

Лекція 4. Первинні перетворювачі неелектричних величин.

Терморезистивні та фотоелектричні перетворювачі

Принцип дії терморезисторів заснований на зміні електричного опору провідникових і напівпровідникових матеріалів при зміні їхньої температури.

Для металів залежність електричного опору від температури має вигляд

$$R = R_0 [1 + \alpha(t - t_0)] , \quad (2.12)$$

де $R_0 = \rho \frac{l}{q}$, а α – температурний коефіцієнт опору

Для отримання високої чутливості й стабільності параметрів, в якості матеріалу для терморезисторів варто використовувати речовини, що мають максимальний і постійний температурний коефіцієнт опору α .

Терморезистори з мідного провідника працюють при температурах $-50...+150^\circ\text{C}$, при цьому $\alpha = 4,27 \cdot 10^{-3}$ град $^{-1}$.

Функція перетворення мідного терморезистора лінійна.

Терморезистори з тонкого платинового дроту працюють у діапазоні температур $-190...+650^\circ\text{C}$, при цьому $\alpha = 3,968 \cdot 10^{-3}$ град $^{-1}$.

Функція перетворення платинового терморезистора – нелінійна і за звичай апроксимується квадратичним тричленом.

Чутливий елемент мідного терморезистора (рис.2.6) являє собою пластмасовий циліндр 1, на якому біфілярно в кілька шарів намотаний мідний дріт 2, діаметром 0,1мм. Зверху котушка покрита лаком. До кінців обмотки припаюються мідні вивідні проводи 3, діаметром 1,0...1,5 мм. Проводи ізольовані між собою азбестовою стрічкою, або порцеляновими трубочками. Чутливий елемент вставляється в тонкостінну металеву гільзу 4. Гільза з вивідними проводами міститься в захисному чохлі (рис. 2.7), що являє собою закриту з одного кінця трубку 1. На відкритому її кінці міститься клемна головка 2. Для зручності монтажу захисний чохол може мати фланець 3.

Постійна часу терморезисторів визначається його конструктивними величинами.

Для терморезисторів, що застосовуються у сучасних пристроях, постійна часу становить від часток секунди до хвилин.

На точність роботи терморезисторів впливають зміни властивостей матеріалу з часом, нестабільність опору знімних проводів, що підходять від вимірювальної схеми до перетворювача, додаткове нагрівання терморезисторів при проходженні по них струму.

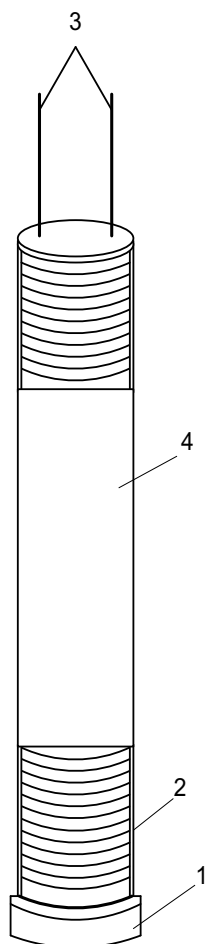


Рис. 2.6

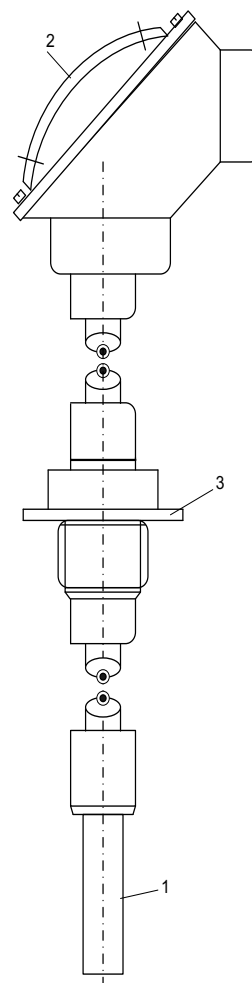


рис. 2.7

Металеві терморезистори забезпечують похибку виміру 0,5...1%.

Слід зазначити, що терморезистори за звичайно застосовують для контролю температур; при цьому навантажувальний струм, що проходить через терморезистор, має невелику величину. Якщо ж через терморезистор пропускати великий фіксований струм, то перегрів терморезистора щодо навколишнього середовища може стати значним. Стала величина перегріву при цьому буде визначатися умовами тепловіддачі поверхні терморезистора, тобто швидкістю руху контрольованого середовища відносно терморезистора і

щільністю середовища. Це явище використовується для вимірювання швидкостей потоку рідин і газів, щільності газів та ін.

Терморезистори з напівпровідникових матеріалів, що називаються термісторами, широко застосовуються в системах автоматичного контролю і керування. Якщо опір металевих терморезисторів зі збільшенням температури збільшується, то опір термістора, навпаки, убуває. Таким чином, термістори мають від'ємний температурний коефіцієнт опору.

В якості матеріалу для термісторів використовують оксиди металів – марганцю, міді, заліза, нікелю, кобальту та інших, які спікають при високій температурі.

