

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ**

**МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ, АКРЕДИТАЦІЯ  
ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

**Для студентів навчального напрямку підготовки 6.050301 «Гірництво»**

**2012**



**МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ**

**МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ, АКРЕДИТАЦІЯ  
ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

**Для студентів навчального напрямку підготовки 6.050301 «Гірництво»**

Розглянуто на засіданні кафедри  
Інженерної механіки  
Протокол № 9 від 08.05. 2012

Затверджено на засіданні  
навчально - видавничої Ради ДонНТУ  
протокол № 3 від 06.06.2012

**2012**

УДК 622.

Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація та управління якістю. Методичні вказівки до лабораторних робіт. Для студентів навчального напрямку «Гірництво» /Лаппо І.М., Вірич С.О., Горячева Т.В., Бабенко М.О. – Красноармійськ: КІІ ДонНТУ, 2012. – 56 с.

Наведені лабораторні роботи з дисципліни «Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація та управління якістю», методичні вказівки до їх виконання, питання до самоперевірки, перелік використаної літератури. Призначені для студентів 3 курсу денної та заочної форми навчання спеціальностей 6.050301 «Гірничі справи». «Охорона праці в гірничому виробництві»

Укладачі:

Лаппо І.М.

Вірич С.О.

Горячева Т.В.

Бабенко М.О.

Відповідальний за випуск

С.О.Вірич

@ Лаппо І.М., Вірич С.О., Горячева Т.В., Бабенко М.О., Красноармійськ, КІІ ДонНТУ, 2011

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
Вказівки до виконання лабораторних робіт та оформлення звіту...	7
Лабораторна робота № 1. Система допусків та посадок гладких циліндричних з'єднань. Розрахунок параметрів посадок.....	8
Лабораторна робота № 2. Контроль деталей універсальними вимірювальними інструментами.....	23
Лабораторна робота № 3. Плоскопаралельні кінцеві міри довжини. Повірка мікрометра.....	34
Лабораторна робота № 4. Контроль параметрів метричної різі.....	41
Лабораторна робота № 5. Вимірювання радіального та торцевого биття деталей оберту.....	45
Лабораторна робота № 6. Контроль отвору індикаторним нутром.....	49
Перелік рекомендованої літератури.....	54

## ВСТУП

Якість машин і механізмів залежить від точності виготовлення та з'єднання їх деталей, які задаються допусками і посадками. При виготовленні деталей машин і механізмів необхідно контролювати отримані розміри, форму та шорсткість поверхні. Величина дійсного розміру, форми і шорсткості поверхні, створена при обробці, повинна бути виявлена вимірюванням з необхідною точністю або допустимою похибкою.

Лабораторні роботи по курсу «Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація та управління якістю» мають на меті:

- ознайомити студентів з експлуатаційними та метрологічними характеристиками найбільш розповсюджених вимірювальних приладів;
- ознайомити студентів з методами вимірювання деталей різного призначення, визначення посадок в з'єднаннях;
- придбання практичних навичок роботи з нормативними документами Єдиної системи допусків і посадок (ЄСДП), вимірювання та оцінки точності вимірювань.

Перед виконанням лабораторної роботи студент зобов'язаний: ознайомитися з її змістом; перевірити наявність на робочому місці зразків, інструментів та приладів, необхідних для виконання роботи; ознайомитися з вимогами техніки безпеки.

Кожна лабораторна робота містить необхідні відомості о принципових схемах приладів, їх метрологічних характеристиках та прийомах роботи з ними.

## **ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ**

Перед виконанням лабораторних робіт кожен студент повинен ознайомитись з інструкцією з техніки безпеки при роботі на обладнанні лабораторії та строго виконувати цю інструкцію.

Звіт за виконану лабораторну роботу оформлюється кожним студентом та захищається перед виконанням наступної роботи. Звіт по лабораторних роботах оформлюється на аркушах білого паперу для написання розміром 210×297 мм (допускається використання аркушів з учнівського зошита в клітинку того ж розміру). На кожному форматі слід виконати обрамлюючі лінії згідно ГОСТ 2.301-68. На першому аркуші виконується основний надпис для текстових документів згідно з ГОСТ 2.105-79; на наступних – надпис по формі 2а для текстових документів згідно з ГОСТ 2.105-79.

На першому аркуші звіту розміщується розділ «Зміст». Назви розділів та підрозділів наступних листків повинні відповідати змісту.

Зміст повинен вміщувати:

- назву роботи;
- мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- схему пристроїв та опис використаних засобів вимірювань;
- проміжні результати вимірювань;
- таблицю звіту;
- висновки.

Всі заповнені аркуші брошуруються в загальній обкладинці з титульним аркушем. Приклад оформлення титульного листа показаний в додатку. Справа подано відстані від нижньої лінії, яка обрамлює формат до основи відповідного рядка та номер шрифту, яким слід виконувати запис рядка.

Всі записи виконуються чорнилом одного кольору, ескізи та схеми – олівцем з дотриманням вимог ЄСКД та основних співвідношень в розмірах.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**  
**СИСТЕМА ДОПУСКІВ ТА ПОСАДОК ГЛАДКИХ З'ЄДНАНЬ.**  
**РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПОСАДОК**

**1. Загальні відомості**

1.1 Мета роботи:

- закріпити знання та практичні навички з використання стандартів Єдиної системи допусків та посадок гладких з'єднань для розрахунків посадок різного призначення;
- для заданих посадок зобразити схеми розташування полів допусків отвору та вала, вказати на схемах граничні відхилення;
- розрахувати найбільші та найменші розміри отворів та валів, найбільші та найменші натяги, а також допуск посадки;
- виконати робочі креслення окремих деталей та складальне креслення, схему розташування полів допусків, вказавши розміри з умовними позначеннями полів допусків та числовими значеннями граничних відхилень

1.2 Матеріальне забезпечення:

- таблиці допусків та посадок отворів і валів згідно ГОСТ 25346 - 89;
- вихідні дані для розрахунку.

**2. Розміри, граничні відхилення і допуски**

При конструюванні визначаються лінійні і кутові розміри деталі, що характеризують її величину і форму. Вони призначаються на основі результатів розрахунку деталей на міцність і жорсткість, а також виходячи із забезпечення технологічності конструкції і інших показників відповідно до функціонального призначення деталі. На кресленні повинні бути проставлені всі розміри, необхідні для виготовлення деталі і її контролю.

*Розміри*, які безпосередньо або побічно впливають на експлуатаційні показники машини або службові функції вузлів і деталей, називаються **функціональними**. Вони можуть бути як у тих поверхонь, що сполучаються (наприклад, у валу та отво-



ру), так і у поверхонь, що не сполучаються (наприклад, розмір пера лопатки турбіни, розміри каналів жиклерів карбюраторів і т. п.)

**Розмір** — це числове значення лінійної величини (діаметра, довжини) у вибраних одиницях вимірювання. Розміри підрозділяють на номінальні, дійсні і граничні.

**Номінальний розмір** — це розмір, щодо якого визначаються граничні розміри і який служить також початком відліку відхилень. Номінальний розмір — це основний розмір, отриманий на основі кінематичних, динамічних і міцнісних розрахунків або вибраний з конструктивних, технологічних, експлуатаційних, естетичних і інших міркувань.

**Дійсний розмір** — це розмір, встановлений вимірюванням з допустимою погрішністю.

**Граничні розміри** — це два гранично допустимих розміри, між якими повинен знаходитися або яким може бути рівний дійсний розмір.

**Найбільший граничний розмір** — це більший з двох граничних, **найменший граничний розмір** — це менший з двох граничних розмірів.

**Відхилення** — це різниця між розміром (дійсним, граничним) і відповідним номінальним розміром.

**Дійсне відхилення** — це різниця між дійсним і номінальним розмірами.

**Граничне відхилення** — це різниця між граничним і номінальним розмірами.

Класифікацію відхилень по геометричних параметрах доцільно розглянути на прикладі з'єднання валу і отвору. Термін «вал» застосовують для позначення зовнішніх (охоплюваних) елементів деталей, термін «отвір» — для позначення внутрішніх (охоплюючих) елементів деталей. Терміни «вал» і «отвір» відносяться не тільки до циліндричних деталей круглого перетину, але і до елементів деталей іншої форми (наприклад, обмеженим двома паралельними площинами — з'єднання шпонки).

Граничні відхилення підрозділяють на верхнє і нижнє. **Верхнє відхилення** — це різниця між найбільшим граничним і номінальним розмірами, **нижнє відхилення** — це різниця між найменшим граничним і номінальним розмірами.

Згідно з ГОСТом 25346 - 89 були прийняті умовні позначення: верхнє відхилення отвору  $ES$ , валу —  $es$ , нижнє відхилення отвору  $EI$ , валу —  $ei$ . В таблицях стандартів верхнє і нижнє відхилення вказані в мікрометрах (мкм), на кресленнях — в міліметрах (мм). Відхилення, рівні нулю, не вказуються.

**Допуск**— це різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами або абсолютна величина різниці між верхнім і нижнім відхиленнями. Допуск – це абсолютна величина і характеризує точність параметра. Позначається допуск отвору -  $T_D$ , вала -  $T_d$ .

Величину допуску знаходять як через граничні відхилення, так і через граничні розміри.

Допуск отвору:

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI, \quad (1.1)$$

Допуск валу:

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei, \quad (1.2)$$

де  $D_{\max}$  - найбільший граничний розмір отвору;  $D_{\min}$  - найменший граничний розмір отвору;  $d_{\max}$  - найбільший граничний розмір валу;  $d_{\min}$  - найменший граничний розмір валу;  $ES$  - верхнє граничне відхилення отвору;  $EI$  - нижнє граничне відхилення отвору;  $es$  - верхнє граничне відхилення валу;  $ei$  - нижнє граничне відхилення валу.

**Нульова лінія** — це лінія, відповідна номінальному розміру, від якої відкладаються відхилення розмірів при графічному зображенні допусків і посадок. При горизонтальному розташуванні нульової лінії позитивні відхилення відкладаються вгору від неї, а від’ємні — вниз. Тому їх завжди вказують зі знаком, на відміну від допуску, який може бути тільки позитивним числом і не дорівнює нулю. При необхідності, за номінальним розміром отвору  $D$  або валу  $d$  та відхиленням можна порахувати відповідний граничний розмір.

Найбільший граничний розмір отвору:

$$D_{\max} = D + ES. \quad (1.3)$$

Найменший граничний розмір отвору:

$$D_{\min} = D + EI . \quad (1.4)$$

Найбільший граничний розмір валу:

$$d_{\max} = d + es \quad (1.5)$$

Найменший граничний розмір валу:

$$d_{\min} = d + ei \quad (1.6)$$

**Поле допуску** – поле, обмежене найбільшим і найменшим граничними розмірами, яке визначається величиною допуску і його положенням відносно номінального розміру. При побудові полів допусків величини граничних відхилень відкладаються у визначеному масштабі по вертикалі. Довжина в горизонтальному напрямку вибирається довільно.

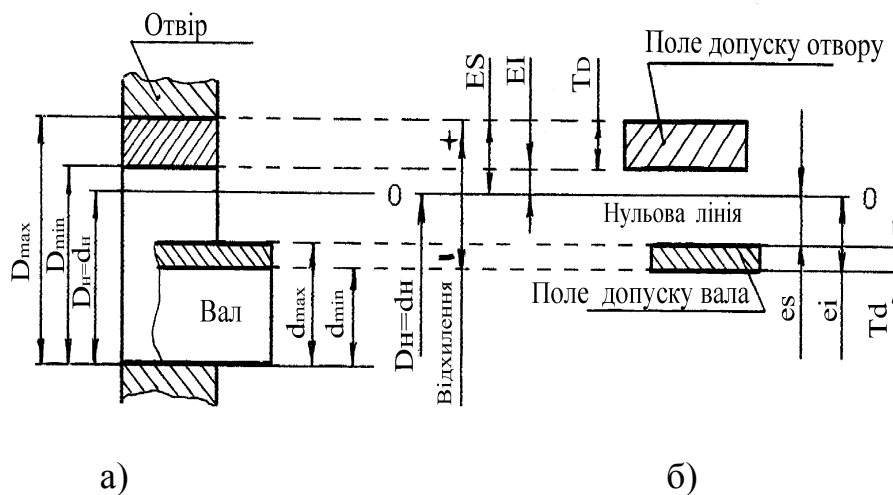


Рисунок 1.1– Графічна побудова полів допусків: а) – схема з'єднання отвору і вала; б) – спрощене схема розташування полів допусків

**Поле допуску** – поняття більш широке, ніж допуск. Поле допуску характеризується своєю величиною (допуском) і розташуванням щодо номінального розміру. При тому самому допуску можуть бути різні за розташуванням поля допусків. Правила нанесення граничних відхилень розмірів встановлені ГОСТ 2.307-68.

