

Дата: 01.04.2022

Група: 22

Предмет: «Технології»

Тема № 6. Вимірювання та позначення параметрів

УРОК: 45-46-47

Тема: **Поняття величин вимірювання та позначення параметрів. Мета величин вимірювання та позначення параметрів. Всесвітня термінологія величин вимірювання та позначення параметрів.**

Мета:

- Ознайомлення та вивчення понять величин вимірювання та позначення параметрів, мета величин вимірювання, умовні позначення параметрів. Можливості поширення загального розвитку в професійному напрямку.
- Вивчити послідовність підготовчих робіт
- Виховати зацікавленість та компетентність до обраної професії.

1. Основні поняття про вимірювання

Вимірювання є одним із важливих шляхів пізнання навколишнього середовища, зв'язків між подіями, закономірностей природи. Завдяки вимірюванням людство відкрило багато законів природи, що сприяло науково-технічному прогресу.

Вимірювання — це процес експериментального відшукування значень фізичної величини за допомогою спеціальних засобів вимірювання. Точні й вірогідні вимірювання фізичних величин, технологічних параметрів мають велике значення для науки, техніки та управління технологічними та тепловими процесами харчової промисловості.

Відповідно до стандарту ДСТУ 2681—94, вимірювання є відображенням вимірюваних величин, їх значень шляхом експерименту та обчислень за допомогою спеціальних технічних засобів.

Число, яке виражає відношення вимірюваної величини до одиниці вимірювання, називається числовим значенням вимірюваної величини. Воно може бути цілим або дробовим, але обов'язково абстрактним числом. Значення величини, прийняте за одиницю вимірювання, називається **розміром цієї одиниці**.

Якщо A — вимірювана величина, U — одиниця вимірювання, g — числове значення вимірюваної величини, то результат вимірювання A можна записати у вигляді такого рівняння:

$$A = gU. (1)$$

Формула 1 називається **основним рівнянням вимірювань**. Права частина рівняння називається результатом вимірювання і завжди має розмірність одиниці фізичної величини, а число g показує, скільки разів одиниця вимірювання U вміщується у вимірюваній величині. Тому при написанні результату вимірювання поряд з числовим значенням вимірюваної величини слід ставити позначення відповідної одиниці.

Наприклад: тиск $p = 10$ МПа, температура $T = 300$ К, довжина $L = 100$ м, струм $I = 30$ А. Цифрові значення відповідних вимірюваних величин є результатами вимірювань, а скорочені позначення при них — одиниці вимірюваних величин.

Якщо при вимірюванні величини A замість одиниці U взяти іншу одиницю — U_1 , то формула 1 матиме такий вигляд:

$$A = g_1 U_1. (2)$$

Спільно розв'язуючи ці два рівняння, одержимо:

$$\begin{aligned} gU &= g_1 U_1, \\ g_1 &= g(U/U_1). (3) \end{aligned}$$

Із формули 3 видно, що для переходу від результату вимірювання g , вираженого в одиницях U , до результату g_1 , вираженого в одиницях U_1 , необхідно g помножити на співвідношення прийнятих одиниць.

У випадках, коли вимірювана величина не може вимірюватися у відповідних їй одиницях, використовується співвідношення між одиницями вимірюваної величини і одиницями іншої фізичної величини, яка однозначно пов'язана з першою величиною і зручніша для вимірювання. Наприклад, при вимірюванні температури за допомогою термометра опору шляхом визначення його електричного опору або використання у вимірювальній техніці перетворювачів, коли вимірюється значення сигналу, а не значення вимірюваної величини.

2. Класифікація вимірювань

На результати вимірювань впливає досить багато чинників: зовнішні умови, методи, технічні засоби вимірювання, стан експериментатора та ін. Зважаючи на численність різних чинників та умов проведення експерименту, вимірювання можна класифікувати за характером зміни вимірюваної величини в часі, за способом одержання числового значення, точністю та ін.

За характером зміни вимірюваної величини в часі вимірювання можна розділити на статичні та динамічні.

Статичні вимірювання — це вимірювання, при яких протягом певного проміжку часу вимірювана величина майже не змінюється або ж її значення змінюється поступово відповідно до процесу виробництва. Статичні вимірювання (рис. 1) використовуються, як правило, для встановлення взаємозв'язку між фізичними величинами одного і того самого об'єкта дослідження. Вони застосовуються у пасивних експериментах і забезпечують задовільний рівень наочності при зміні вимірюваних величин за певний проміжок часу (годину, зміну, добу). Таким, наприклад, є проведення пасивного експерименту на випарній установці для вимірювання основних її параметрів: температури, рівня, тиску, витрати пари тощо.

