

Тема 3.1. Основи технічного вимірювання

1. Вступ до метрології. Значення технічного вимірювання у забезпеченні якості машин.
2. Класифікація методів і засобів вимірювання.
3. Похибки засобів вимірювання і причини їх виникнення. Класифікація похибок вимірювання.
4. Основні метрологічні характеристики засобів вимірювання. Повірка, калібрування і метрологічна атестація вимірювальних засобів.

1. Вступ до метрології.

Виміряти будь-яку величину – означає порівняти її значення із значенням іншої величини такого самого роду, прийнятої за одиницю вимірювання.

Одиниця вимірювань – фізична величина певного розміру, прийнята для кількісного відображення однорідних з нею величин.

При вимірюванні лінійних величин (довжин, діаметрів) їх порівнюють з одиницею вимірювання лінійних величин – метром, при вимірюванні кутових розмірів – з одиницею кутового розміру – радіаном (градусом).

Метрологією називається наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення єдності вимірювань і способи досягнення необхідної точності.

Вимірювання – процес знаходження фізичної величини з допомогою спеціальних технічних засобів. Це відображення фізичних величин їхніми значеннями за допомогою експерименту або обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів (засобів вимірювальної техніки).

У метрології розглядаються загальні питання вимірювань: одиниці фізичних величин та їх системи; еталони і способи передачі розмірів одиниць від еталонів зразковим і робочим засобам вимірювань; загальні методи оброблювання наслідків вимірювань і оцінки їх точності та вірогідності.

З метрології в окрему науку виділились технічні вимірювання як наука про вимірювання розмірів деталей машин, основним завданням якої є вимірювання лінійних (довжина, діаметр) і кутових розмірів, тобто вимірювання геометричних параметрів деталей, складальних одиниць і виробів, таких як лінійні і кутові розміри, відхилення форми і розташування поверхонь, хвилястість і шорсткість поверхонь.

Значення технічних вимірювань у забезпеченні якості машини.

Для забезпечення взаємозамінності у машинобудуванні, крім досягнення високої точності виготовлення деталей, треба забезпечити і високу точність їх вимірювання. При недостатній точності вимірювання розмірів частина придатної продукції може бути забракована і разом з тим частина браку може бути визнана придатною продукцією.

Вимірювання розмірів деталей також проводять з метою виявлення точносних можливостей технологічних процесів, їх налагодження з метою недопущення браку.

2.Класифікація методів і засобів вимірювань.

При виконанні технічних вимірювань розрізняють наступні методи вимірювань.

Абсолютний метод, при якому абсолютне значення вимірюваної величини визначається безпосередньо за шкалою вимірювального засобу, наприклад, вимірювання діаметру вала штангенциркулем чи мікрометром.

Відносний метод, при якому визначають відхилення вимірюваного розміру від наперед заданого його значення, наприклад, від міри (метод зіставлення з мірою).

Прямий метод (пряме вимірювання) – вимірювання однієї величини, значення якої знаходять безпосередньо без перетворення її роду та використання відомих залежностей. Тобто при прямому вимірюванні значення вимірюваної величини або її відхилення визначають безпосередньо з дослідних даних. Наприклад, вимірювання штангенциркулем чи мікрометром діаметру вала.

Непрямий метод (непряме вимірювання) – вимірювання, у якому значення однієї чи декількох вимірюваних величин знаходять після перетворення роду величин чи обчислення за відомими залежностями їх від декількох величин – аргументів, що вимірюються прямо. Тобто, при непрямому вимірюванні значення вимірюваної величини визначають через відомі залежності між цією величиною і величинами, які піддаються прямим вимірюванням. Наприклад, вимірювання середнього діаметру різьби методом трьох дртинок, вимірювання відстаней між осями отворів та ін.

Контактний метод, при якому вимірювальні поверхні вимірювального засобу перебувають у механічному контакті з поверхнею вимірюваної деталі. Наприклад, вимірювання штангенциркулем, мікрометром.