Відхилення, зазначені у числовому вираженні, записують безпосередньо після номінального розміру в частках міліметра й обов'язково із своїм знаком.

Наприклад:  $36 \pm 0.12$  - при симетричному розташуванні поля допуску відхилення вказують одним числом зі знаками « $\pm$ » шрифтом того ж розміру.

В інших випадках приймають дрібний шрифт:

$40_{+0.1}^{+0.2}$ ;  $40_{-0.2}^{-0.1}$ ;  $50_{+0.1}^{+0.2}$  - верхнє відхилення ставлять угорі, а нижнє - унизу, праворуч від номінального розміру;

$35^{+0.05}$ ;  $65_{-0.15}$  - відхилення, рівне нулю, не вказують;

$40_{-0.10}^{+0.08}$ ;  $50_{+0.010}^{+0.015}$  - кількість значущих цифр після коми у відхиленнях повинна бути однаковою, а відсутні доповнюються нулем.

### 3. З'єднання і посадки

Посадкою називають характер з'єднання деталей, який визначається величиною зазорів або натягів, що входять в нього. Посадка характеризує свободу відносного переміщення деталей, що сполучаються, або ступінь опору їх взаємному зсуву.

Залежно від взаємного розташування полів допусків отвору і валу посадка може бути: із зазором, натягом або перехідна. Схеми полів допусків для різних посадок дані на рисунку 1.2.

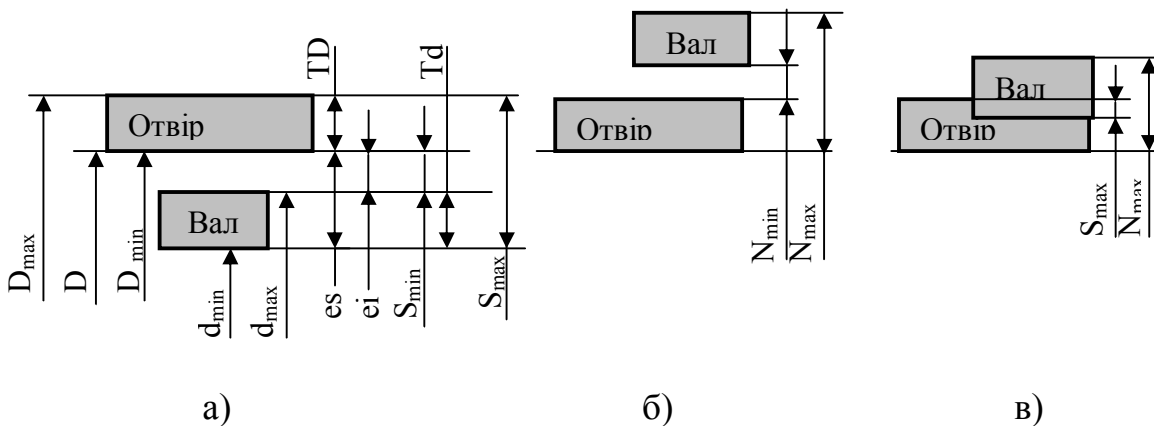


Рисунок 1.2 - Схеми полів допусків посадок: а) – з зазором; б) – натягом; в) – перехідної

**Зазор  $S$**  - різниця розмірів отвору і валу, якщо розмір отвору більше розміру валу. Найбільший зазор:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei. \quad (1.7)$$

Найменший зазор:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1.8)$$

Середній зазор:

$$S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} \quad (1.9)$$

**Натяг  $N$**  — різниця розмірів валу і отвору до зборки, якщо розмір валу більше розміру отвору. Натяг забезпечує взаємну нерухомість деталей після їх зборки.

Найбільший натяг визначають по формулі:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad (1.10)$$

Найменший натяг:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad (1.11)$$

Середній натяг:

$$N_m = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} \quad (1.12)$$

**Посадка із зазором** — посадка, при якій забезпечується зазор в з'єднанні (поле допуску отвору розташовано над полем допуску валу, рис. 1.2, а).

**Посадка з натягом** — посадка, при якій забезпечується натяг в з'єднанні (поле допуску отвору розташовано під полем допуску валу, рис. 1.2, б).

**Перехідна посадка** — посадка, при якій можливо отримання як зазору, так і натягу (поля допусків отвору і валу перекриваються частково або повністю, рис. 1.2, в).

**Допуск посадки** — різниця між найбільшим і найменшим зазорами (допуск зазора  $T_S$  в посадках із зазором) або найбільшим і найменшим натягом, що допускається, (допуск натягу  $T_N$  в посадках з натягом).

Допуск посадки з зазором:

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = T_D + T_d \quad (1.13)$$

Допуск посадки з натягом:

$$T_N = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d \quad (1.14)$$

Допуск перехідної посадки:

$$T_{SN} = S_{\max} + N_{\max} = T_D + T_d \quad (1.15)$$

#### 4. Взаємозамінність гладких циліндричних з'єднань

##### 4.1. Загальні положення

Точність деталі визначається точністю розмірів, шорсткістю поверхонь, точністю форми поверхонь, точністю розташування і хвилястістю поверхонь.

Для забезпечення точності розмірів діє Єдина система допусків і посадок (ЕСДП).

В ЕСДП в першу чергу стандартизовані базові елементи, необхідні для отримання різних полів допусків. Кожне поле допуску можна представити поєднанням двох характеристик, що мають самостійне значення, — *величини допуску і його положення щодо номінального розміру*.

*Допуск* залежить від квалітету і розміру:

$$T = a \cdot i, \quad (1.17)$$

де  $a$  - число одиниць допуску, залежне від квалітету і не залежне від номінального розміру;  $i$ - одиниця допуску.

Для нормування необхідних рівнів точності встановлені квалітети виготовлення деталей і виробів. Під **квалітетом** (по аналогії з франц. *qualiti* — якість) розуміють сукупність допусків, що характеризуються постійною відносною точністю (що визначається коефіцієнтом  $a$ ) для всіх номінальних розмірів даного діапазону (наприклад, від 1 до 500 мм). Точність в межах одного квалітету залежить тільки від номінального розміру. В ЕСДП встановлений 21 квалітет: 01, 0, 1, 2 ..., 19. Квалітет визначає допуск на виготовлення і, отже, методи і засоби обробки і контролю деталей машин.

**Основне відхилення** — одне з двох відхилень (верхнє або нижнє), що використовується для визначення положення поля допуску щодо нульової лінії. В системі ЕСДП таким відхиленням є відхилення, найближче до нульової лінії.

Основне відхилення (положення поля допуску щодо нульової лінії), залежне від нормального розміру, позначається літерою латинського алфавіту — прописною для отворів (від A до Z) і рядковою - для валів (від a до z) На рисунку 1.3 наведені основні відхилення отворів і валів в системах ISO і ЕСДП.

Відхилення a – h (A – H) призначені для утворення посадок із зазором,  $j_s – zc$  ( $J_s – ZC$ ) – для посадок з натягом і перехідних, причому для перехідних звичайно застосовують відхилення  $j_s, k, l, m, n$  ( $J_s, K, L, M, N$ ). Поля допусків валу  $j_s$  і отвору  $J_s$  розташовуються симетрично по обидві сторони від нульової лінії. Для кожного літерного позначення абсолютна величина і знак основного відхилення валу визначаються по емпіричних формулах, наведених в державному стандарті.

Абсолютна величина і знак основного відхилення отвору визначаються по основному відхиленню валу, позначеному тією ж літерою, за загальним або спеціальним правилами.

*Загальне правило визначення основних відхилень отворів* — основне відхилення отвору повинне бути симетрично щодо нульової лінії основному відхиленню валу, позначеному тією ж літерою:

$$EI = -es \text{ — для отворів від A до H,}$$

$$ES = -ei \text{ — для отворів від I до ZC.}$$

Виключення складає відхилення отворів квалітетів від 9 до 16 розмірів понад 3 мм, у яких основне відхилення  $ES = 0$ .

*Спеціальне правило визначення основних відхилень отворів:* дві відповідні одна одній посадки в системі отвору і в системі валу, в яких отвір даного квалітету з'єднується з валом найближчого, більш точного квалітету (наприклад, H7/p6 і P7/h6), повинні мати однакові зазори і натяг (рис.1.4):

$$ES = -ei + \Delta, \tag{1.18}$$

де  $\Delta = IT_n - IT_{n-1}$ , тобто  $\Delta$  дорівнює різниці між допуском даного квалітету, з яким поєднується дане основне відхилення, і допуском найближчого, більш точного квалітету. Правило дійсно для отворів розміром понад 3 мм: J, K, L, M і N до IT8 включно і від P до ZC до IT7 включно.

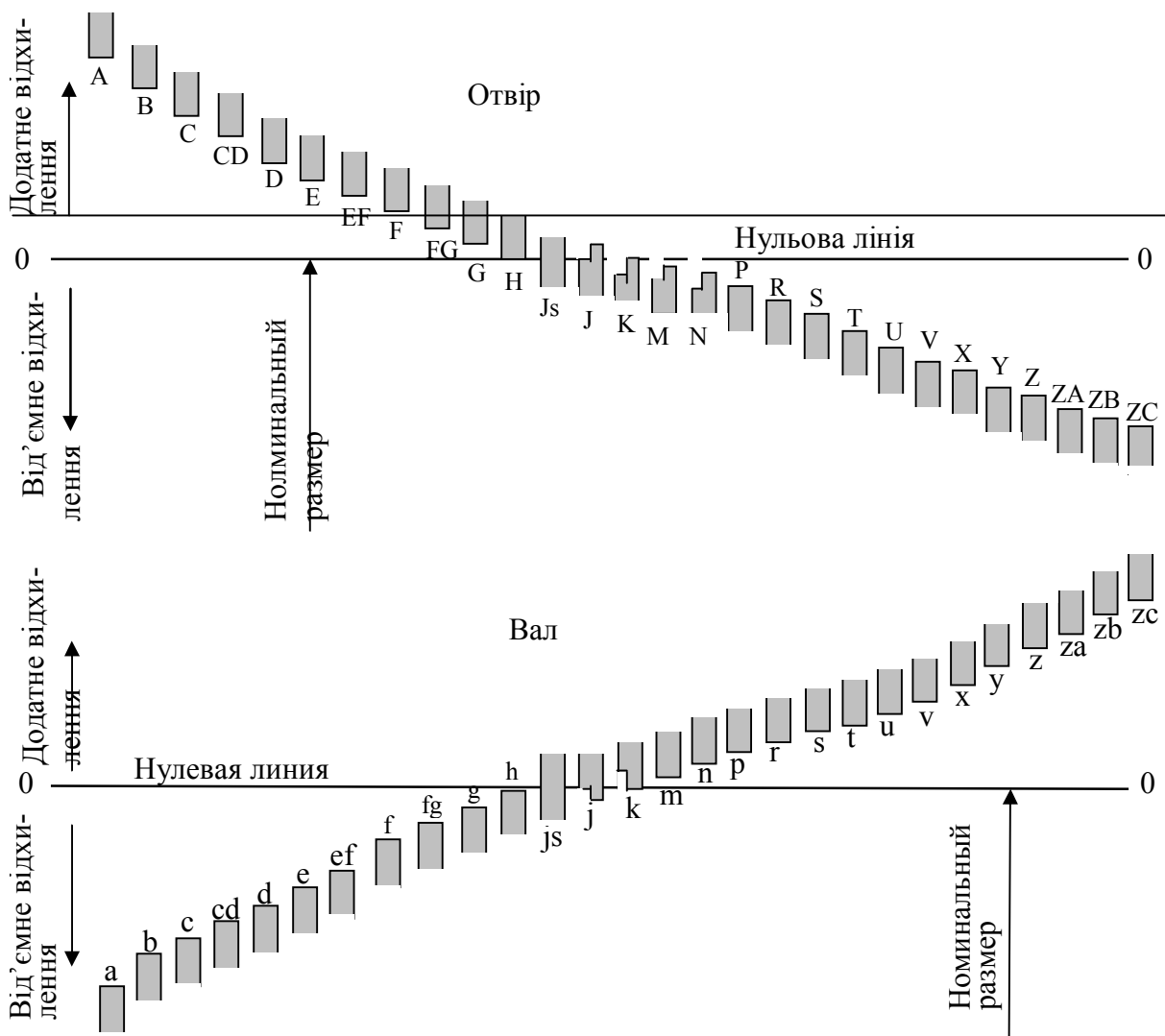


Рисунок 1.3 - Основні відхилення отворів і валів

Розрізняють дві рівноцінні системи утворення посадок — систему отвору і систему валу. **Посадки в системі отвору** — це посадки, в яких різні зазори і натяги утворюються з'єднанням різних валів з основним отвором. У основного отвору нижнє відхилення дорівнює нулю, а основне позначається **H**. На кресленні такі посадки позначаються таким чином:  $\varnothing 50H9/d9$ ;  $\varnothing 50H7/r6$ ;  $\varnothing 50H7/k6$ .

