

Поняття похибки засобу вимірювання. Класифікація похибок

Метрологія належить до складних і точних наук, основною метою її є забезпечення заданої точності вимірювання ФВ, єдності термінології, методів і способів вимірювання, перетворення, передавання та зберігання отриманої інформації. Про складні завдання метрології свідчить значна кількість встановлених стандартами характеристик вимірювальних приладів [9, 10, 11]. Розглянемо основні з них.

Показом вимірювального приладу називають значення вимірюваної ФВ, визначене за допомогою відлікового пристрою, шкали з покажчиком, цифрового табло.

Шкала металевої вимірювальної лінійки (рис. 7.4, а) не має покажчика, ціна поділки шкали 1 мм, відлік показів — візуальний, внаслідок порівняння вимірюваної довжини виробу з рівнозначною їй ділянкою лінійки.

Штангенциркуль (рис. 7.4, б) має дві шкали: основну з ціною поділки 1 мм і додаткову (ноніусну) з ціною поділки 0,1 мм. Відлік показів такої шкали ведуть за сумою показів обох шкал (цілі міліметри відраховують за основною, а соті частки міліметра — за додатковою шкалою). Як покажчик для основної шкали використовують першу риску ноніусної шкали (26 мм), а покажчик для ноніусної шкали — риска основної шкали, що збігається з однією з рисок ноніусної (0,1 мм). Сумарний відлік розміру на шкалі штангенциркуля 26,1 мм.

З двох шкал складена також і шкала мікрометра (рис. 7.4, в): основної, вздовж циліндричної поверхні корпусу 4 з ціною поділки 0,5 мм, та додаткової, по колу циліндричної поверхні гайки 1 з ціною поділки шкали 0,1 мм. Покажчиком для основної шкали є лівий край гайки (14,5 мм), а для додаткової — роздільна лінія, що поділяє основну шкалу на дві, розміщені одна над одною, частини, кожна з яких має риси через 1 мм, але зміщені одна відносно одної на 0,5 мм (0,12 мм). Сумарний відлік розміру на шкалі мікрометра становить 14,62 мм.

Дві шкали має і шкала індикатора годинникового типу (рис. 7.4, д): покажчик основної шкали з ціною поділки 1 мм вказує на позначку 8, а покажчик додаткової шкали з ціною поділки 0,01 мм — на позначку 0,79 мм. Сумарний відлік розміру на шкалі індикатора — 79 мм.

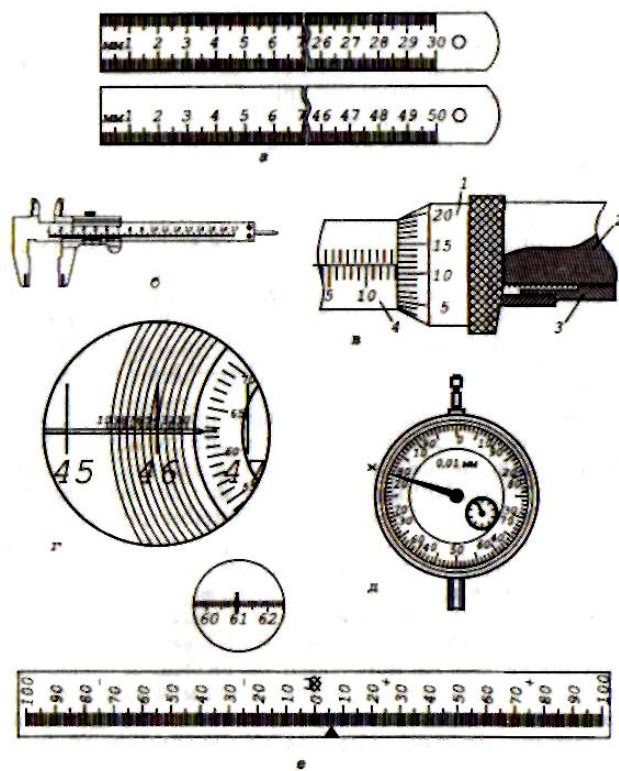


Рис. 7.4.

Універсальний інструментальний мікроскоп (рис. 7.4, г) має три шкали: риска основної шкали (46 мм) з ціною поділки 1 мм в окулярі мікроскопа зі збільшенням у 62 рази перетинає

першу додаткову шкалу з ціною поділки 0,1 мм між 3 і 4 рисками (0,3 мм), а горизонтальна її риска вказує на відлік другої додаткової шкали з ціною поділки 0,001 мм (0,062). Сумарний відлік за допомогою трьох шкал — 46,362 мм.

Вимірювальна оптична машина складається з трьох шкал (рис. 7.4, є): в окулярі мікроскопа машини цифра 8, що над подвійною рисою, вказує на кількість сотень міліметрів (800 мм), а розміщення її на стоміліметровій шкалі — на десятки, одиниці та десяті частки міліметра (60,8 мм), на вертикальній шкалі оптиметра машини оптична стрілка вказує на соті та тисячні частки міліметра (0,0075). Сумарний відлік шкали машини — 860,8075 мм.

Діапазон показів шкали — це значення ФВ, що містяться між початковим і кінцевим її значеннями на шкалі вимірювального приладу. Наприклад, шкали приладів для відносних вимірювань мають такі діапазони показів шкали: мікрокатор — $\pm 0,030$ мм; мінікатор — $\pm 0,050$, ортотест — $\pm 0,100$, оптиметр — $\pm 0,100$, важільно-механічні багатообертові індикаторні головки — від 0 до 1 мм; від 0 до 2 мм; від 0 до 5 мм і від 0 до 10 мм; шкали мікрометрів мають діапазони показів шкали від 0 до 12,5 мм і від 0 до 25 мм.

