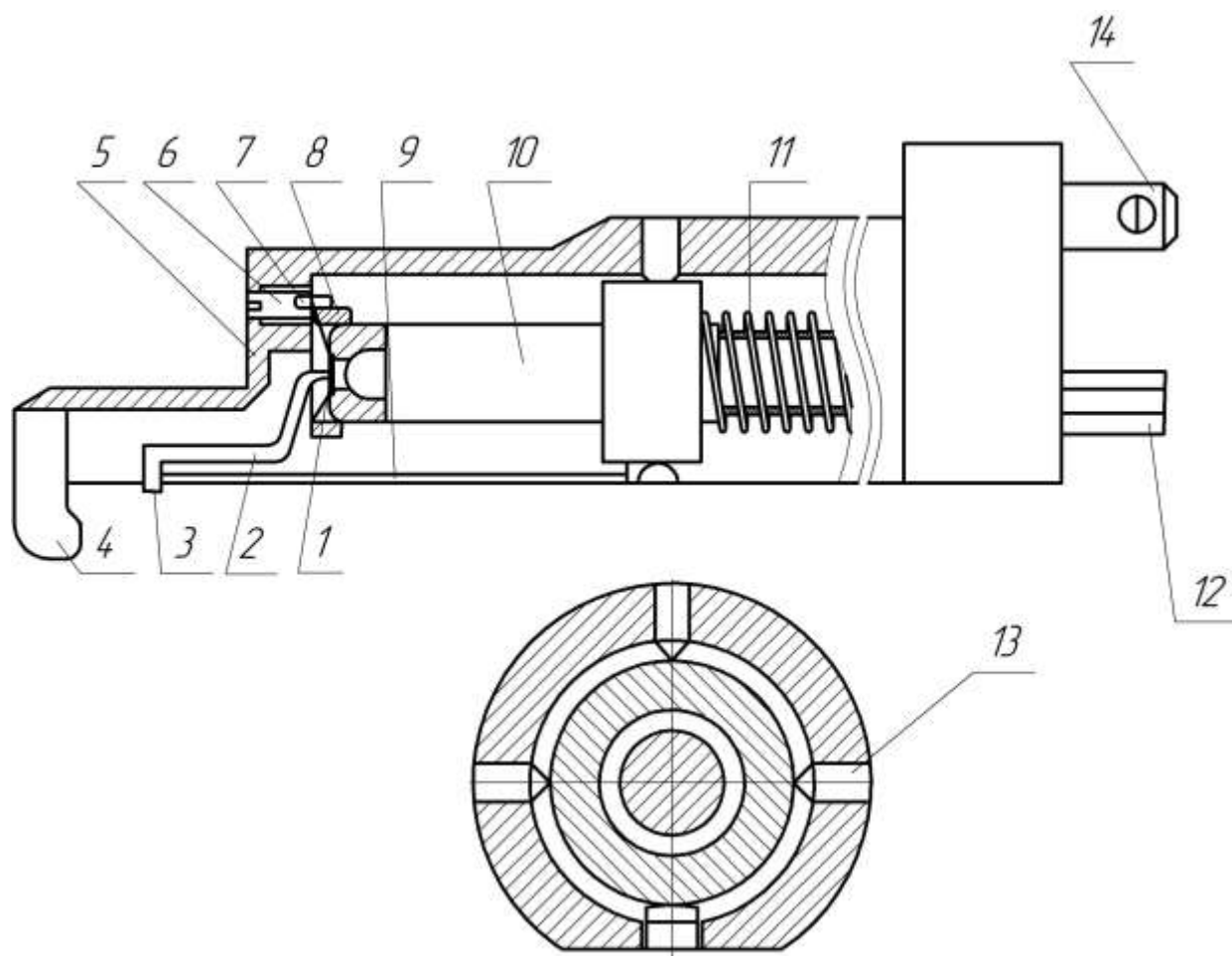


Рис. 29. Датчик профілометра

На передній панелі електронного блоку розміщено: прилад для показань, кнопка вимкнення мережі, сигнальне вічко, перемикач діапазонів вимірювань і кнопка пуску. Стояк використовується для закріплення приводу з датчиком при вимірюванні високих деталей.

При вимірюванні шорсткості циліндричних деталей на плиту стояка встановлюється призма.

Робота на приладі

Прилад встановлюється на робоче місце. Підключають кабелі для з'єднання приводу з електронним блоком. Встановлюється датчик в гніздо на каретці приводу і закріплюється гвинтом. Вмикається прилад в мережу з напругою 220 V. Далі потрібно натиснути кнопку "мережа", після чого повинне загорітися сигнальне вічко.

При невеликих розмірах деталей, що перевіряються, привід з датчиком і деталь встановлюють на призми, а у випадках великих

розмірів деталей можливо встановлювати привід з датчиком безпосередньо на деталь.