**Посадки в системі валу** — це посадки, в яких різні зазори і натяги утворюються з'єднанням різних отворів з основним валом. У основного валу верхнє відхилення дорівнює нулю, а основне позначається **h**. На кресленні такі посадки позначаються, наприклад,  $\varnothing 50 D9/h9$ ;  $\varnothing 50R7/h6$ ;  $\varnothing 50K7/h6$ .



Допускається вживання *комбінованих посадок*, в яких отвір і вал був виконаний в різних системах. Наприклад, у посадки  $\varnothing 50F8/f7$  отвір було виконано в системі валу, а вал – в системі отвору.

Полями допусків переважного вживання, виділеними за принципом уніфікації

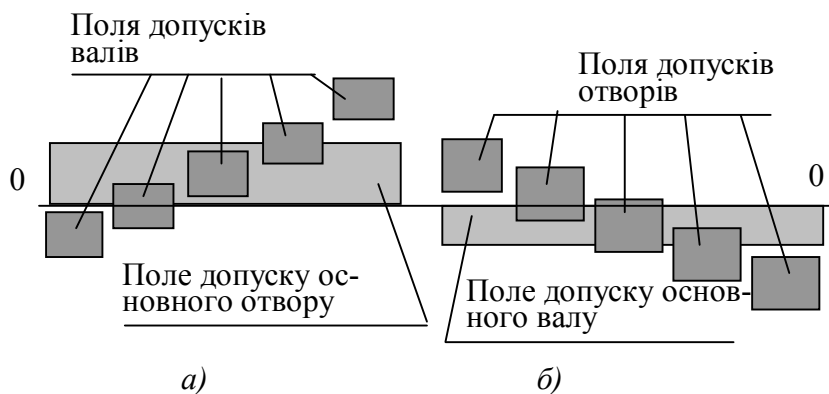


Рисунок 1.4 - Приклади посадок в системах: *a* – отвору; *б* - вала

за ГОСТ 25347 – 82 (для розмірів 1 – 500мм) є 16 полів валів (g6, h6, js6, k6, n6, p6, r6, s6, js7, h7, e7, h8, d9, h9, d11 і h11) і 10 полів отворів (H7, Js7, K7, P7, N7, F8, H8, E9, H9 і H11).

Посадки, як правило, повинні призначатися в

системі отвору або системі валу. Вживання системи отвору переважно. Систему валу слід застосовувати тільки в тих випадках, коли це було виправдано конструктивними або економічними умовами, наприклад, якщо необхідно отримати різні посадки декількох деталей з отворами на одному гладкому валу. При посадці підшипників кочення в корпус в першу чергу рекомендується призначати переважні посадки.

При номінальних розмірах від 1 до 500 мм рекомендується призначати переважні посадки в системі отвору: H7/e8; H7/f7; H7/g6; H7/h6; H7/js6; H7/k6; H7/n6; H7/p6; H7/r6; H7/s6; H8/e8; H8/h7; H8/h8; H8/d9; H9/d9; H11/d11; H11/h1; в системі валу: F8/H6; H7/h6; Js7/h6; K7/h6; N7/h6; P7/h6; H8/h7; E9/h8; H8/h8; H11/h11.

#### 4.2. Позначення полів допусків, граничних відхилень і посадок на кресленнях

Граничні відхилення лінійних розмірів вказують на кресленнях умовними (буквеними) позначеннями полів допусків або числовими значеннями граничних відхилень, а також буквеними позначеннями полів допусків з одночасною вказівкою справа в дужках числових значень граничних відхилень (рис.1.5, а і б).

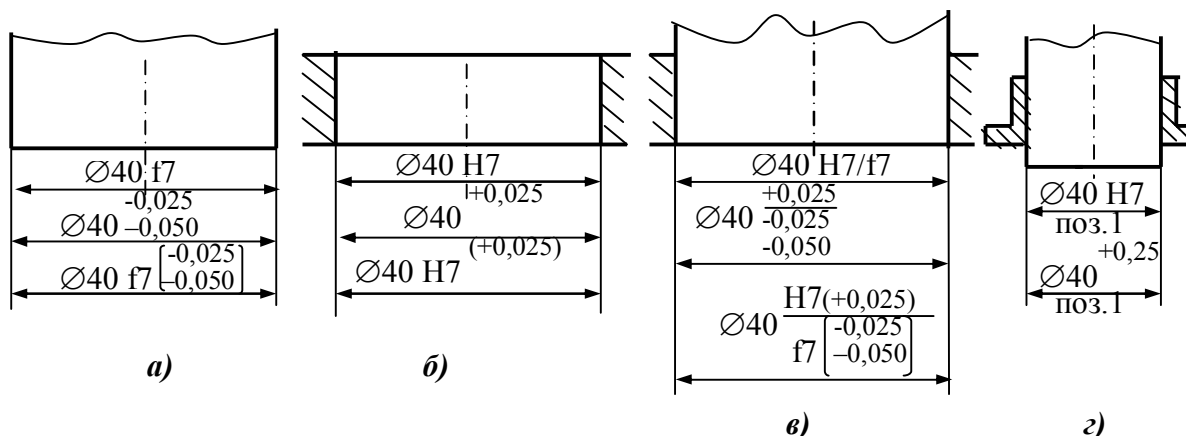


Рисунок 1.5 - Приклади позначення полів допусків и посадок на кресленнях

Посадки і граничні відхилення розмірів деталей, зображених на кресленні в зібраному вигляді, вказують дробом: в чисельнику - буквене позначення або числові значення граничних відхилень отвору або буквене позначення справа в дужках їх числових значень, в знаменнику — аналогічне позначення поля допуску валу (рис.1.5, в).

Іноді для позначення посадки вказують граничні відхилення тільки одній з деталей, що сполучаються (рис.1.5, г).

В умовних позначеннях полів допусків обов'язково вказувати числові значення граничних відхилень в наступних випадках: для розмірів, не включених в ряди нормальних лінійних розмірів, наприклад,  $41,5H7^{(+0,025)}$ ; при призначенні граничних відхилень, умовні позначення яких не були передбачені ГОСТом 25347 – 82.

### 5. Розрахунок посадки

1. Відповідно варіанту (таблиця 1.1) визначити номінальні розміри поверхонь отвору  $D$  і валу  $d$ .

2. По ГОСТ 25347 – 82 для номінальних розмірів поверхонь у відповідності з заданим полем допуску визначити граничні відхилення (3, с. 79, т.1.27):

- для отвору: верхнє граничне відхилення  $ES$ , нижнє граничне відхилення  $EI$ ;
- для валу: верхнє граничне відхилення  $es$ , нижнє граничне відхилення  $ei$ .

3. Підрахувати найбільші та найменші розміри поверхонь (граничні відхилення приймати зі своїм знаком).

$$\text{Для отвору : } D_{\max} = D + ES ; D_{\min} = D + EI .$$

$$\text{Для валу: } d_{\max} = d + es ; d_{\min} = d + ei .$$

4. Графічно зобразити схему розташування полів допусків вала і отвору відносно нульової лінії. На кресленні позначити:

- поля допусків вала і отвору відповідно ГОСТ 25347 – 89 та граничні відхилення,
- номінальні та граничні розміри отвору та валу,
- граничні значення зазорів чи натягів, допуск посадки.

В розрахунках, в залежності від виду посадки визначати:

*Для посадок с зазором:*

$$\text{Найбільший зазор} \quad S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei,$$

$$\text{Найменший зазор} \quad S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es,$$

$$\text{Допуск посадки с зазором} \quad T_{\Delta} = S_{\max} - S_{\min} = T_D + T_d.$$

*Для посадок з натягом:*

$$\text{Найбільший натяг} \quad N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI,$$

$$\text{Найменший натяг} \quad N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES,$$

$$\text{Допуск посадки з натягом} \quad T_{\Delta} = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d.$$

*Для перехідної посадки:*

$$\text{Найбільший натяг} \quad N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI,$$

$$\text{Найбільший зазор} \quad S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei ,$$

$$\text{Допуск перехідної посадки} \quad T_{\Delta} = S_{\max} + N_{\max} = T_D + T_d.$$

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для розрахунку

№ варіанту	Номінальний діаметр з'єднання та посадка	№ варіанту	Номінальний діаметр з'єднання та посадка
1	2	3	4
1	32H7/r6	51	55K8/h8
2	52K6/h6	52	60P8/h7
3	108J <sub>s</sub> 7/h6	53	70H9/d9
4	14P7/h7	54	90H8/d9
5	75H9/h8	55	40H8/u8
6	18H9/d9	56	95H8/h8
7	80H7/j <sub>s</sub> 6	57	50H8/d9
8	24H9/h8	58	10H7/r6
9	85H8/u8	59	65H8/h8
10	82F7/h7	60	6H7/k6
11	65R7/h8	61	80H7/k6
12	30H7/j <sub>s</sub> 6	62	14J <sub>s</sub> /h6
13	100H7r6	63	28H7/j <sub>s</sub> 6
14	16K7/h7	64	34H9/h8
15	8K8/h7	65	30H8/u8
16	18G7/h6	66	44H7/j <sub>s</sub> 6
17	12F9/h8	67	34H8/d9
18	20P7/h7	68	55H8/u8
19	16R7/h7	69	38H8/h8
20	22H9/d9	70	65H8/d9
21	22S7/h8	71	40H7/k6
22	24H9/h8	72	75H8/h8
23	28H9/d9	73	42H7/r6
24	90H7/k6	74	24P6/h8
25	46D8/h9	75	64H9/h8
26	110H7/r6	76	28H9/d9

Продовження таблиці 1.1			
1	2	3	4
27	50E9/h10	77	70H7/js6
28	6D10/h9	78	32H9/h8
29	54F9/h8	79	90H8/u8
30	12E8/h7	80	36H7/js6
31	56N8/h9	81	120H8/d9
32	18N7/h6	82	40H8/u8
33	60H9/d9	83	18H8/h8
34	45H8/d9	84	50H8/h8
35	30H7/k6	85	50H7/r6
36	60H7/k6	86	80K6/h7
37	65H7/r6	87	24P7/h6
38	80F7/h6	88	40T7/h7
39	90R7/h7	89	65G8/h7
40	6H11/d11	90	100G7/h8
41	10H9/h9	91	110K6/h7
42	18H8/js6	92	120H9/d9
43	30H8/x8	93	7H9/h8
44	50H9/d9	94	15H7/js6
45	80H9/h8	95	25H8/u8
46	100H7/js6	96	30H8/d9
47	120H8/u8	97	35H8/h8
48	8H8/d9	98	40H7/k6
49	12H8/h8	99	45H7/r6
50	20H7/k6	100	50D8/h7

### **Контрольні питання.**

1. Що називають допуском?
2. Що називають посадкою?
3. Перерахуйте 3 групи посадок. Дайте їх характеристики.
4. Що називають зазором?
5. Що називають натягом?
6. Що називають полем допуску?
7. Що називають нульовою лінією?
8. Що називають квалітетом?
9. В якій розмірності вказують відхилення на кресленнях та у довідниках?
- 10.Що називають верхнім відхиленням?
- 11.Що називають нижнім відхиленням?

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

## КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ УНІВЕРСАЛЬНИМИ ВИМІРЮВАЛЬНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

### 1. Загальні відомості

#### 1.1 Мета роботи:

- вивчити будову та принцип роботи універсальних вимірювальних інструментів;
- засвоїти методику вимірювання деталей;
- провести вимірювання розмірів деталі та зробити висновок щодо їх придатності.

#### 1.2 Матеріальне забезпечення:

- штангенциркуль ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3 (ГОСТ 166-89);
- мікрометр МК 0-25, МК 25-50, МК 50-75 (ГОСТ 6507-90);
- контрольовані деталі.

### 2. Вимірювання за допомогою штангенінструментів

#### 2.1. Види штангенінструментів

Основними видами штангенінструментів є штангенциркуль, штангенглибиномір та штангенрейсмус. Всі вони мають однаковий відліковий пристрій, що складається із штанги з основною шкалою та ноніуса з додатковою шкалою.

**Штангенглибиноміри** виготовляються за ГОСТ 162-80 і застосовуються для вимірювання глибин отворів, пазів та інших висотних або глибинних розмірів.