Характеристики термістора мають яскраво виражену нелінійність (рис. 2.8)

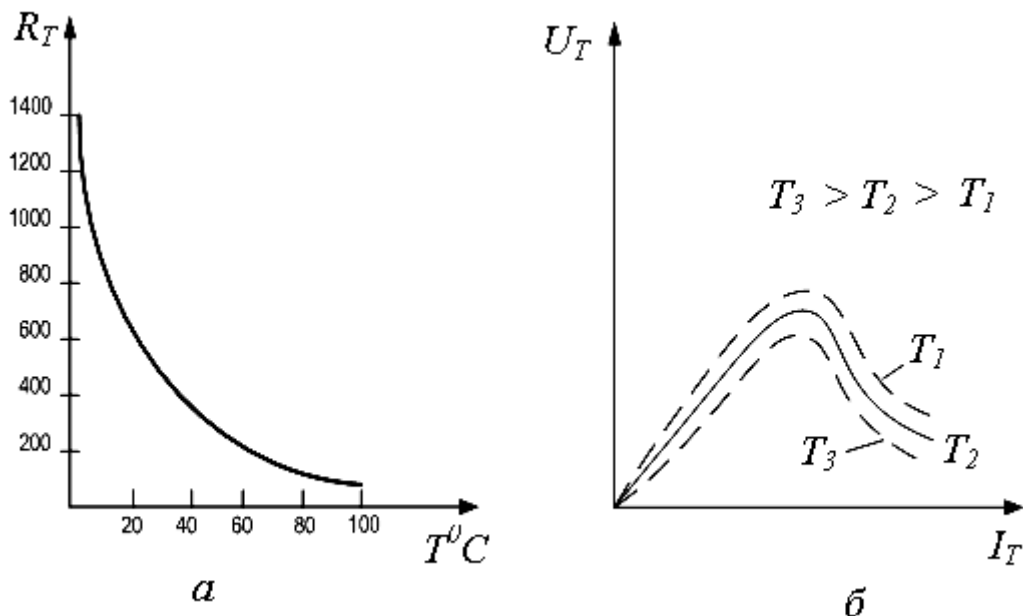


Рис. 2.8

Основними з них є залежність опору термістора від температури (рис. 2.8,а), і вольт-амперні характеристики (рис. 2.8,б), що встановлюють залежність між напругою на термісторі U_T і струмом I_T , який протікає через нього при заданій температурі. Вольт-амперні характеристики термістора зі зростанням I_T спочатку зростають, а потім спадають, тому що зі зростанням струму термістор нагрівається і його опір зменшується.

Від'ємний знак температурного коефіцієнта термісторів дозволяє використовувати їх для температурної компенсації елементів схеми з позитивним температурним коефіцієнтом.

Конструктивно термістори виконуються у вигляді кульки, диска, трубки та інших форм з металевими виводами. Абсолютне значення величини температурного коефіцієнта опору в термісторів може бути в десятки разів більше, ніж у дровових терморезисторів. Іншою перевагою термісторів перед терморезисторами є їхній високий опір, маленькі габарити і вага.

Величина опору термістора набагато перевищує опір провідників, що підводять струм, внаслідок чого зміна їхнього опору практично не позначається на результатах виміру.

Термістори використовуються при вимірюванні температур у діапазоні $-60...+160^{\circ}\text{C}$.

Недоліки термісторів – велика нелінійність, розкид характеристик, старіння і нестабільність параметрів. Протягом першого тижня їхній опір може змінюватися на $1...1,5\%$, а за кілька

місяців ще на 1%. Надалі зміна опору термістора відбувається повільніше, не перевищуючи 0,2% у рік.

Термістори застосовуються для вимірювання температури в тих випадках, коли непотрібна висока точність, але потрібно виміряти температуру малих об'єктів, що мають малу теплоємність.

2.1.1.4. Фотоелектричні перетворювачі

У датчиках фотоопору використовується залежність величини опору деяких напівпровідникових матеріалів від величини світлового потоку, що падає на світлочутливу поверхню датчика. Найчастіше в таких датчиках використовуються фоторезистори, опір яких завдяки явищу внутрішнього фотоефекта, під дією світла змінюється в значних межах. Внутрішній фотоефект полягає в переході електронів із валентної зони в зону провідності в напівпровіднику при поглинанні ним світла.

Конструктивно фоторезистори являють собою шар напівпровідника (зазвичай сірчистий вісмут або сірчистий кадмій), нанесений на скляну або керамічну пластину. Напівпровідниковий шар захищений від впливу навколишнього середовища шляхом герметизації у скляному або пластмасовому корпусі. Контакт із напівпровідником здійснюється за допомогою електродів з металу. Опір фоторезисторів при освітленні змінюється в кілька сотень разів.

Висока чутливість до світла дозволяє використовувати фоторезистори для вимірювання малих світлових потоків.

Недоліком фоторезисторів є їх значна інерційність, велика залежність параметрів від температури.

В якості датчиків фотоопору можуть бути використані також фотодіоди і фототранзистори, величина яких змінюється при освітленні *p-n*-переходу (у фотодіодах), або базової області (у фототранзисторах). Чутливість фотодіодів і фототранзисторів значно перевищує чутливість фоторезистора.

Фотоелектричні перетворювачі широко використовуються для вимірювання світлових характеристик об'єктів, контролю рівня, вимірювання вмісту часток у газовому середовищі, рахунку об'єктів.