

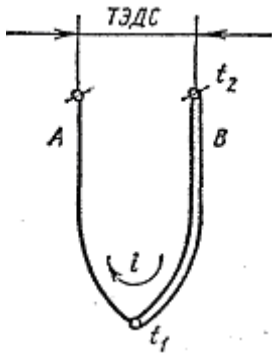
Термоелектричні термометри і термометри опору

Для автоматичного контролю і керування температурними режимами технологічних процесів і дистанційної передачі результатів в якості датчиків застосовують термометри опору і термопари. Такі датчики не є самостійними приладами, а працюють тільки зі спеціальною групою вимірювальних приладів.

Термопара (термоелектричний термометр) представляє собою два різні метали провідники (термоелектроди), що призначені для вимірювання температури робочих об'єктів. Кінець термопари, що поміщається в об'єкт вимірювання температури, називається робочим або «гарячим» спаєм, вільні або «холодні» кінці термопари сполучені з вимірювальним приладом. Термопарою здійснюється перетворення теплової енергії в електричну.

Принцип роботи термопари полягає в тому, що при зміні температури гарячого спаю на вільних («холодних») кінцях термопари змінюється термоелектрорушійна сила (термо-е.р.с.) постійного струму. Відповідно до явища Зеебека, у замкнутому електричному колі, утвореного двома різними провідниками, виникає термо-е.р.с., пропорційна різниці температур спаїв. Розмір термо-е.р.с. залежить тільки від температури «гарячого» і «холодного» спаїв і матеріалів, що утворюють термопару.

Утворення термо-е.р.с. у термопарі пояснюється тим, що при нагріванні електрони на «гарячому» спаї одержують більш високі швидкості, чим на «холодному», в результаті виникає потік електронів від «гарячого» кінця до «холодного». На «холодному» кінці накопичується негативний заряд, на «гарячому» - позитивний. Різниця цих потенціалів визначає термо-е.р.с. термопари.



На рис. 5 зображене коло, що складається з двох різних провідників А і В, нижні кінці яких спаєні між собою. Нижні і верхні кінці термопари знаходяться при різноманітній температурі. Якщо температура t_1 «гарячого» спаю вище температури t_2 «холодного» спаю, то струм потече в напрямку, зазначеному на рис. 5, а термо-е.р.с., що розвивається термопарою, визначається різницею потенціалів спаїв: $E_{AB} = E_{AB}(t_1) - E_{AB}(t_2)$.

Рис.5. Принцип утворення термо-е.р.с.

Для технічних вимірів застосовують термопари: хромель-копель (ТХК); хромель-алюмель (ТХА), платиновий (10% - родія) - платина (ТПП). Рідше використовують термопари мідь -копель, мідь - константант, залізо -копель.

Дані термопари використовуються при вимірюванні температури від -50 до $+1800^{\circ}\text{C}$. Характеристики основних типів термоелектричних термометрів дані в табл. 2.

Назва, тип	Температурний діапазон	ЕРС
ТПП	$-20 \dots +1300$	$0 \div 16,7 \text{ мВ}$
ТПР	$+300 \dots +1800$	$0 \div 13,9 \text{ мВ}$
ТХА	$-50 \dots +1000$	$-1,86 \div +52,4 \text{ мВ}$
ТХК	$-50 \dots +600$	$-3,11 \div +66,4 \text{ мВ}$

По стійкості до механічних дій термопари діляться на вібростійкі, ударостійкі та звичайні; по інерційності – малоінерційні (0-1,5 хв.), середньо інерційні (1,5-2,5 хв.), високо інерційні (2,5-8 хв.).

Термометри опору застосовуються як датчики для вимірювання температури. По матеріалу чутливого елемента їх розділяють на термометри опору платинові – ТОП і термометри опору мідні – ТОМ.

Конструктивно термометр опору (рис. 6) виготовляється із намотаної платинової або мідної ізолюваної проволочки 2 на ізоляційний каркас 1.