Штангенглибиномір відрізняється від штангенциркуля тим, що в нього відсутня губка штанги, а губка рамки виконана у вигляді площини. (рис.2.1,в) ГОСТ 162-90 передбачає виготовлення трьох типорозмірів штангенглибиномірів:

- з межами вимірювань 0...200 мм та 0...300 мм і точністю відліку за ноніусом 0,05 мм;
- з межами вимірювань 0...500 мм та точністю відліку за ноніусом 0,1 мм.

**Штангенрейсмуси** виготовляють за ГОСТ 164-80 і застосовуються для вимірювання висотних розмірів і розмічування деталей при слюсарних роботах. При виконанні вимірювань або при розмічувальних роботах штангенрейсмус і деталь повинні бути встановлені на повірочну плиту.

Штангенрейсмус (рис. 2.1,а) відрізняється від штангенциркуля тим, що замість губки штанги він має масивну основу з точно обробленою площиною. ГОСТ 164-90 передбачає виготовлення штангенрейсмусів з ціною поділки 0,4 мм і 0,05 мм та межами вимірювання 0-250 ...1500-2500 мм.

Штангенциркулі та штангенглибиноміри використовуються в основному для вимірювань: штангенрейсмуси – для розмітки, хоча ними можна вимірювати зовнішні та внутрішні розміри деталей, а штангенциркуль ШЦ-2 можна використовувати для розмітки.

Серед штангенінструментів найбільш розповсюджені штангенциркулі, що зумовлене універсальністю останніх.

ГОСТ 166-89 передбачає виготовлення трьох типів штангенциркулів:

ШЦ-1 – з двобічним розташуванням губок і ніжкою глибиноміру 5, ціною поділки 0,1 мм та межами вимірювання 0...125 мм. Він є найбільш універсальним, але має невисоку точність (рис. 2.1, б).

ШЦ-2 – має двобічне розташування губок і вузол мікроподачі ноніуса, ціну поділки 0,05 та 0,02 мм і межі вимірювання 0...200 та 0...320 мм (рис.2.1,д). Складається: 1,2 – губки; 3 – рамка зі шкалою ноніуса; 4 – затиск; 5 – гвинт; 6 – хомутик; 7 – гайка; 8- гвинт.

ШЦ-3 – застосовують для вимірювання великих розмірів, він має однобічні губки, ціну поділки 0,1 та 0,05 мм і межі вимірювання 0...500; 250...710; 320...1000; 500...1400; 800...2000 мм. (рис.2.1,г).

## 2.2. Методика відліку розміру

**Основна шкала** у штангенінструментів нанесена на штанзі з інтервалом поділки 1 мм і призначена для відліку цілих міліметрів. **Шкала ноніуса** використовується для відліку частка міліметра.



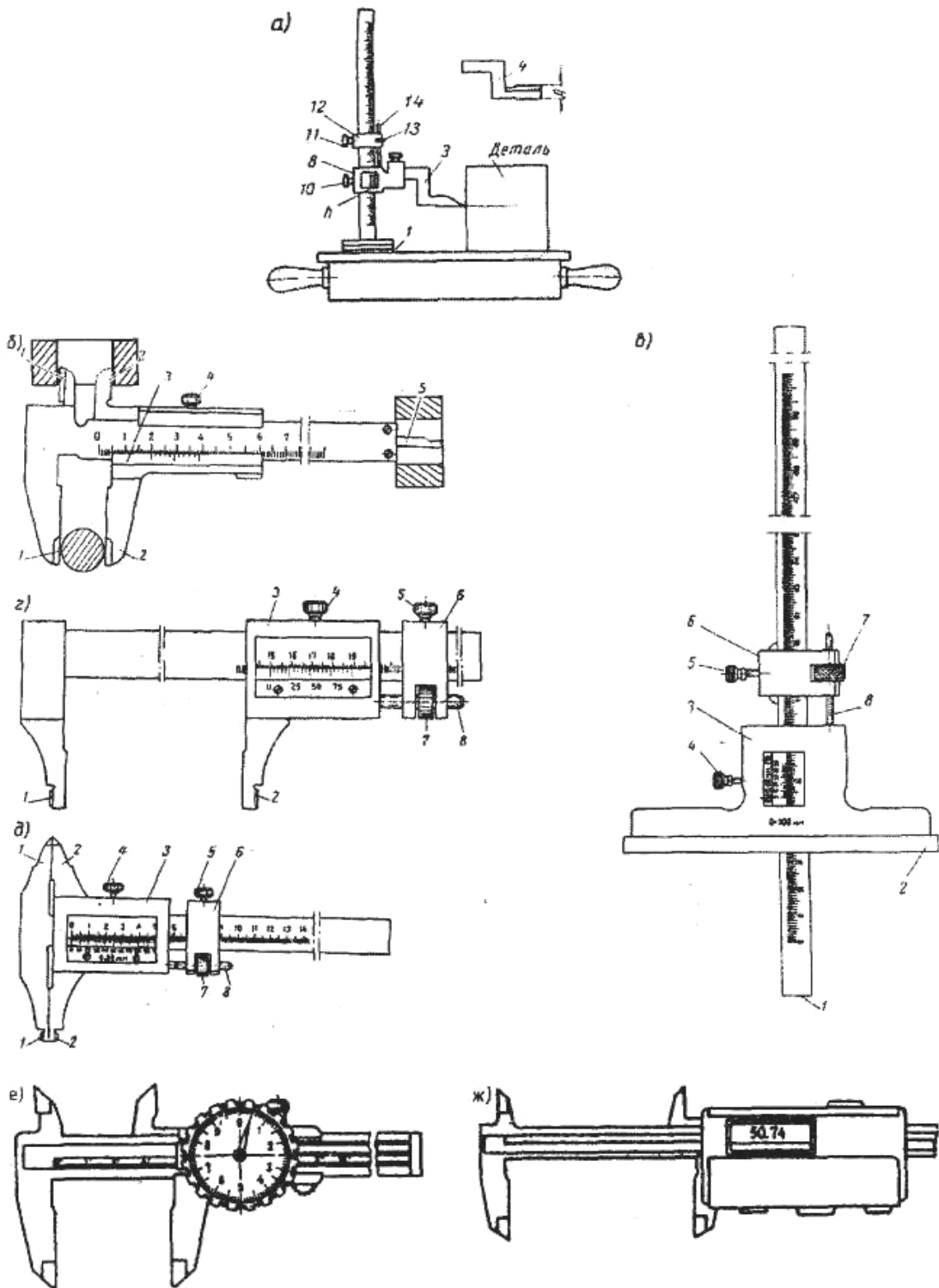


Рисунок 2.1 – Види штангенінструментів

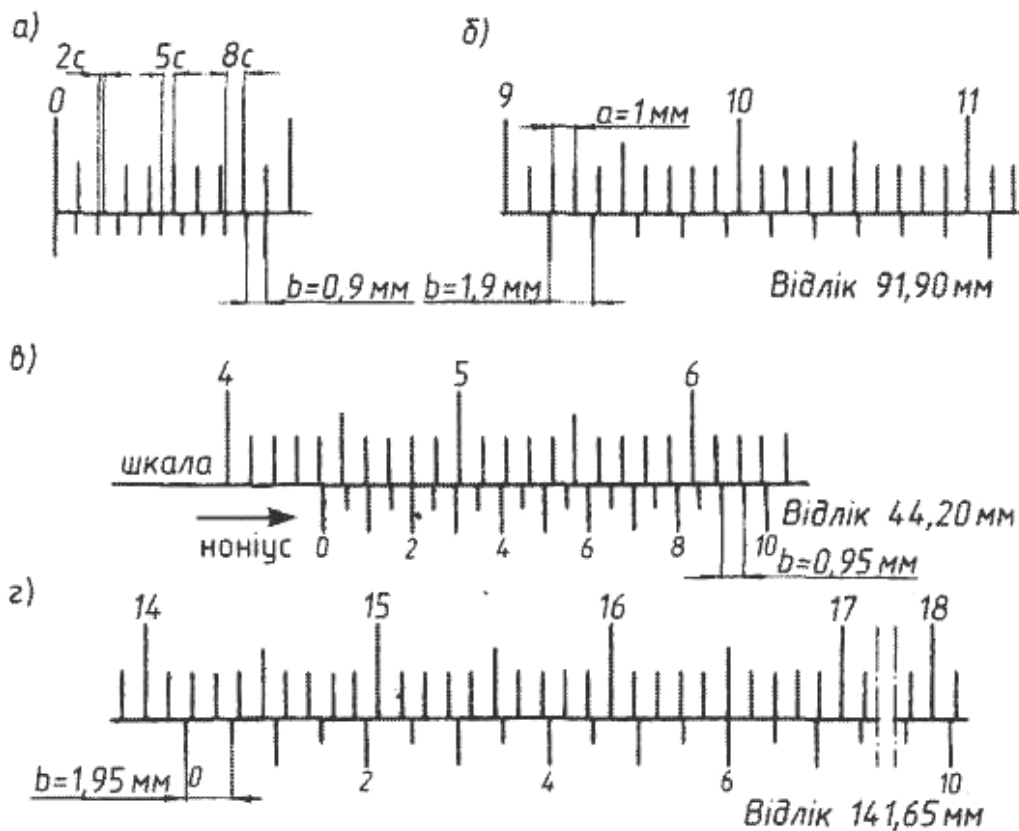
**Точність**, з якою можна проводити відлік за шкалою штангенінструмента, залежить від того, наскільки інтервал поділки шкали ноніуса менший за інтервал поді-

лки основної шкали. У відповідності з цим точність відліку за шкалою штангенінструмента може бути 0,1; 0,05; 0,02 мм.

При вимірюванні деталі ноніус займає відносно основної шкали положення, в якому нульовий штрих ноніуса вказує на основній шкалі величину розміру, що вимірюється (рис. 2, б).

Якщо нульовий та останній штрихи ноніуса точно співпадають з поділками основної шкали, то розмір або дорівнює нулю, або складається тільки з цілих міліметрів, які належить відліковувати за основною шкалою від нульового штриха ноніуса (рис.2.2, а).

Якщо нульовий штрих ноніуса не співпадає з поділкою основної шкали, розмір буде дробовим, долі міліметра належить відрахувати по тій поділці ноніуса, яка співпадає з однією з поділок основної шкали (рис. 2.2, б, в, г).



а)  $c = 0,1 \text{ мм}, j = 1, n = 10;$

б)  $c = 0,1 \text{ мм}, j = 2, n = 10;$

в)  $c = 0,05 \text{ мм}, j = 1, n = 20;$

г)  $c = 0,05 \text{ мм}, j = 2, n = 10.$

Рисунок 2.2 – Відлік за ноніусами штангенінструментів

Таким чином, відлік розміру проводиться згідно до виразу:

$$L = I + k \cdot i_n, \quad (2.1)$$

де  $L$  – вимірюваний розмір;

$I$  – показник основної шкали;

$k$  – порядковий номер штриха, що співпадає з будь-яким штрихом основної шкали;

$i_n$  – ціна поділки ноніуса, мм.

Правила відрахування показань за шкалою з ноніусом:

– ціле число міліметрів, з якого складається розмір, тобто  $I$ , визначається цілим числом інтервалів шкали між нульовою поділкою штанги і нульовою поділкою ноніуса;

– дробова доля міліметра, що входить в розмір, дорівнює порядковому номеру штриха  $k$  шкали ноніуса, помноженому на величину ціни поділки ноніуса.

Тобто, щоб визначити розмір штангенінструментом, потрібно до відліку за основною шкалою, додати відлік за шкалою ноніуса.

При цьому потрібно пам'ятати, що крайня з ліва позначка шкали ноніуса – це нульова позначка, наступна за нею – перша, потім йде друга, за нею – третя і т.д.

Зовнішні розміри можна вимірювати як верхніми, так і нижніми губками. Для вимірювання внутрішніх розмірів призначені тільки верхні губки (у штангенциркулів ШЦ-1) і тільки нижні губки (у штангенциркулів ШЦ-2 і ШЦ-3), а для розмічувальних робіт – тільки верхні губки.

При вимірюванні зовнішніх розмірів (валів) деталь охоплюється внутрішніми плоскими вимірювальними поверхнями губок, а при вимірюванні внутрішніх розмірів (отворів), в них вводять зовнішні, заокруглені вимірювальні поверхні губок. При зсунутих губках їх спільна ширина становить 10 мм (рідше 9 або 12). У зв'язку з цим при внутрішніх вимірюваннях до розміру, відліченого за шкалами, потрібно додати сумарний розмір ширини губок, який зазначається на поверхні однієї з губок (крім штангенциркулів ШЦ-1).