При вимірюванні високих деталей привід з датчиком закріплюють у кронштейні стояка, а деталь закріплюється на плиті. При вимірюванні циліндричних деталей на плиту стояка встановлюється призма у випадку, коли нахил площини, що вимірюється відомий, можливо скористатися кутовою шкалою, яка нанесена на валу кронштейна, подальші дії по вимірюванню шорсткості слід виконувати в такій послідовності:

1. Опустити датчик на вимірювану деталь з допомогою рукоятки привода, або рукоятки стояка, встановлюючи корпус датчика паралельно вимірюваної поверхні (встановлення виконується візуально). Потрібно враховувати, що при пуску датчик переміститься вперед на 5-6 мм.

2. Встановити перемикач діапазонів на електронному блоці у положення передбачуваного класу шорсткості поверхні на вимірюваній деталі.

3. Натиснути кнопку "пуск" на електронному блоці, стрілка приладу почне рухатися до нуля, а датчик - вперед (попередній хід).

Після проходження датчиком 5-6 мм відбувається реверсування, датчик повертається в початкове положення (робочий хід), а стрілка приладу зміщується до значення величини шорсткості. Після зупинки стрілки проводиться відлік за шкалою.

Шкала приладу градуйована у мікрометрах за параметром R_a .

Для визначення класів і розрядів на шкалі нанесені зони, які позначають клас, у якому знаходяться одержані дані шорсткості поверхні. Якщо стрілка знаходиться у межах цієї зони, то клас шорсткості вимірюваної деталі відповідає встановленому перемикачем класу. Якщо стрілка зупиниться лівіше від цієї зони, то це відповідатиме більш високому класу, якщо правіше - більш низькому.

Визначення шорсткості деталей за допомогою зразків порівняння

Зразки шорсткості поверхні - це металеві пластини з плоскою або циліндричною робочою поверхнею розміром 30 x 20 мм. Робочу поверхню обробляють одним із способів: зовнішнім точінням,

внутрішньою розточкою, зенкеруванням, розточуванням, струганням, фрезеруванням, шліфуванням (круглим, плоским, торцевим внутрішнім).

Порівняння поверхні деталей і зразка проводять візуально. Можливо контролювати поверхні в межах від 3-го до 7-го класу ($R_a=6,3$ мкм). Застосування лупи забезпечує оцінку шорсткості до 9-го класу ($R_a=0,32$ мкм).

Методика вимірювання шорсткості деталей:

1. В залежності від матеріалу деталі і метода обробки її поверхонь підбирати зразки шорсткості.

2. Порівнюючи з допомогою лупи шорсткість поверхонь деталей і зразків, визначити клас шорсткості 2-3 поверхонь, оброблених різними методами.

3. Виходячи з визначеного класу шорсткості визначити по таблицях середню висоту R_a шорсткості на поверхні деталі.

4. Порівняти знайдені класи шорсткості поверхонь деталей з класами, вказаних в технічних вимогах на деталі.

ФОРМА ЗВІТУ

1. Описати методику вимірювання шорсткості за допомогою профілометра моделі 253.

2. Виконати визначення шорсткості деталей профілометром та виконати їх креслення з постановкою відповідної шорсткості.

3. Виконати визначення шорсткості за допомогою зразків порівняння (табл. 17).

Таблиця 17 - Дані вимірювання

Назва деталі і поверхні, що підлягають контролю	Клас шорсткості поверхні		R_a , мкм	Висновок
	по кресленню	знайдений за допомогою зразків		

4. Представити креслення деталей з позначенням отриманої шорсткості поверхні, що визначена за допомогою зразків порівняння.

Підпис студента_____

Дата_____.

Підпис викладача_____

Дата_____.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Будова та принцип роботи профілометра. 2. Послідовність вимірювання шорсткості поверхні за допомогою профілометра. 3. Оцінка шорсткості за допомогою зразків порівняння. 4. Що називається хвилястістю та шорсткістю поверхні? 5. Способи нанесення шорсткості на кресленнях.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дудніков А.А. Основи стандартизації, допуски, посадки і технічні вимірювання. Підручник / А.А. Дудніков. - Київ, 2006. – 294с.

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

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання [підр. для студ. вищ. навч. закл.]/ Іванов Г.О., Шебанін В.С., Бабенко Д.В. та ін.; за ред. Іванова Г.О., Шебаніна В.С. – [2-е вид., перероб. і доповн.]. - К: Видавництво „Аграрна освіта”. – 2010. - 577 с.

4. Саранча Г.А. Метрологія, стандартизація та управління якістю: підручник / Г.А. Саранча, Г.К. Якимчук. - К.: Основа, 2004. - 376 с.

5. Цюцюра В.Д. Метрологія та основи вимірювань: навч.посібник / В.Д. Цюцюра, С.В. Цюцюра. - К.:Знання-Прес, 2003. - 180 с.

6. Когут М.С. Основи взаємозамінності, стандартизації, сертифікації, акредитації та технічні вимірювання / М.С. Когут, Н.М. Лебідь, О.В. Білоус, І.Є Кравець. – Львів: Світ, 2010. – 528с.

7. Практикум з дисципліни „Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання”. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів освіти / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко та ін; за ред. Іванова Г.О., Шебаніна В.С. – К: Видавництво „Аграрна освіта”. – 2008. -648 с.