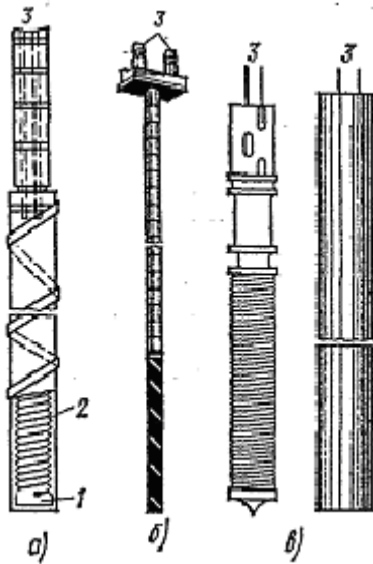


Рис.6. Термометр опору

Для захисту від механічних ушкоджень та зручності монтажу термометри опору заключають в захисну арматуру різних модифікацій (рис. 7).

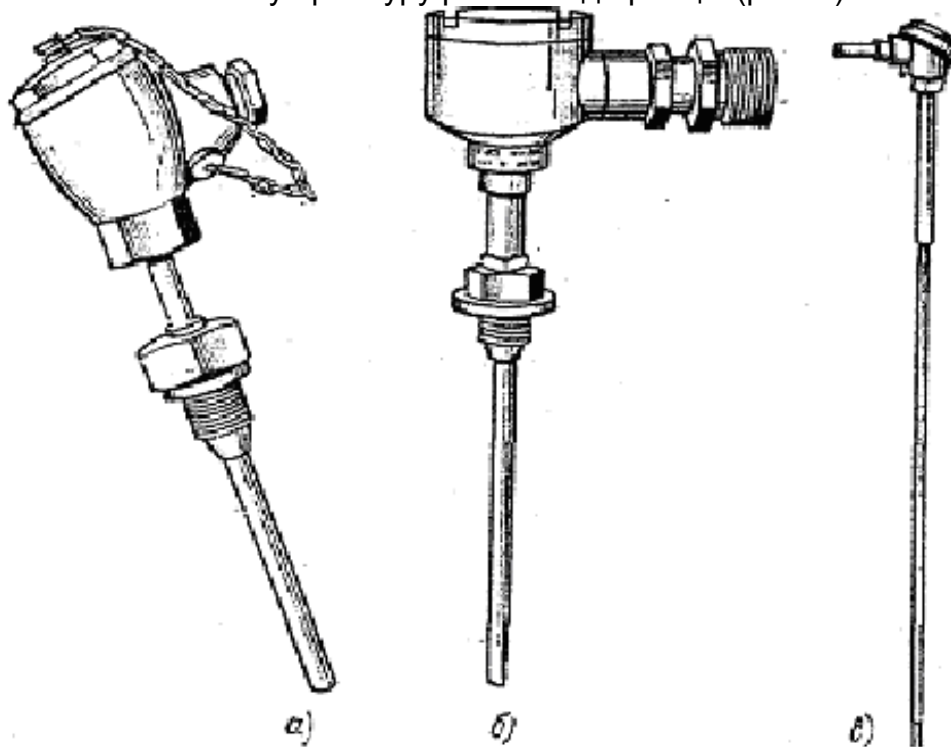


Рис. 7. Загальний вигляд датчиків температури – термометр опору:
а - ТС-175. б - ТСП-972. в - ТСП-0063

Термометри опору бувають одинарні і подвійні. У подвійних термометрах опору вмонтовані два ізольовані один від одного чутливі елементи, які застосовуються для одночасного виміру температури однієї точки двома приладами. Мідь (як матеріал) має на відміну від платини ряд недоліків. Вона окислюється при високій температурі і вологості, має малий питомий опір.

Мідні і платинові термометри випускають із строго визначеними значеннями опорів, відповідно до своїх типів і градуйовок.

Найбільш поширеними перетворювачами температури є термометри опору : мідні (з градуйовками 50М і 100М) і платинові (з градуйовками 50П і 100П). Числа 50 і 100 позначають опір чутливого елемента при 0°C (50 Ом, 100 Ом), а букви М і П позначають матеріал обмотки термометра опору - відповідно мідь і платина.

При зміні температури опір термометрів визначають за наближеною формулою: $R_t = R_0(1 + \alpha t)$, де R_t - опір термометра при температурі $t^\circ\text{C}$, R_0 - опір термометра при 0°C , α - температурний коефіцієнт ($\alpha_{\text{міді}} = 4,3 \cdot 10^{-3}$).