### 2.3. Порядок вимірювання

1. Перевірити «нульове» положення штангенциркуля, щільно зсунувши його губки. Якщо інструмент справний, то:

–пересувна рамка разом із рамкою мікрометричної подачі пересувається легко без заїдання;

–світлова щілина між губками у початковому положенні відсутня;

–«мертвий» хід мікрогвинта не перевищує  $\frac{1}{4}$  оберту;

–співпадають нульові штрихи ноніуса та штанги; обов'язкова наявність пружини та кріпильних гвинтів.

2. Вимірювання деталі належить провести за діаметральними та лінійними розмірами.

Для визначення розміру деталі поверхня щільно затискається між вимірювальними поверхнями губок. Затискати губку належить так, щоб інструмент міг вільно ковзати по деталі і в той же час не мав можливості хитатися на ній. Губки штангенциркуля повинні прилягати до вимірюваної поверхні по всій довжині і не перекошуватись. Після встановлення інструмента слід застопорити рамку затискачем і провести відлік.

3. Результати вимірювання записати у таблицю звіту. За таблицями ГОСТ 25347-89 встановити граничні розміри відповідних поверхонь контрольованої деталі та занести їх до таблиці звіту. Порівнюючи дійсний розмір з граничними, зробити висновок про придатність деталі за кожним із контрольованих розмірів.

## **3. Вимірювання за допомогою мікрометричних інструментів**

### 3.1. Види та призначення мікрометричних інструментів

До мікрометричних інструментів загального призначення належать гладкий мікрометр, мікрометричний внутрішньо мір, мікрометричний глибиномір, мікрометр для вимірювання внутрішніх розмірів і важільний мікрометр.

До спеціальних мікрометричних інструментів належать мікрометри листові, трубні, зубомірні, різьбові.

Принцип дії мікрометричних інструментів заснований на використанні точно виготовленої мікрометричної гвинтової пари (гвинт - гайка) з певним кроком (звичайно крок  $P = 0,5$  мм). Гвинтова пара перетворює обертовий рух мікрометричного гвинта в поступальний. Вимірювальний інструмент з мікрометричним гвинтом є по значковим багато шкальним інструментом. Типовим представником мікрометричних інструментів є гладкий мікрометр.

**Гладкий мікрометр** (рис. 2.3) ГОСТ 6507-78 складається із скоби 1, яка є корпусом інструмента і в яку з одного боку запресована нерухома п'ятка 2 з гладенькою вимірювальною поверхнею. З другого боку в скобу запресоване або приєднане до неї на різьбі стебло 4. Ліва частина отвору в стеблі є напрямною для мікрометричного гвинта 3. На конусній поверхні барабана 5 нанесена кругова шкала, одержана внаслідок поділу кола кромки барабана на 50 рівних частин. Гайка регулювання нуля 6 використовується для встановлення мікрометра на нуль. Тріскачка 7 призначена для збереження сталості вимірювального зусилля, яке за нормою повинно становити  $7 \pm 2$  Н. Для створення необхідного вимірювального зусилля при вимірюванні достатньо повернути тріскачку до появи тріску (два-три клацання). Щоб закріплювати мікрометричний гвинт у певному положенні, мікрометр має стопорний пристрій 8.

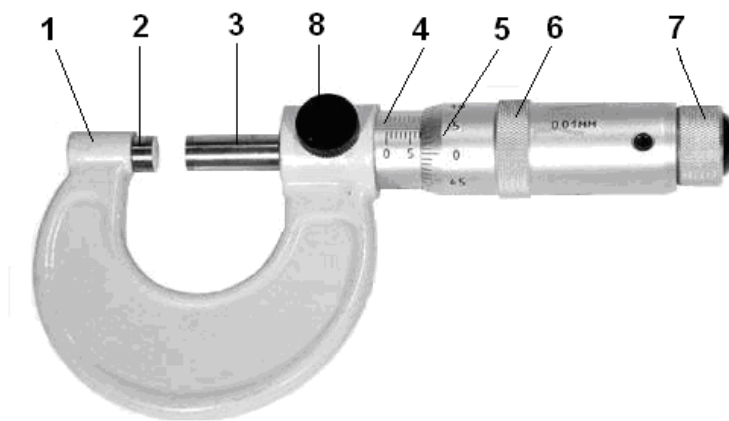


Рисунок 2.3 – Гладкий мікрометр

**Внутрішні розміри** деталі слід вимірювати за допомогою мікрометричних нутромірів. В них відсутня скоба та тріскачка, а вимірювальні кінцевими виконані сферичними. Вони виготовляються з границями вимірювання 50...75; 75...175;

75...600; ...; 4000...10000 мм. Це розширення меж вимірювань досягається за рахунок набору поздовжувачів, що додається до кожного інструменту.

Для вимірювання глибини пазів, отворів та висоти уступів слід використовувати мікрометричні глибиноміри. Діапазони вимірювань 0...100 та 0...150 мм також розширені за рахунок використання змінних вимірювальних стержнів.

### 3.2. Методика відліку розміру

За шкалою барабана відраховують соті долі міліметра. Ціна поділки шкали барабана всіх мікрометричних інструментів 0,01 мм. Шкала нанесена на конусний торець барабана і має 50 штрихів, тобто один повний оберт барабана дає 0,5 мм. Барабан зв'язаний із шпинделем мікрометричним гвинтом, що має різьбу з кроком 0,5 мм.

За шкалою стебла відраховують міліметри та напівміліметри. Шкала має два поздовжніх ряди міліметрових поділок, розташованих по обидва боки від горизонтальної лінії. Верхні штрихи поділок зсунуті відносно нижніх на 0,5 мм вправо. Вказівником для відліку цілого числа поздовжньої шкали служить скошений край барабана, вказівником для кругової шкали барабана – поздовжня лінія стебла.

Розмір, що перевіряється, з точністю до 0,5 мм відсікається по шкалі стебла 4 зрізом барабана 5. Він відповідає цілому числу обертів барабана. Долі обертів, тобто соті долі міліметра, відраховують на зрізі барабана. Число сотих часток відповідає поділці кругової шкали, яка розташована навпроти осьової лінії, що поділяє шкалу стебла на верхню і нижню частину.

Правило:

- якщо з-під зрізу барабану видно верхній штрих шкали, розмір буде складатись:

$$B = b + 0.5 + n \cdot i_m, \quad (2.2)$$

- якщо видно нижній штрих, то розмір дорівнює:

$$B = b + n \cdot i_m, \quad (2.3)$$

де  $B$  – вимірювальний розмір, мм;

$b$  – кількість поділок шкали стебла, що відсікається барабаном;

$n$  – кількість поділок на скосі барабана, що вказується поздовжньою лінією стебла;

$i_m$  – ціна поділки мікрометричної головки,  $i_m = 0.01$  мм.

Довжина шкали на стеблі складає 25 мм, що зумовлене складністю виготовлення гвинтів більшої довжини з необхідною точністю.

На рисунку 2.4 приведені положення барабану відносно стебла, при яких мікрометр показує розміри:  $a$  – 14,10 мм;  $b$  – 15,78 мм;  $v$  – 9,865 мм.

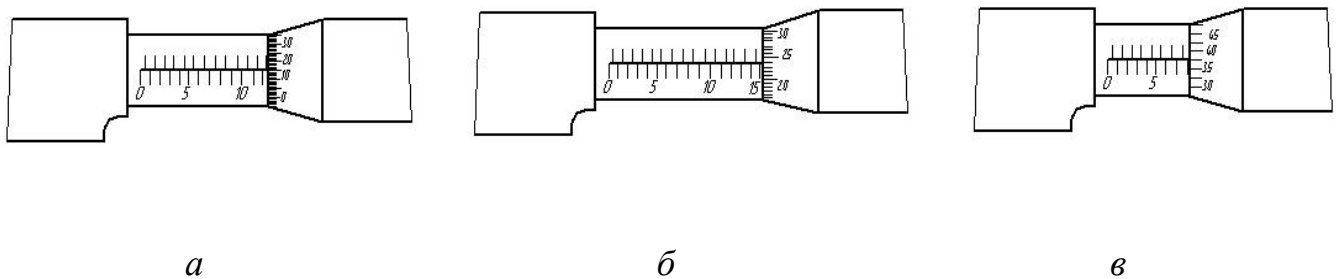


Рисунок 2.4 – Положення барабану мікрометра при визначенні розміру:  $a$  – 14,1 мм;  $b$  – 15,78 мм;  $v$  – 9,865 мм

### 3.3. Порядок вимірювання

1. Ознайомитися з принципом дії мікрометра та відліком розміру по його трьом шкалам. Протерти вимірювальні поверхні мікрометра та перевірити його установлення на нуль. В цьому положенні нульовий штрих барабана повинен співпадати з поздовжнім штрихом стебла, а зріз барабана – відкривати нульовий штрих стебла.

В мікрометрах з границями вимірювань 0...25 мм нульове положення повинно бути при контакті вимірювальних поверхонь (мікрометричного гвинта та п'ятки); в мікрометрах з границями вимірювань 25...50 мм (50...75 мм) нульове положення повинно бути при контакті вимірювальних поверхонь з установчою мірою, яка дорівнює нижньої границі вимірювання.

2. Якщо при перевірці мікрометра нульове положення не встановлюється, слід закріпити рухомий барабан стопорним гвинтом, відвернути гайку-фіксатор і установити барабан в потрібне положення, після чого закріпити фіксатор і знову перевірити нульову установку.

**При установленні та послідуючих вимірюваннях барабан слід обертати тільки за тріскачку.** Невиконання цієї умови призводить до помилок в результатах та псування інструменту.

3. Провести вимірювання деталі по діаметральних та лінійних розмірах й записати їх значення до таблиці звіту.

4. Згідно ГОСТ 25347-89 встановити граничні розміри контрольованих поверхонь та записати їх до таблиці звіту. Порівнюючи дійсні розміри з граничними, зробити висновки щодо придатності кожного контрольованого розміру.

Таблиця 2.1 –

Результати вимірювань

Лабораторна робота № 2.		Контроль деталі універсальним вимірювальним інструментом				
Ескіз деталі з контрольованими розмірами						
Використані вимірювальні інструменти		Тип та марка	Ціна поділки		Границі вимірювання	
Позначення розміру	Величина розміру та посадка	Граничні розміри згідно ГОСТ 25347-89		Результати вимірювань		Висновок про придатність
		найбільший	найменший	штангенциркулем	мікрометром	