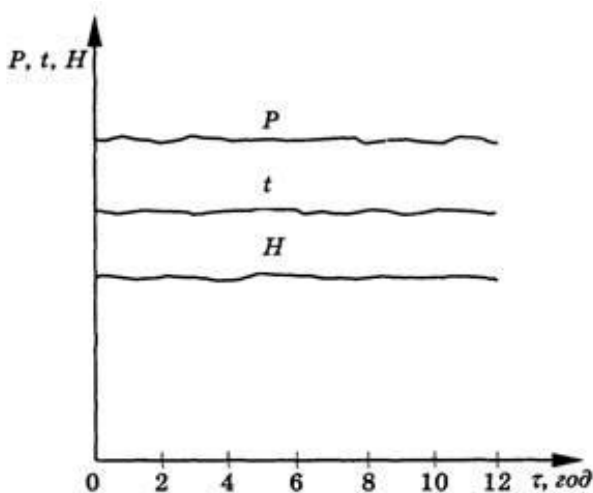


Рис. 1. Статичні характеристики вимірюваних величин — тиску, температури та рівня за проміжок часу τ

Динамічні вимірювання — вимірювання, які показують зміну вимірюваної величини в часі при різних збуреннях, що впливають на об'єкт дослідження або ж на засіб вимірювання. **Динамічні вимірювання** дають можливість вивчати динамічні властивості об'єкта і засобів вимірювальної техніки, особливо первинних перетворювачів (датчиків).

На рис. 2 показано перехідний процес вимірюваної величини X_d у часі t при різкій зміні вимірюваної величини на вході приладу. Як видно з графіка, показання приладу U_d досягають сталого значення U лише через певний час і наближаються до нього поступово відповідно до експоненціального закону. Різниця між показаннями приладу U_d і дійсним значенням вимірюваної величини U називається **динамічною похибкою**: $\Delta_d = U - U_d$. На графіку (рис. 2) показані параметри, які характеризують динаміку процесу вимірювання.

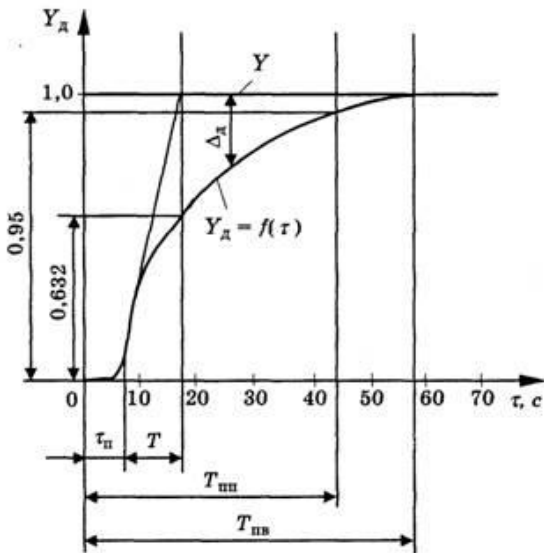


Рис. 2. Динамічна характеристика вимірюваної величини

Час початку реагування τ_p — час від початку зміни вимірюваної величини на вході приладу до початку зміни показів приладу (значення вихідного сигналу).

Час переходного процесу $T_{пер}$ — час, протягом якого показання приладу після початку зміни вхідної вимірюваної величини досягнуть значення з 5-процентним відхиленням ($X_d=0,95$).

Повний час встановлення значення вимірюваної величини $T_{пов}$ — час, протягом якого значення вимірюваної величини досягає

свого сталого значення від початку зміни вхідної величини на вході приладу.

Постійна часу T — час, протягом якого вихідна вимірювана величина досягає 0,632 свого сталого значення на виході приладу, тобто це час переходного процесу, який описується рівнянням експоненти.

У загальному випадку для опису лінійних вимірювальних засобів використовуються лінійні диференціальні рівняння. Якщо ж вимірювальний засіб має нелінійні елементи, то їх характеристики можна лінеаризувати, тобто звести до лінійних диференціальних рівнянь з припустимою і достатньою точністю. Це дає змогу використати лінійні диференціальні рівняння виду

$$a_n(d^n y/dt^n) + a_{n-1}(d^{n-1} y/dt^{n-1}) + \dots + a_1(dy/dt) + a_0 y = b_m(d^m x/dt^m) + b_{m-1}(d^{m-1} x/dt^{m-1}) + \dots + b_1(dx/dt) + b_0 x. \quad (4)$$

Поряд з диференціальними рівняннями для опису динаміки переходних процесів вимірювальних систем доцільно використовувати передаточні функції. Динамічні характеристики засобів вимірювання, які характеризують їх реакцію на гармонійні коливання у широкому діапазоні частот, називають частотними характеристиками, які містять в собі амплітудно-частотні та фазочастотні характеристики. Частотні характеристики можна одержати як експериментально, так і розрахунковим шляхом.

За способом одержання числового значення вимірюваної величини вимірювання поділяються на **прямі, посередні, сукупні та сумісні**.