Діапазоном вимірювання називають значення ФВ, що перебувають між найбільшим і найменшим вимірюваними її значеннями. Наприклад, діапазони вимірювання можуть бути для: металевих лінійок від 0...150 мм до 0...1000 мм; штангенінструментів від 0...125 мм до 0...2000 мм і більше; мікрометрів від 0...12,5 мм до 2500...6000 мм; індикаторних нутромірів від 2...3 мм до 160...260 мм; оптичних довгомірів від 0...150 мм до 0...350 мм; інструментальних мікроскопів від 0...75 мм до 0...200 мм; вимірювальних машин від 0...1000 мм до 0...4000 мм тощо.

Градуовальною характеристикою ЗВТ називають залежність між значеннями ФВ на його вході та виході. Її визначають за допомогою формул теоретичної залежності між вхідними та вихідними величинами або практично — на підставі експериментів, що дає змогу підвищити точність засобів вимірювання, усунувши можливі похибки вимірювання, які не вдається визначити теоретично.

Впливовими називають такі ФВ, які заданий ЗВТ не вимірює, але вони здатні змінювати результати вимірювань. До таких ФВ належать температура, вологість, атмосферний тиск, напруженість магнітного поля, вібрації, удари, параметри електричного живлення ЗВТ тощо.

Нормальні умови використання ЗВТ це умови, за яких розсіяння показів не перевищує допускних відхилень. За стандартами нормальними умовами експлуатації ЗВТ вважають: температуру у приміщенні, де виконують вимірювання, 20°C ; атмосферний тиск — 1000 кПа, вологість повітря від 30 до 80%, відсутність вібрацій та ударів, напругу електричного живлення — $220/127\text{ В} \pm 10\%$; частоту $50 \pm 0,1\text{ с}^{-1}$ тощо (ГОСТ. 8.050-73).

Коефіцієнтом перетворення вимірювального перетворювача називають відношення зміни сигналу на його виході до зміни сигналу на вході перетворювача, що його зумовив. Замість терміну коефіцієнт перетворення часто вживають термін *чутливість засобу перетворення (вимірювання)* [10].

Стабільністю ЗВТ називають їх властивість зберігати незмінними свої метрологічні характеристики. Для контактних ЗВТ важливою характеристикою є *вимірювальне зусилля* у місці контакту поверхні вимірювального щупа (наконечника) з поверхнею вимірюваного виробу.

Точність вимірювання — це показник якості ЗВТ, що характеризує ступінь наближення результатів вимірювання до істинних значень вимірюваної ФВ. Точність вимірювання оцінюють абсолютною та відносною похибками.

Розрізняють такі похибки вимірювання: основну та додаткову, абсолютну та відносну, систематичну та випадкову, статичну та динамічну, малу, велику, грубу. Залежно від місця (причини, джерела) виникнення розрізняють похибки методу вимірювання, налагодження, відліку результатів вимірювання, градування тощо.

Основною називають *похибку ЗВТ*, що може виникати у нормальних умовах його експлуатації, а *додатковою* — *похибку ЗВТ*, зумовлену зміною будь-якого з впливових факторів поза межами їх значень, визначених для нормальних умов експлуатації.

Абсолютна похибка вимірювання — це різниця між отриманим внаслідок вимірювання значенням вимірюваної та істинної ФВ. Відносною похибкою вимірювання називають відношення абсолютної похибки вимірювання до істинного значення ФВ.

За *систематичну похибку вимірювання* приймають ту її складову частину, що залишається сталою чи змінюється за відомим законом у всіх повторних вимірюваннях одного й того ж значення ФВ, а за *випадкову похибку* — ту, що може змінюватись у цих же умовах довільно, як за значенням, так і за знаком, і не повторюється у повторних вимірюваннях.

Статичною називають похибку, що є різницею виміряного та істинного значень ФВ у заданому режимі, а *динамічною* — похибку, що є різницею між похибкою ЗВТ у динамічному режимі та його статичною похибкою, що відповідає значенню ФВ у заданий момент часу. Меншу від основної похибку називають малою, більшу від неї — великою, а значно більшу — грубою. Груба похибка переважно істотно перевищує сподівану за заданих умов похибку вимірювання. Дуже велику похибку, яка може бути наслідком несправності ЗВТ чи порушення правил використання, називають промахом і до уваги не беруть.

Похибка вимірювання завжди є сумою її складових частин, тобто містить у собі похибки, зумовлені різними впливовими величинами: недосконалістю методу вимірювання, якістю ЗВТ, точністю його налагодження, градування, відліку результатів вимірювання, впливу зміни умов експлуатації тощо.

Похибки вимірювання є випадковими ФВ з детермінованими, індетермінованими та ймовірнісними складовими. Детерміновані складові здебільшого називають *систематичними*, а індетерміновані — *випадковими похибками*.

Результат спостереження отримують під час окремого експерименту, а результат вимірювання — під час вимірювання та оброблення отриманих результатів спостереження.

Узагальненою характеристикою ЗВТ, визначеною значеннями найбільших граничних основних і додаткових похибок вимірювання, а також іншими властивостями за чинними стандартами, є клас точності, який характеризує тільки властивості ЗВТ та не визначає точність вимірювання ФВ.