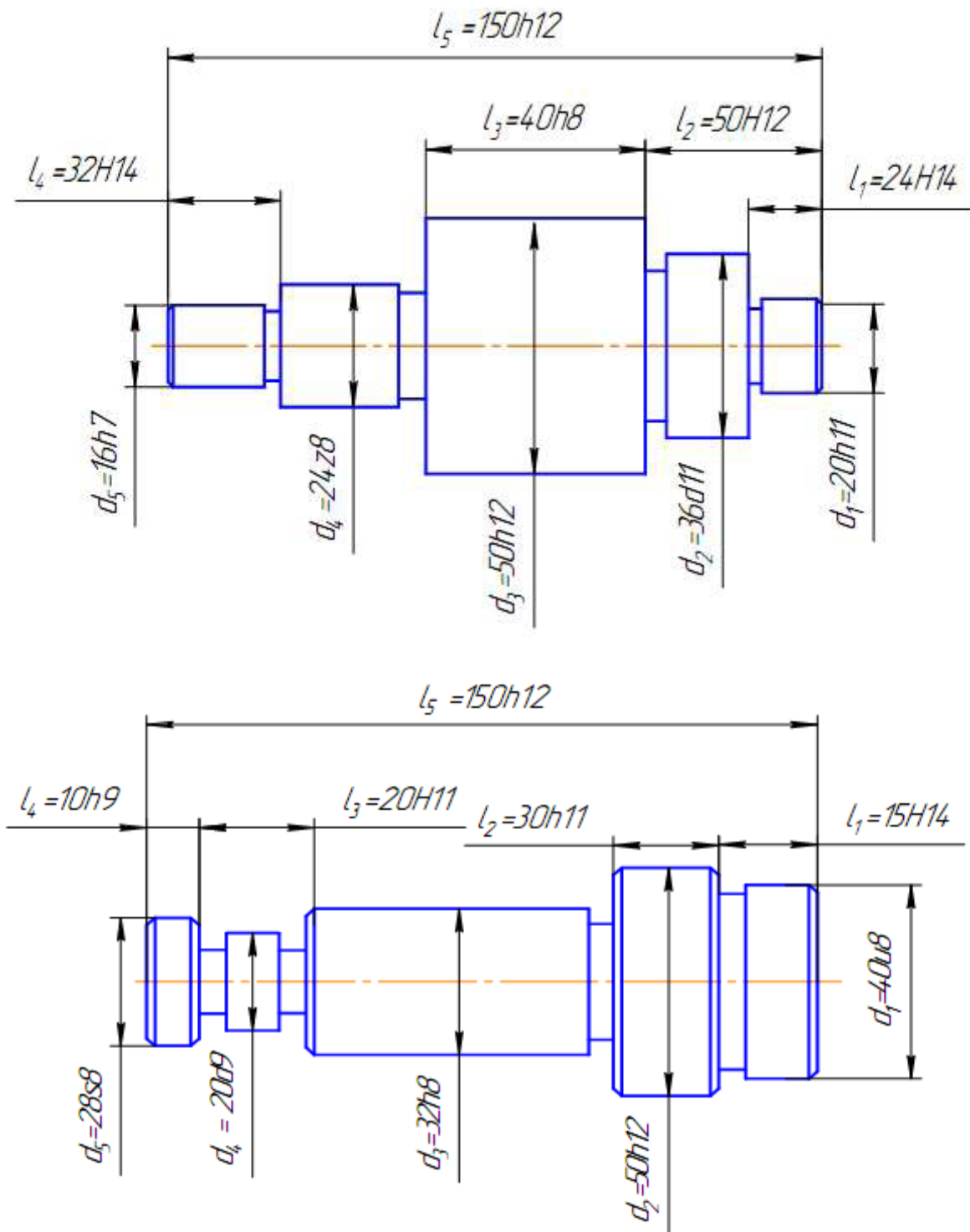


Рисунок 2.5 – Робоче креслення деталі

**Контрольні питання.**

1. Штангенциркуль. Порядок роботи, складові частини, ціна ділення.
2. Мікрометр. Порядок роботи, складові частини, ціна ділення.
3. Для чого потрібний тріскачний пристрій?
4. Види штангенінструментів?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНІ КІНЦЕВІ МІРИ ДОВЖИНИ. ПОВІРКА МІКРОМЕТРА

#### 1. Загальні відомості

##### 1.1. Мета роботи:

- ознайомитись з характеристикою й конструкцією плоскопаралельних кінцевих мір;
- засвоїти методику набирання блоків з кінцевих мір;
- вивчити будову та принцип роботи мікрометра;
- провести повірку мікрометра за допомогою кінцевих мір.

##### 1.2. Матеріальне забезпечення:

- набори плоско паралельних кінцевих мір довжини (ГОСТ 9038-90);
- мікрометр МК 0-25, МК 75-100 (ГОСТ 6507-90).

#### 2. Вимірювання за допомогою кінцевих мір

##### 2.1. Застосування кінцевих мір

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини складають основу сучасних лінійних вимірювань в машинобудуванні. Вони застосовуються для зберігання одиниці довжини, передачі розміру від еталону одиниці довжини до виробу, перевірки точності та градуювання вимірювальних засобів, встановлення приладів на нуль при відносному методі вимірювань тощо.

Широко розповсюдженим слід вважати використання кінцевих мір при перевірці шкал вимірювальних інструментів та приладів, встановленні регульованих калібрів на розмір та встановлення на нуль шкал вимірювальних приладів.

Кінцеві міри слід використовувати тільки у випадках, коли потрібна висока точність вимірювання та неможливе використання звичайних вимірювальних приладів.

## 2.2. Конструкція наборів кінцевих мір

Для виконання даної лабораторної роботи використовують основний набір кінцевих мір, що складається із 87 штук. Цей набір дозволяє скласти блоки з дискретністю 0,005 мм.

Кінцеві міри довжини – це прямокутні плиточки з двома плоско паралельними вимірювальними поверхнями (рис.3.1).

Кінцеві міри поділяються на зразкові та робочі. Зразкові міри застосовують для зберігання та передачі одиниці довжини, перевірки, градуювання вимірювальних засобів (робочих мір, калібрів, приладів). Робочі міри застосовують при вимірюваннях розмірів деталей.

За розмір міри приймається її середня довжина. Найбільша різниця між довжиною міри в якій-небудь точці та серединною довжиною характеризує відхилення від плоско паралельності даної міри.

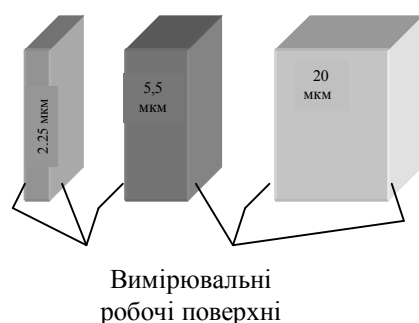


Рисунок 3.1 – Кінцеві міри довжини

За точністю виготовлення кінцеві міри поділяються на 4 класи : 0, 1, 2, 5 та 5 розрядів: 1, 2, 3, 4, 5, - в порядку зменшення точності.

Клас точності кінцевих мір визначає граничні відхилення серединної довжини і граничні відхилення від плоскопаралельності.

Кінцеві міри, що знаходяться в експлуатації, періодично перевіряються, після чого їх відносять до того чи іншого класу або розряду. Якщо кінцеві міри застосовуються по класам, то за розмір міри приймається її номінальний розмір, який нане-

сений на мірі, а у випадку застосування їх за розрядами приймається дійсний розмір, що вказаний в атестаті набору.

Кінцеві міри мають властивість зчіплюватися (притирання) за рахунок ретельної обробки робочих поверхонь. З них можна складати блоки будь-яких розмірів (рис.3.2). Зчеплення пластинок мір забезпечується силами молекулярного притягання найтонших мастильних плівок на їхніх поверхнях. Міри абсолютно знежирені або з товстим шаром мастила не притираються.

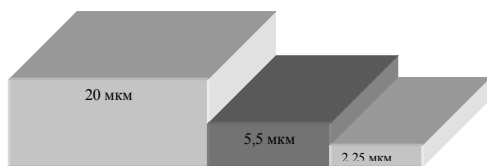


Рисунок 3.2 – Розмір блоку кінцевих мір

Для меншого зношення мір при складанні блоків з кінцевих мір слід прагнути, щоб вони склались із можливо меншої кількості.

На кожній мірі гравірується її розмір. На мірах, менших за 5,5 мм, номінальний розмір наноситься на одній із вимірювальних поверхонь; більших за 5,5мм – на боковій неробочій поверхні.

### 2.3. Методика складання блоків

Прийоми складання блоків зводяться до таких дій. Кінцеві міри попередньо очистити від мастила ватою, промити чистим бензином та витерти насухо. Потім одну з мір накласти на іншу, приблизно на третину довжини робочої поверхні, і щільно притискаючи пальцями, просунути вздовж великої осі до повного контакту робочих поверхонь. Якщо після цього легким зусиллям не можна роз'єднати складений блок, міри вважаються притертими. Після притирання двох кінцевих мір до них притирають третю.

Послідовність при складанні блоку звичайно така: спочатку притирають кінцеві міри малих розмірів, після чого складений з них блок притирають до міри середнього розміру, а потім вже до плитки великого розміру.

#### 2.4. Правила роботи з плитками

Для запобігання зайвого промивання кінцевих мір і дряпання їхніх робочих поверхонь потрібно виконувати такі правила:

- 1) не брати робочі поверхні промитих кінцевих мір руками;
- 2) кінцеві міри, більші за 5,5мм, класти на стіл тільки неробочими поверхнями;
- 3) не притирати робочу поверхню кінцевої міри до неробочої (це викликає появу подряпин на робочій поверхні);
- 4) до блоку складати не більше 4-5 мір для зменшення його похибки;
- 5) після закінчення роботи блок слід розібрати, кінцеві міри промити в бензині, змастити та покласти у відповідні гнізда футляра набору.

#### 2.5. Методика розрахунку кінцевих мір блоку

Для того, щоб скласти необхідний розмір з найменшої кількості плиток, слід підібрати перш за все такі міри, розмір яких має тисячні долі міліметра, потім – соті долі. В останню чергу підбираються пластини, розмір яких складає цілі та десятки цілих міліметрів.

Розглянемо викладені положення на прикладі. Треба скласти блок розміром 28,785 мм.

Перша міра, що входить до блоку	– 1,005 мм.
Залишок	– 27,78 мм.
Друга міра, що входить до блоку	– 1,28 мм.
Залишок	– 26,50 мм.
Третя міра, що входить до блоку	– 6,50 мм.
Залишок (четверта міра блоку)	– 20,00 мм.

В процесі експлуатації, в результаті зносу точність виміру мікрометра зменшується, тому його періодично повіряє служба метролога підприємства. Повірка мікрометра здійснюється згідно з ГОСТ по блоку кінцевих мір, що вказані в табл. 3.1.

Розміри блоків кінцевих мір для повірки мікрометра

Верхня границя виміру мікрометра	25 мм	Більше 25 мм
Розмір блоків кінцевих мір	0	A
	5,12	A+5,12
	10,24	A+10,24
	15,36	A+15,36
	21,50	A+21,50
	25,00	A+25,00
A – нижня границя вимірювань мікрометра.		

Мікрометр вважається придатним до подальшого використання, якщо його похибки не перебільшують допустимої похибки за ГОСТ 6507 – 60, наведеної в таблиці 3.2.

Допустимі похибки мікрометра

Границі вимірювань мікрометра	Допустима похибка мікрометра, мкм
0 – 25	±4
25 – 50	±4
75 – 100	±4
100 - 125	±5

### 3. Порядок виконання роботи

1. Отримати набір плоскопаралельних кінцевих мір. Ознайомитися з розташуванням мір в наборі і засвоїти правила складання блоків.

2. Скласти послідовно три блока мір за наступними розмірами:

1-а підгрупа студентів: 50,285;                      30,445;                      29,845;

2-а підгрупа студентів: 37,445;                      25,635;                      95,985;

3-я підгрупа студентів: 87,435;                      96,485;                      16,855;

4-а підгрупа студентів: 20,275;                      28,625;                      57,25.

Занести в табл. 3.3 звіту розміри блоків та і кінцевих мір, що складають розмір.

3. Ознайомитися з принципом дії мікрометра та відліком розміру по його трьом шкалам. Протерти вимірювальні поверхні мікрометра та перевірити його установлення на нуль. В цьому положенні нульовий штрих барабана повинен спів-

падати з поздовжнім штрихом стебла, а зріз барабана – відкривати нульовий штрих стебла.

В мікрометрах з границями вимірювань 0...25 мм нульове положення повинно бути при контакті вимірювальних поверхонь (мікрометричного гвинта та п'ятки); в мікрометрах з границями вимірювань 25...50 мм (50...75 мм) нульове положення повинно бути при контакті вимірювальних поверхонь з установчою мірою, яка дорівнює нижньої границі вимірювання.

Таблиця 3.3 –

Розміри плиток, що складають блок

Номінальний розмір, мм			
Розмір плиток, що складають блок			

4. Якщо при перевірці мікрометра нульове положення не встановлюється, слід закріпити рухомий барабан стопорним гвинтом, відвернути гайку-фіксатор і установити барабан в потрібне положення, після чого закріпити фіксатор і знову перевірити нульову установку.

При установленні та послідуючих вимірюваннях барабан слід обертати тільки за тріскачку. Невиконання цієї умови призводить до помилок в результатах та псування інструменту.

5. Провести повірку мікрометра по блокам кінцевих мір, розміри яких вказані в таблиці 1.1. Відлік показань мікрометра при повірці повинен бути з точністю до 0,001 мм, для чого ціну поділки барабану 0,01 мм слід розбивати на 10 частин.

6. Результати повірки: показання мікрометра і похибки вимірювання мікрометра на кожному з блоків кінцевих мір, а також допустиму похибку мікрометра (табл.3.2) занести в звіт.

Допустима похибка згідно ГОСТ 6507-60 \_\_\_\_\_ мм.

7. Зробити висновок про придатність мікрометра, що перевіряється.

## Результати перевірки похибки вимірювання мікрометра

№ п/п	Розмір блоку А, мм	Показання мікрометра В,мм	Похибка $\Delta=A-B$ , мм
1			
2			
3			
4			
5			
6			

**Контрольні питання.**

1. Призначення плоско паралельних кінцевих мір довжини.
2. Види плоско паралельних кінцевих мір довжини.
3. Порядок складання розміру за допомогою плоско паралельних кінцевих мір довжини.



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

### КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ МЕТРИЧНОЇ РІЗІ

#### 1. Загальні відомості

##### 1.1. Мета роботи:

- вивчити методи та засоби контролю параметрів різьбових з'єднань;
- засвоїти методика вимірювання різьби;
- перевірити відповідність основних параметрів різьби.