Зміна електричного опору термометрів пов'язана з тим, що теплове коливання кристалічної решітки металу термометра опору (міді, платини) пропорційне температурі: чим вища температура, тим вище коливання решітки і ступінь рухливості вільних електронів, а отже, більший електричний опір. При дуже низьких температурах, близьких до температури «абсолютного нуля» (-273°C), теплові коливання кристалічної решітки і вільних електронів настільки мізерно малі, що електричний опір практично дорівнює нулю, тобто спостерігається явище надпровідності.

Технічні характеристики термометрів опору подані в таблиці:

Тип	Діапазон вимірювання, $^\circ\text{C}$	R_0 , Ом
50П	Від -200 до $+650$	50
100П	Від -200 до $+650$	100
50М	Від -50 до $+200$	50
100М	Від -50 до $+200$	100

Основними чинниками, що впливають на похибку вимірювання температури технологічних об'єктів, є: інерційність термодатчиків, невірне встановлення, порушення умов монтажу й експлуатації приладів.

Інерційністю термодатчиків можна знехтувати при малих швидкостях зміни температури об'єкта, проте при значних швидкостях зміни температури об'єкта інерційність термодатчиків необхідно враховувати, тому що в даному випадку виникає значна різниця в показаннях приладу і реальної температури об'єкта.

При використанні термодатчиків в агресивних середовищах і при високих тисках за рахунок захисних гільз значно зростає їхня теплова інерційність. Для зменшення інерційності зазор між датчиком і захисною гільзою по всій довжині заповнюють середовищем із великою теплопровідністю. При робочій температурі від 0 до 200°C використовують компресорне мастило типу КС-19, при температурі понад 200°C - чавунні або бронзові ошурки.

Як термометри опору, так і термопари можуть використовуватися при спеціальному виконанні в різноманітних важких умовах роботи: при високих вібраціях, великих тисках і в агресивних середовищах. У залежності від цих умов вибирається відповідна конструкція арматури, товщина і матеріал захисних чохлаів.

Термометри опору по точності підрозділяють на три класи; по інерційності – малоінерційні (до 9с), середньо-інерційні (10-80с), високо-інерційні (до 4хв).

Відповідно до вимог автоматизації промислових технологічних установок датчики температур мають різноманітну монтажну (встановлювальну) довжину в інтервалі 60-3200 мм.

Для вимірювання температури в комплекті з термоперетворювачами опору при температурі навколишнього повітря від 5 до 50°C і відносній вологості до 80% , застосовуються логометри.

Основна похибка логометра не перевищує $1,5\%$ від діапазону вимірювань.

Логометр представляє собою прилад магнітоелектричної системи з двома схрещеними під кутом рамками з опорою на кернях.

Характерні несправності і способи їх усунення.

1. При перевірці правильності показів стрілка логометра не встановлюється на контрольній точці.

а) перевірити і підігнати опір мережі.

б) перевірити і замінити логометр.

2. Стрілка логометра відхиляється вправо до упору.

Присутня наявність обриву проводу:

а) в мережі з'єднувальних проводів.

б) в термоперетворювачі опору.

в) в схемі внутрішніх з'єднань логометра.

г) в котушці для підгонки опору лінії.

3. Стрілка логометра не відхиляється, або відхиляється вліво.

Наявність коротке замикання.

а) в з'єднувальних проводах.

б) в термоперетворювачі опору.

в) в схемі внутрішніх з'єднань логометра.

г) відсутність живлення.

4. Нестійке положення стрілки логометра

Поганий контакт:

а) у місцях приєднання з'єднувальних проводів до термоперетворювача опора або до логометра

б) у схемі внутрішніх з'єднань логометра

Основні висновки

1. При вимірюванні температури об'єктів широко використовують датчики температури: термометри опору і термоелектричні перетворювачі температури (термопари).

2. Принцип дії даних датчиків заснований на різних фізичних явищах, тому їх не можна порівнювати (об'єднувати): при зміні температури об'єкта термометр опору змінює свій електричний опір, термопара змінює свою термо-е.р.с.

3. Зазначені типи датчиків самостійно не вимірюють і не реєструють показання температури, а використовуються тільки в комплекті з вимірювальним приладом.