Прямими називаються такі вимірювання, за яких значення вимірюваної величини визначається безпосередньо за експериментальними даними (вимірювання довжини метром, вимірювання температури термометром, тиску манометром та ін.). Прямі вимірювання найпростіші і найпоширеніші у промисловості.

Посередніми називаються такі вимірювання, за яких значення вимірюваної величини визначається за допомогою відомих математичних залежностей між цією величиною і величиною, яка визначається прямими вимірюваннями. Наприклад: визначення об'єму рідини у циліндричній посудині за висотою рідини в ній та площею дна $S - V = Sh$; густини рідини за масою і її об'ємом — $\rho = m/V$ та ін.

У загальному вигляді вимірювана величина визначається за формулою

$$X=f(y_1, y_2, y_3 \dots), \quad (5)$$

де y_1, y_2, y_3 — значення величин, виміряних прямим способом;
 f — функціональна залежність.

При **сукупних** вимірюваннях числове значення вимірюваної величини визначається розв'язком системи рівнянь, одержаних шляхом сукупних прямих вимірювань однієї

або декількох однойменних величин (наприклад, визначення температурного коефіцієнта лінійного розширення).

При **сумісних** вимірюваннях одночасно вимірюють дві або декілька різнойменних величин для виявлення залежностей між ними. Як правило, результати таких вимірювань використовуються у наукових дослідженнях.

За точністю вимірювання числових значень вимірюваної величини вимірювання поділяються на три групи.

1. Вимірювання з максимально можливою точністю відповідно до наявного технічного рівня. Це вимірювання за допомогою еталонів, спрямовані насамперед на відтворення встановлених одиниць фізичних величин або ж фізичних констант. Крім того, такі вимірювання необхідні при наукових дослідженнях високого рівня та розробках сучасних технологій в електроніці, атомній енергетиці тощо.

2. Контрольно-повірочні вимірювання, похибки яких не перевищують деяких наперед заданих значень. До них відносять лабораторні вимірювання фізичних величин за допомогою зразкових і технічних засобів високих класів точності. Такі вимірювання проводяться у метрологічних лабораторіях Держстандарту України та науково-дослідних інститутах.

3. Технічні вимірювання — вимірювання, які проводяться у промисловості і визначаються невисоким класом точності засобів вимірювання.

Залежно від одиниць вимірювання значення вимірюваних величин можна розділити на абсолютні, відносні та приведені.

Абсолютними називаються вимірювання, значення яких подані у абсолютних одиницях фізичних величин (наприклад, тиск у паскалях, довжина в метрах, час у секундах та ін.).

Відносними називаються вимірювання, значення яких подані як відношення вимірюваної величини до однойменної, умовно прийнятої за одиницю, або ж у відсотках (наприклад, вологість повітря).

3. Принципи та методи вимірювання

Для точних вимірювань фізичних величин у метрології розроблені способи використання принципів і засобів вимірювальної техніки, застосування яких дозволяє вилучити із результатів вимірювань ряд систематичних і випадкових похибок і позбавити експериментатора необхідності вводити поправки для їх компенсації, а в деяких випадках взагалі одержувати вірогідні результати. Багато способів використання так і залишаються лише способами, їх застосовують лише в окремих, небагатьох випадках. Проте є й такі способи використання, які необхідні при численних вимірюваннях багатьох величин. Коли вони стають загальними, їх називають **методами вимірювань**.

Принцип вимірювання — фізичне явище або сукупність фізичних явищ, які покладені в основу вимірювання певної величини. Наприклад, вимірювання температури за допомогою використання термоелектричного ефекту, зміни електричного опору терморезисторного перетворювача чи зміни тиску термометричної речовини газового термометра та ін.

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

Метод вимірювання — сукупність способів використання засобів вимірювальної техніки та принципів вимірювань для створення вимірювальної інформації.

Вимірювальна інформація — інформація про вимірювані величини та залежності між ними у вигляді сукупності їх значень.

У метрології у процесі вимірювань найширше застосовуються **прямі методи** вимірювання, що забезпечують визначення шуканої величини за експериментальними даними.

До **прямих методів** вимірювання відносяться: метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою, метод протиставлення, нульовий (компенсаційний), диференційний та ін.

Метод безпосередньої оцінки полягає в тому, що вимірювана величина визначається безпосередньо за показниками шкали вимірювального приладу (наприклад, зважування на циферблатних вагах, вимірювання тиску пружинним манометром).

Вимірювання цим методом проводяться дуже швидко, просто і не вимагають високої кваліфікації, оскільки не потрібно ускладнювати вимірювальний прилад і виконувати складні обчислення. Проте точність таких вимірювань невисока через вплив зовнішнього середовища та розмірів шкали приладу.