##### 1.2. Матеріальне забезпечення:

- мікрометр гладкий МК 75-100;
- мікрометр різьбовий МВМ 75-100;
- шаблон-різьбомір;
- калібровані дротики;
- деталь з різьбовою поверхнею.

#### 2. Основні параметри різі

Згідно з ГОСТ 24705-81 метрична різь повністю визначається п'ятьма параметрами:

- зовнішнім діаметром  $d$  ( $D$ ) болта (гайки);
- середнім діаметром болта  $d_2$ , гайки  $D_2$ ;
- внутрішнім діаметром болта  $d_1$ , гайки  $D_1$ ;
- кроком різі  $P$ ;
- кутом профілю різі  $\alpha$ .

Нормується полями допусків лише середній діаметр та додатково зовнішній діаметр  $d$  у зовнішньої різі або внутрішній діаметр  $D_1$  у внутрішніх різей.

#### 3. Методи та засоби контролю параметрів різі

Контроль нарізних деталей виконують комплексним та диференційованим методами, причому циліндричні нарізні деталі слід контролювати, в основному, комплексним методом.

При комплексному методі контролю контролюється середній діаметр, тому що на нього призначається комплексний допуск, який включає в себе допуск на суто середній діаметр та діаметральні компенсації відхилень кроку та половини кута профілю. При цьому вимірюють  $d(D)$ ,  $d_1(D_1)$ ,  $d_2(D_2)$ ,  $P$  та  $\alpha/2$ . Від цих параметрів перш за все залежить точність виготовлення різей та їх взаємозамінність. При комплексному методі для контролю слід користуватися різьбовими калібрами-кільцями, скобами та пробками. Ця методика контролю проста і використовується як в масовому, так і в індивідуальному виробництві. Зовнішній діаметр  $d$  болтів і внутрішній діаметр  $D_1$  гайок можна контролювати звичайними гладкими калібрами. Так роблять для контролю різьб 3 – 5-го квалітетів. Для більш грубих квалітетів цю перевірку виключають за рахунок контролю розмірів поверхонь під нарізання штангенциркулем, причому їх придатність автоматично забезпечує придатність у нарізаних різьб діаметром  $d$ ,  $D_1$ . Контроль придатності різьб по іншим елементам здійснюється прохідними ПР та непрохідними НЕ різьбовими калібрами. Для того щоб контролювати похибку кута профілю, калібр ПР повинен мати різьбу повного профілю, а щоб визначити похибку кроку – мати довжину різьби робочої частини не менш 0,8 довжини згвинчування. Непрохідні калібри перевіряють тільки придатність дійсного діаметра  $d_2$  ( $D_2$ ). Для того щоб при контролі зменшити вплив похибок кроку, вони мають скорочену довжину (три витка), а щоб зменшити вплив похибок кута профілю – мають скорочену висоту профілю.

При диференціальному методі найбільш просто можливо виміряти  $d$  ( $D$ ) за допомогою штангенциркуля або гладкого мікрометра;  $d_2(D_2)$  нерідко вимірюють різьбовим мікрометром або за допомогою трьох каліброваних дротиків; всі п'ять основних параметрів різьби зручно вимірювати на інструментальному мікроскопі абсолютним методом.

#### **4. Вимірювання середнього діаметру різі різьбовим мікрометром**

Перш ніж приступити до вимірювання середнього діаметра, визначають крок різьби за допомогою різьбоміра. Різьбоміром називається набір різьбових шаблонів з різним кроком, що замаркіровані на шаблоні. Шаблони по черзі прикладають до ви-

тків різьби, візуально визначають на просвіт рівність номінальних розмірів кроку різьби і шаблону. Потім підбирають вставки з комплекту різьбового мікрометра, які відповідають кроку різьби. Причому, конічну вставляють в мікрометричний гвинт, а призматичну – в п'ятку мікрометра. Перевірка нульового установлювання для різьбових мікрометрів аналогічна перевірці гладких мікрометрів.

### 5. Вимірювання середнього діаметру різі методом трьох дротиків

Дротиками вимірюють середній діаметр непрямим шляхом, це найбільш поширений та точний метод вимірювання. Суть методу полягає в тому, що у впадини різьби закладають три калібровані дротики однакового номінального діаметру та контактним приладом визначають відстань між крайніми точками дротиків (розмір  $M$ ). Для метричної різьби розмір середнього діаметру  $d_2$ , кроку  $P$  пов'язаний з розміром  $M$  наступним чином:

$$d_2 = M - 3 \cdot d_n + 0,866 \cdot P \quad (4.1)$$

Розміри дротиків  $d_n$  в залежності від кроку різьби  $P$  наведені в таблиці 4.1.

Діаметр дротиків маркується на упаковці. Вибір приладу для вимірювання розміру  $M$  здійснюється в залежності від необхідної точності вимірювання.

Схема вимірювання наведена на рисунку 4.1.

Таблиця 4.1 –

Величини найвигідніших діаметрів дротиків в залежності від кроку.

$P$ , мм	0,75	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5
$d_n$ , мм	0,433	0,461	0,572	0,724	0,866	1,008	1,157	1,441	1,732	2,020

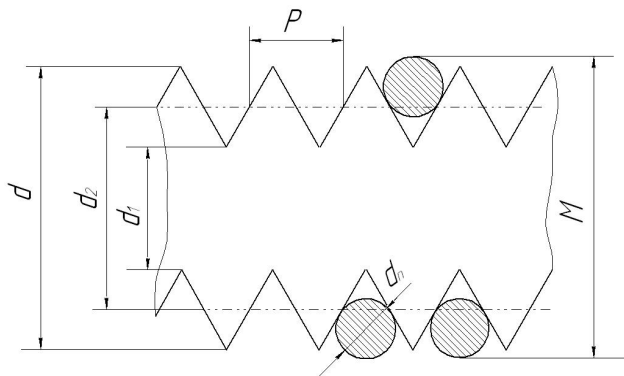


Рисунок 4.1 – Схема вимірювання середнього діаметру методом трьох дротиків

## 6. Послідовність виконання вимірювань

- 6.1. Отримати деталь. За допомогою різьбомуру визначити крок різьби та підібрати дротики для вимірювання середнього діаметру за таблицею 4.1.
- 6.2. За допомогою гладкого мікрометра виміряти зовнішній діаметр різі  $d$ .
- 6.3. Визначити номінальний середній діаметр  $d_2$  згідно з ГОСТ 16093-81.
- 6.4. Згідно ГОСТ 16093-81 для заданого діаметру, кроку різі й поля допуску визначити верхнє и нижнє відхилення для  $d$ ,  $d_2$ ; розрахувати граничні розміри.
- 6.5. Виміряти середній діаметр різьбовим мікрометром.
- 6.6. Виміряти середній діаметр методом трьох дротиків.
- 6.7. Результати вимірів та розрахунків занести в таблицю 4.2 звіту.
- 6.8. Зробити висновок про придатність різі по параметрам  $d$ ,  $d_2$ .

Таблиця 4.2 –

### Результати вимірювань

Діаметр	Номінальний діаметр, мм	Відхилення за ГОСТ, мм		Табличне значення діаметрів, мм		Результати вимірювань			Розраховане значення $d_2$ , мм
						$d$ , мм	$d_2$ , мм	$M$ , мм	
$d$		es		$d_{\max}$			-	-	-
		ei		$d_{\min}$					
$d_2$		es		$d_{2\max}$		-			
		ei		$d_{2\min}$					

### Контрольні питання.

1. Перерахуйте основні параметри різі.
2. Якими методами здійснюється контроль параметрів нарізних з'єднань?
3. Як визначити крок різі?
4. Яким методом найбільш часто користуються для контролю параметрів різі у лабораторних умовах?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОГО ТА ТОРЦОВОГО БИТТЯ ДЕТАЛЕЙ ОБЕРТУ

#### 1. Загальні відомості

##### 1.1. Мета роботи:

- ознайомитись з устроєм індикаторів часового типу, биттєміром;
- придбати навички в їх застосуванні для контролю радіального та торцевого биття.

##### 1.2. Матеріальне забезпечення:

- індикатор часового типу;
- биттємір
- штангенциркуль;
- деталь для вимірювання.

#### 2. Індикатори часового типу

Індикатори часового типу застосовуються для вимірювання розмірів та відхилень форми і взаємного розташування поверхонь виробів, а також в вимірювальних приладах і контрольно-вимірювальних пристосувань.

Індикатори виробляються наступних типів.

- ІЧ – з переміщенням вимірювального стрижня паралельно шкалі, з діапазоном вимірювання 0-3, 0-5, 0-10 мм.
- ІТ – з переміщенням вимірювального стрижня перпендикулярно шкалі з діапазоном вимірювання 0-2 мм (ГОСТ 577-08).

Крім того, випускаються індикатори з діапазоном вимірювання 0 – 25 і 0 – 50 мм и спеціальні зі збільшеною шкалою.

Ціна ділення шкали індикаторів – 0,01 мм. Індикатори випускаються двох класів – нульового та першого.

Вітчизняна промисловість також випускає індикатори з важільно-зубчастою передачею з ціною ділення 0,002 мм та 0,001 мм.

Поступальному переміщенню вимірювального стрижня індикаторів типу ІЧ та ІТ на 0,01 мм відповідає переміщення великої стрілки на одне ділення шкали. Повний оберт великої стрілки відповідає переміщенню стрижня на 1 мм, а мала стрілка на шкалі вказівника обернеться на 1 ділення, тому ціна ділення шкали вказівника обертів дорівнює 1 мм.

Шкала індикатора часового типу разом з ободком може повертатися відносно корпусу так, що проти великої стрілки прибору можна встановити який-небудь штрих шкали. Це використовується при настройці приборів.

В таблиці 5.1. наведена технічна характеристика індикаторів часового типу.

Таблиця 5.1 –

Допустимі похибки показання індикаторів за ГОСТ 577-78

Межі допустимої похибки в мкм в діапазоні	Діапазон вимірювання, мм					
	0 – 2		0 – 5		0 – 10	
	0	1	0	1	0	1
0,1 мм на будь-якому участку шкали	4	6	4	6	4	6
1 мм на будь-якому участку шкали	8	10	8	10	8	10
Всього інтервалу вимірювання	10	12	10	12	10	12
Варіація показаній	3	3	3	3	3	3

Під похибкою показань індикатора в межах даного участку приймається алгебраїчна різниця крайніх по своєму значенню похибок, які накоплені при прямому і зворотному ході вимірювального стрижня.

Під варіацією показань індикатора розуміють найбільшу різницю між окремими повторюваними показаннями при багатократній перевірці однієї й тієї ж величини при незмінних зовнішніх умовах.

### 3. Биттемір

Загальний вид биттеміру поданий на рисунку 5.1. Він складається з підстави 1, в якій по направляючим можуть переміщуватися бабки з жорстким центром 2 і рухо- мим центром 4. Рухомий центр 4 можна переміщати за допомогою рукоятки 5 та фі-

ксувати в заданому положенні рукояткою 6. Для вимірювання радіального та торцевого биття використовується індикатор 8, який закріплюється в якому-небудь положенні.

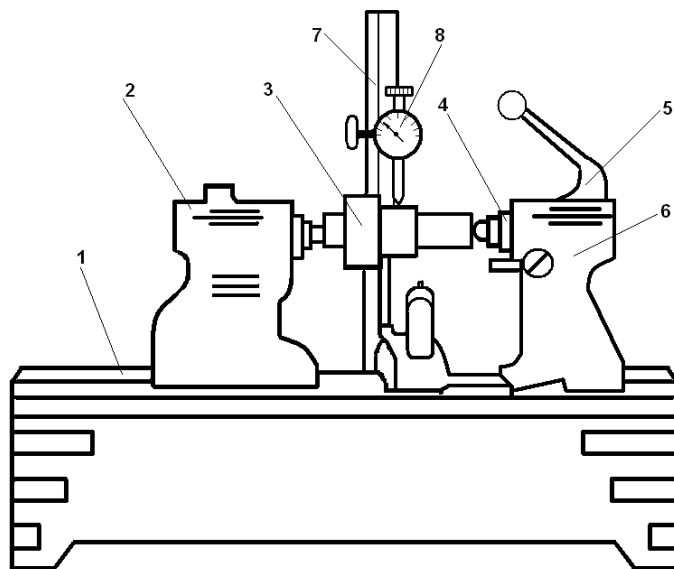


Рисунок 5.1 – Биттемір

#### 4. Порядок виконання лабораторної роботи

4.1. Закріпити деталь в центрах биттеміра. Для цього необхідно змістити ліву бабку 2 з жорстким центром так, щоб відстань між центрами виявилася менше довжини деталі 3. Віджати рухомий центр 4 бабки 6 за допомогою рукоятки 5, ввести деталь між центрами і відпустити рухомий центр. Вістря центрів повинні при цьому ввійти в центровий отвір деталі. Після цього рухомий центр закріплюється рукояткою 5.