Безконтактний метод – не має механічного контакту між вимірювальними поверхнями вимірювального засобу і поверхнею вимірювальної деталі (тіньовий метод). Наприклад, вимірювання на інструментальному мікроскопі, на якому вимірюють не саму деталь, а її зображення (тінь) на екрані.

Диференціальний (поелементний) метод, при якому кожен елемент (параметр) деталі вимірюється окремо. Наприклад, вимірювання окремо зовнішнього і внутрішнього діаметрів і товщини шліців шліцевого вала.

Комплексний метод, при якому одночасно вимірюються (контролюються) декілька параметрів (розмірів) виробу. Наприклад, при контролюванні різьби комплексними різбовими калібрами одночасно контролюються відхилення середнього діаметру, кроку і кута профілю різьби.

У практиці експлуатації і ремонту машин, крім перерахованих методів вимірювань, розрізняють ще методи, пов'язані з цільовим призначенням

вимірювань. При виконанні вимірювань в процесі виготовлення або відновлення деталей (виробничі вимірювання) застосовують такий метод вимірювання, який гарантував би виявлення дійсних розмірів деталей, що знаходяться в межах допуску.

Засоби вимірювань – засоби вимірювальної техніки, які реалізують процедуру вимірювання.

Засіб вимірювальної техніки – технічний засіб, який застосовується під час вимірювань і має нормовані метрологічні характеристики.

Засоби вимірювань, що застосовуються у технічних вимірюваннях, класифікуються так: еталони одиниць фізичних величин; міри; калібри; універсальні засоби вимірювань; засоби вимірювань спеціального призначення.

Еталон (одиниці фізичної величини) – засіб вимірювальної техніки, що забезпечує відтворення та (або) зберігання одиниці фізичної величини та передавання її розміру відповідним засобам, що стоять нижче за повірочною схемою, офіційно затверджений як еталон.

Міра (величини) – вимірювальний пристрій, що реалізує відтворення та (або) збереження фізичної величини заданого значення. Міри можуть бути однозначні (одномірні), наприклад, кінцеві міри довжини, кутові міри, і багатозначні (багатомірні), наприклад, рулетки, позначкові міри, масштабні лінійки тощо.

Калібр – безшкальний одномірний вимірювальний засіб, призначений для перевірки (контролювання) відхилень від заданих розмірів, форми або взаємного розташування поверхонь чи осей. Наприклад, гладкі граничні калібри – пробки і скоби – призначені для контролювання циліндричних поверхонь деталей, різьбові калібри – кільця, пробки, скоби – призначені для контролювання параметрів різьб.

Універсальні засоби вимірювання – шкальні вимірювальні засоби, призначені для вимірювання тих чи інших величин в різних галузях техніки. Вони відрізняються один від одного конструкцією, призначенням і точністю вимірювання, наприклад, штангенінструмент, мікрометричний інструмент та ін.

Засоби спеціального призначення – вимірювальні засоби, що призначені для вимірювання у певних галузях техніки і мають обмежене застосування (вимірювання відхилень форми і взаємного розташування поверхонь і осей, шорсткості і хвилястості поверхонь, елементів різьб, кутів, конусів, зубчастих коліс тощо).

3. Похибки засобів вимірювань, їх класифікація і причини виникнення

Похибки вимірювання – це відхилення результату вимірювання від умовно істинного значення вимірювальної величини.

Розрізняють абсолютну і відносну похибки вимірювання.

Абсолютна похибка вимірювання – різниця між результатом вимірювання та умовно істинним значенням вимірюваної величини, тобто :

$$\Delta x = x_{\text{вим}} - x$$

де Δx – абсолютна похибка вимірювання, виражена в одиницях вимірюваної величини;

$x_{\text{вим}}$ – значення вимірюваної величини (розміру), одержане при її вимірюванні (результат вимірювання);

x – умовно істинне значення вимірюваної величини (розміру).

Відносна похибка вимірювання – відношення абсолютної похибки вимірювання Δx до умовно істинного значення вимірюваної величини x . Вона може виражатися в частках або у відсотках від значення вимірюваної величини, тобто : $q_x = (\Delta x / x) \cdot 100\%$.