При проведенні точніших вимірювань слід користуватися **методом порівняння з мірою**, який полягає в тому, що вимірювана величина порівнюється з величиною, відтвореною мірою. Результат вимірювання визначається як сума значень порівняльної міри та показів вимірювального приладу або приймається рівним значенню міри (наприклад, аналітичні ваги).

Метод протиставлення — це метод порівняння з мірою, коли вимірювана і відтворена мірою величини одночасно діють на прилад порівняння, за допомогою якого визначається співвідношення між цими величинами. Значення шуканої величини визначається після досягнення рівноваги за значенням зрівноважуючої величини. Наприклад, на важільних вагах маса зваженого вантажу визначається за масою поставлених ваг.

3. Принципи та методи вимірювання

Для точних вимірювань фізичних величин у метрології розроблені способи використання принципів і засобів вимірювальної техніки, застосування яких дозволяє вилучити із результатів вимірювань ряд систематичних і випадкових похибок і позбавити експериментатора необхідності вводити поправки для їх компенсації, а в деяких випадках взагалі одержувати вірогідні результати. Багато способів використання так і залишаються лише способами, їх застосовують лише в окремих, небагатьох випадках. Проте є й такі способи використання, які необхідні при численних вимірюваннях багатьох величин. Коли вони стають загальними, їх називають **методами вимірювань**.

Принцип вимірювання — фізичне явище або сукупність фізичних явищ, які покладені в основу вимірювання певної величини. Наприклад, вимірювання температури за допомогою використання термоелектричного ефекту, зміни електричного опору терморезисторного перетворювача чи зміни тиску термометричної речовини газового термометра та ін.

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

Метод вимірювання — сукупність способів використання засобів вимірювальної техніки та принципів вимірювань для створення вимірювальної інформації.

Вимірювальна інформація — інформація про вимірювані величини та залежності між ними у вигляді сукупності їх значень.

У метрології у процесі вимірювань найширше застосовуються **прямі методи** вимірювання, що забезпечують визначення шуканої величини за експериментальними даними.

До **прямих методів** вимірювання відносяться: метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою, метод протиставлення, нульовий (компенсаційний), диференціальний та ін.

Метод безпосередньої оцінки полягає в тому, що вимірювана величина визначається безпосередньо за показниками шкали вимірювального приладу (наприклад, зважування на циферблатних вагах, вимірювання тиску пружинним манометром).

Вимірювання цим методом проводяться дуже швидко, просто і не вимагають високої кваліфікації, оскільки не потрібно ускладнювати вимірювальний прилад і виконувати складні обчислення. Проте точність таких вимірювань невисока через вплив зовнішнього середовища та розмірів шкали приладу.

При проведенні точніших вимірювань слід користуватися **методом порівняння з мірою**, який полягає в тому, що вимірювана величина порівнюється з величиною, відтвореною мірою. Результат вимірювання визначається як сума значень порівняльної міри та показів вимірювального приладу або приймається рівним значенню міри (наприклад, аналітичні ваги).

Метод протиставлення — це метод порівняння з мірою, коли вимірювана і відтворена мірою величини одночасно діють на прилад порівняння, за допомогою якого визначається співвідношення між цими величинами. Значення шуканої величини визначається після досягнення рівноваги за значенням зрівноважуючої величини. Наприклад, на важільних вагах маса зваженого вантажу визначається за масою поставлених ваг.

Нульовий (компенсаційний) метод полягає у порівнянні вимірюваної величини з мірою, а результуючий ефект дії величин на прилад доводиться до нуля. Цей метод широко використовується в автоматичних вимірювальних приладах: автоматичних мостах, потенціометрах, аналізаторах рідин, газів та ін. На результати вимірювань, як правило, майже не впливають зовнішні чинники і джерело живлення вимірювальних електричних схем.

Диференціальний (різницевий) метод полягає в тому, що вимірювальним приладом визначається різниця між вимірюваною величиною і величиною-мірою. Наприклад, вимірювання надмірного тиску в апаратах відносно атмосферного тиску за допомогою диференціального манометра типу ДМ.

Метод збіжності є різновидом методу порівняння з мірою і полягає в тому, що різниця між шуканою і відтвореною мірою величинами вимірюється за збігом шкал або періодичних сигналів. Цей метод використовується при вимірюванні точних сигналів часу, частоти обертання тощо. Крім перелічених методів, у метрологічній практиці використовуються багато інших: інтерферентний — для точних вимірювань лінійних величин, фотоелектричний — у машинобудуванні та ін.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке вимірювання?
2. Які існують види вимірювання?
3. Що таке принципи та методи вимірювання?
4. Які існують методи вимірювання?

Виконане завдання (фото) надіслати на пошту mTanatko@ukr.net, або в будь-який месенджер за тел. 0636301259 обов'язково вказати ПІП учня та № групи