4.2. Виміряти шийки деталі штангенциркулем.

4.3. Оглянути індикатор і ознайомитися з його роботою. Переміщення стрижня повинно бути плавним, без заїдання, стрілка і вказівник числа обертів повинні вільно переміщатися, не торкатися шкали.

4.4. Закріпити індикатор часового типу в державці універсального штативу 7.

4.5. Встановити і закріпити штатив з індикатором проти першої ступені валу. Привести наконечник індикатора в зіткнення з поверхнею шийки вала. Індикатор

при цьому повинен мати натяг 0,5 – 1 обертів. Ось вимірювального стрижня повинна бути розташована нормально до вимірювальної поверхні.

4.6. Встановити шкалу індикатора на нуль.

4.7. Повернути валик на повний оберт та визначити радіальне биття (як суму додатних та від'ємних показаній індикатора).

4.8. Аналогічним чином перевірити радіальне биття на інших шийках валу та биття одного з торців.

Схема поверхонь деталі, що контролюються наведена на рисунку 5.2.

4.9. Результати вимірювання занести таблицю 5.2.

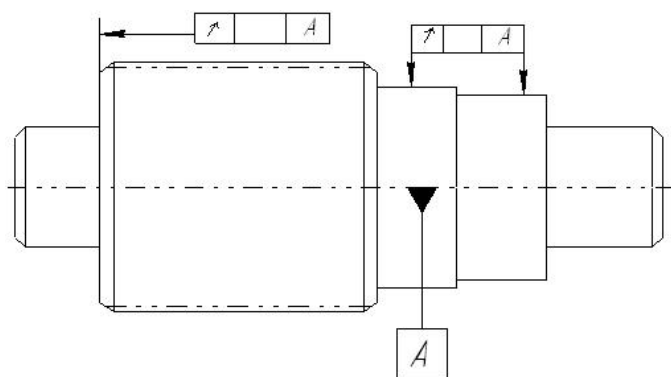


Рисунок 5.2 – Схема поверхонь деталі, що контролюються

Таблиця 5.2 –

Результати вимірювання

Параметр	Вимірювана величина	Гранична величина	Висновок про придатність
Радіальне биття			
Торцеве биття			

4.10. Зробити висновок про відхилення форми та розташування поверхонь пропонуваної деталі.

**Контрольні питання.**

1. Сфера застосування та класифікація індикаторів часового типу.
2. Що таке похибка показань індикатора?
3. Що таке варіація показань індикатора?



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### КОНТРОЛЬ ОТВОРУ ІНДИКАТОРНИМ НУТРОМІРОМ

#### 1. Загальні відомості

##### 1.1. Мета роботи:

- вивчити конструкцію індикаторного нутроміру;
- вивчити методику вимірювання розмірів за допомогою індикаторних інструментів;
- провести контроль форми заданої деталі за допомогою індикаторного нутроміру;
- визначити квалітет основного отвору.

##### 2.1. Матеріальне забезпечення:

- індикаторний нутромір ИН;
- набір плоскопаралельних кінцевих мір;
- деталь для проведення контролю форми;
- струбцина або зразкове кільце.

#### 2. Вимірювання за допомогою індикаторних інструментів

##### 2.1. Конструкція індикаторного нутроміру

Індикаторні нутроміри досить широко застосовують для контролю точних отворів (5-8 квалітет) при їх виготовленні. Важливою перевагою індикаторних нутромірів є можливість вимірювання довгих отворів. За допомогою індикаторних нутромірів можуть контролюватися також відхилення від правильної геометричної форми (овальність, бочко-, сідло-, конусоподібність).

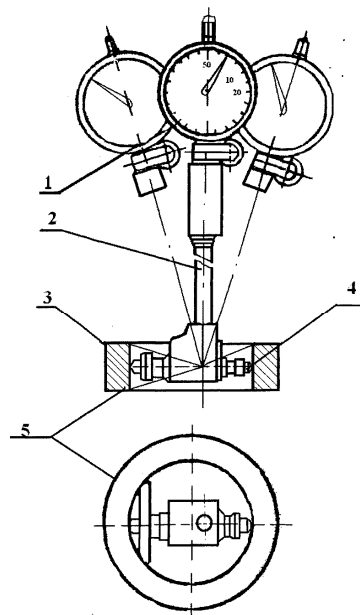
Індикаторний нутромір може бути віднесений до важільно-зубчастих приладів, тому що в ньому поєднується зубчаста система стандартного індикатора годинникового типу, який є відліковим устроєм нутроміра, з важільною системою трубки нутроміра.

За числом вимірювальних наконечників нутроміри поділяються на двох, трьох та чотирьох контактні. У чотирьох-контактних (ГОСТ 9244-59) є два рухомих і два нерухомих (центруючих) наконечника.

До нутроміра додається набір змінних вставок та упор, який забезпечує правильне встановлення нутроміру, якщо на виробі є плоскість перпендикулярна отвору.

Найбільш широко застосовуються в промисловості двох-контактні нутроміри (ГОСТ 808-03) з границями вимірів 6-1000 мм.

На рис. 6.1. показаний індикаторний нутромір з границями вимірювання 50-100 мм. Він складається з трубчастого корпусу 2, вимірювальної головки та індикатора часового типу 1 з ціною поділки 0,01 мм. Точність вимірювання індикаторним нутроміром залежить від точності індикатора. Конструкція вимірювальної головки у приладів з різною границею вимірювання відрізняється.



6.1 – Індикаторний нутромір

Вимірювальна головка має з одного боку вимірювальний стрижень 3, а з іншого – змінну вимірювальну вставку 4. Вимірювальний стрижень головки передає переміщення стрижню індикатора через рухомий стрижень корпусу. Центруючий мостик 5 слугує для поєднання лінії вимірювання з діаметральною плоскістю отвору, що вимірюється.

При вимірюванні переміщення вимірювального стрижня 3 передається через важільну систему стрижня індикатора. До нутроміру надаються шість штук змінних вимірювальних вставок, дві шайби та два подовжувача. Цей набір дозволяє змінювати нульове положення прибору на 1 мм в межах всього діапазону вимірювання. При роботі прибор слід тримати за теплоізоляційну ручку.

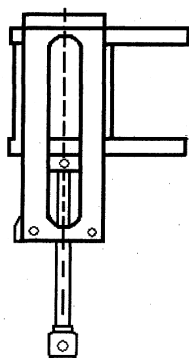
## 2.2. Настроювання індикаторного нутроміра

Метод вимірювання індикаторним нутроміром – це метод порівняння з мірою, тому перед вимірюванням його необхідно настроїти.

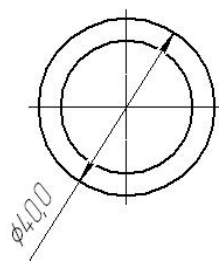
Настройка індикаторного нутроміру проводиться по блоку кінцевих мір довжини, який встановлюється в струбцину (рис. 6.2,а) або по установчому зразковому кільцю (рис. 6.2,б).

Для встановлення індикаторного нутроміра на нуль необхідно:

- по завчасно вимірюваному штангенциркулем отвору підібрати змінну вимірювальну вставку і затиснути її в отворі головки нутроміра так, щоб розмір вимірювальної частини був на 0,5 – 1,5 мм більше розміру отвору;
- ввести нутромір в отвір зразкового установчого кільця (або в простір між боковиками струбцини);



а)



б)

Рисунок 6.2 – Прилади для настройки індикаторного нутроміру:

а – струбцина; б – зразкове кільце

- невеликим похитуванням прибору в площині вимірювання знаходимо точку повернення стрілки індикатора (рис.2.1.), яка буде відповідати розміру, що встановлюється;
- повернути шкалу індикатора за ободок, сумістити точку повернення з нульовим діленням.

### 2.3. Порядок виконання роботи

2.3.1. Ознайомитися з конструкцією індикаторного нутроміра та настроїти його для вимірювання.

2.3.2. Знак відхилення стрілки індикаторного нутроміра визначаємо експериментально. За від'ємне відхилення приймають напрям пересування стрілки індикатора при натисканні на рухомий вимірювальний наконечник. Відхилення в протилежну сторону приймають додатнім.

2.3.3. Провести по три вимірювання деталі в двох взаємоперпендикулярних перерізах (рис. 6.3.).

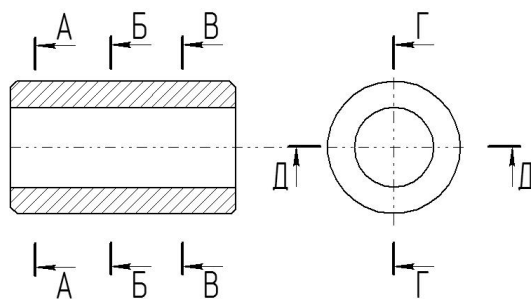


Рисунок 6.3. – Схема вимірювань деталі.

2.3.4. Для вимірювання необхідно ввести вимірювальну головку індикаторного нутроміру в отвір та легким похитуванням визначити точку повернення стрілки індикатора в кожному з шести положень. Індикатор опускають в корпус до того його положення, поки його стрілка виконає один повний оберт. По відхиленню стрілки від нульового положення визначаємо відхилення дійсного розміру від номінального. Дійсний розмір визначається як алгебраїчна сума номінального розміру і відхилення від номінального розміру:

$$D_{\phi} = D + a,$$

Де  $D_{\phi}$  – дійсний розмір, мм;

$D$  – номінальний розмір, мм;

$a$  – відхилення від номінального діаметру, мм.

2.3.5. Вибрати по таблицям ГОСТ 25347-82 для даного номінального діаметра допустимі відхилення розміру для 7-11 квалітетів основного отвору та записати їх в таблицю звіту. Визначити граничні розміри отвору для кожного квалітету. Порівнюючи дійсні розміри з граничними, визначати квалітет, за яким виконано отвір.

2.3.6. За результатами вимірів деталі визначити її відхилення від правильної форми (овальність, сідло-, бочко-, конусоподібність).

Таблиця 6.1 –

Результати вимірювань

Номінальний діаметр, мм	Розмір блоку кінцевих мір, мм	Показання приладу при вимірюванні, мм					
		Перерізи, перпендикулярні до осі					
		А		Б		В	
		Г	Д	Г	Д	Г	Д
Дійсний розмір $D_{\phi}$ , мм							

**Контрольні питання:**

1. Область застосування індикаторних нутромірів.
2. Устрій та принцип дії індикаторного нутроміру.
3. Види відхилень отворів від правильної геометричної форми.
4. Як здійснюється встановлення індикаторного нутроміру на нуль.

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зябрева Н.Н., Шегал М.Я. Лабораторные занятия по курсу «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». – М.: «Издательство машиностроение», 1966.
2. Якушев А.И. Взаємозамінність стандартизація и технічні вимірювання. Підручник.-М: Машинобудування, 1985-352с.
3. Болдин Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении
4. Допуски і посадки: Довідник. Під ред. В.Д. Мягкова - Л.: Машинобудування, ч. 1, 1982-1983 - 543с; 448с.
5. Допуски і посадки: Довідник. Під ред. В.Д. Мягкова - Л.: Машинобудування, ч. 2, 1982-1983 - 543с; 448с.
6. Зенкін А.С, Петко И.В. Допуски і посадки в машинобудуванні: Довідник.-К; Техніка, 1990-320с.
7. Анурьев А.М. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х томах. – М.: Машиностроение, 1980г
8. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів навчального напрямку «Інженерна механіка» /Укладачі: Т.В.Горячева, І.М.Лаппо. – Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2005. – 29с.
9. Базієвський С.Д., Дмитришин В.Ф., Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Підручник. – Київ: Видавничий Дім «Слово», 2006. – 504 с.
10. Основы стандартизації, допуски, посадки і технічні вимірювання: Підручник /А.А. Дудніков. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 352 с.
11. Железна А.М., Кирилович В.А. Основы взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2009. – 796 с.
12. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Лабораторні роботи. /І.М. Лаппо, Т.В.Горячева. Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2009.

Ірина Миколаївна Лаппо  
Світлана Олександрівна Вірич  
Тетяна Володимирівна Горячева  
Марина Олегівна Бабенко

*Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни*  
**«МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ, АКРЕДИТАЦІЯ ТА  
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ»**

(для студентів навчального напрямку «Гірництво»)  
Українською мовою

---

Підписано до друку 22.06.2012. Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 3,5.  
Друк лазерний. Замовлення № 36/12. Тираж 40 прим.

**Надруковано в Видавничому центрі КП ДВНЗ „ДонНТУ”**