При вимірюванні деталей, як і при їх виготовленні, похибки поділяються на грубі і неминучі.

Грубими похибками (або промахами) називаються такі похибки вимірювання, які значно перевищують передбачувані похибки при заданих умовах вимірювання. Грубі похибки виявляють при повторному вимірюванні одного і того ж розміру, їх не беруть до уваги і виключають з результатів вимірювання. Наприклад, при вимірюванні розміру з номінальним його значенням 50 мм одержані наступні значення: $d_1 = 50,05 \text{ мм}$; $d_2 = 50,03 \text{ мм}$; $d_3 = 50,2 \text{ мм}$. Похибки вимірювання: $\Delta_1 = 0,05 \text{ мм}$; $\Delta_2 = 0,03 \text{ мм}$; $\Delta_3 = 0,2 \text{ мм}$.

Отже, похибка Δ_3 є грубою похибкою (промахом) при вимірюванні даного розміру, оскільки вона значно відрізняється від похибок перших двох результатів вимірювань. Таким чином розмір d_3 слід виміряти повторно.

4. Основні метрологічні показники засобів вимірювання.

До основних метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки відносяться наступні.

Показ (засобу вимірювань) – значення вимірюваної величини, створене за допомогою засобу вимірювань та подане сигналом вимірювальної інформації.

Сигнал вимірювальної інформації – сигнал, який представляє вимірювальну інформацію на виході засобу вимірювань.

Відлік – число, відлічене по відліковому пристрою вимірювального засобу, або одержане підрахунком послідовних позначок або сигналів.

Межі вимірювання – найбільша і найменша величини, які можуть бути виміряні даним вимірювальним засобом. Наприклад, штангенінструмент має

межі вимірювання 0...125 мм, 0...200 мм, 0...320 мм, мікрометричний інструмент має межі вимірювання 0...25 мм, 25...50 мм, 50...75 мм та ін.

Межі вимірювання вимірювальних засобів, призначених для відносних вимірювань, залежать не лише від меж вимірювання за шкалами цих засобів, але й від розмірів стояків, в яких вони закріплюються (рис. 64). Тому у деяких вимірювальних приладах розрізняють межі вимірювання за шкалою і межі вимірювання приладу в цілому, наприклад, у важільного мікрометра, важільної та індикаторної скоб.

Відповідно до цього, у вимірювальних приладах розрізняють діапазон показів (засобу вимірювань) і діапазон вимірювань.

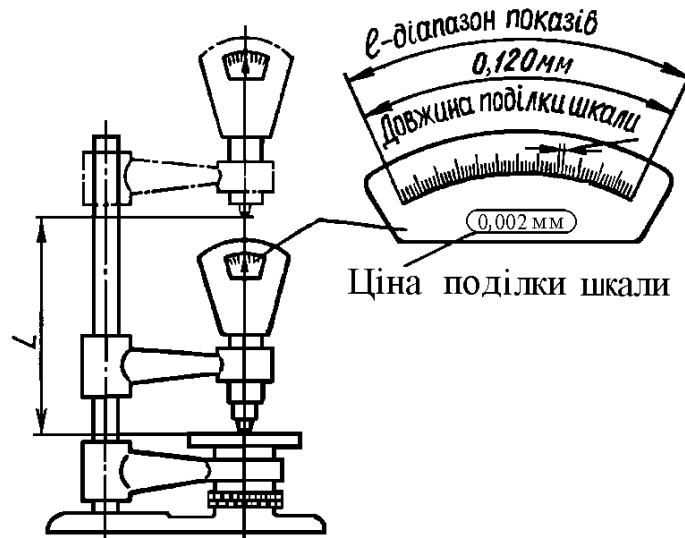


Рис. 1. Метрологічні характеристики вимірювального засобу

Діапазон показів (засобу вимірювань) I (рис. 1) – інтервал значень вимірюваної величини, який обмежений початковими та кінцевими її значеннями.

●

Л-1, с. 342–60; Л-2, с. 91–99; Л-3, с. 130–161.