

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАТЧИКІВ ТЕМПЕРАТУРИ, ЇХ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Басова Ю.О., к.т.н., доцент, Бичков Я.М., к.т.н., доцент,
Біловод І.В., здобувач, (ПДАУ, м. Полтава, України)

The analysis covers contact temperature sensors, their operating principles, advantages, and disadvantages. A comparative characterization of thermistors, thermocouples, and resistance thermometers is provided to justify the selection of the optimal sensor based on operating conditions.

У багатьох технологічних процесах однією з найважливіших параметрів є температура робочого органу, середовища, матеріалу. У промисловості для її вимірювання використовують датчики температури різного принципу дії. У переважній більшості, ці датчики перетворюють інформацію про температуру на електричний сигнал, який можна виміряти та використовувати в системах автоматичного керування. У результаті значення температури або просто відображається на дисплеї, або слугує підставою для автоматичної зміни режиму роботи того чи іншого обладнання. У сільському господарстві датчики температури можуть бути застосовані в різних видах обладнання, зокрема: тепличному обладнанні (для контролю мікроклімату, опалення та вентиляції); зернохoviщах та елеваторах (для моніторингу температури зерна та запобігання самозайманню); в тваринницьких комплексах (для підтримки оптимальної температури у приміщеннях і контролю показників води та кормів); сушильних установках (для регулювання температури під час сушіння зерна та кормів); інкубаторах (для забезпечення стабільної температури під час інкубації яєць). Таким чином, датчики температури є ключовим елементом автоматизації, що підвищує ефективність і надійність процесів у сільськогосподарських виробництвах.

Зазвичай датчик температури працює, визначаючи параметри об'єкта або середовища, з якими він контактує. Термодатчик вимірює зміни характеристик матеріалу або навколишнього середовища. Чутливі елементи датчиків виготовляються з матеріалів, що реагують на зміну температури, наприклад, напівпровідників або метали. Сам датчик підключений до зчитувального пристрою, який перетворює отримані дані (наприклад, опір) на показники температури. Технологічно датчики температури поділяються на дві великі групи: контактні, які потребують фізичного контакту з об'єктом та безконтактні, які використовують інфрачервоний датчик для вимірювання на відстані. Для систем автоматичного керування доцільніше використовувати саме контактні датчики, через те, що їх чутливий елемент у процесі вимірювання температури безпосередньо контактує з поверхнею чи середовищем, температуру яких необхідно виміряти [1].

Мета даної роботи – дослідити та проаналізувати контактні датчики температури, порівняти їх типи та характеристики, а також оцінити їх переваги та недоліки. Контактний термодатчик може бути виготовлений за однією з декількох технологій (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика контактних датчиків температури

Контактний датчик	Принцип дії	Переваги	Недоліки
Термістор	змінює свій опір залежно від температури	- висока швидкість реакції; - низька вартість	- крихкість; - вузький робочий діапазон температур
Термопара	працює завдяки ефекту Зеебека	- стабільні робочі параметри при високих температурах, - швидка реакція на зміни; - широкий вибір діаметрів; - низька вартість	- невисока точність; - дуже низька вимірювальна напруга - необхідність використання компенсаційних ланцюгів
Термометр опору (RTD)	працює на принципі зміни опору металу, залежно від зміни його температури	- висока точність, - стабільні параметри, - широкий діапазон вимірюваних температур	- низька чутливість; - довший час реакції порівняно з термопарами.

При виборі датчика слід звернути увагу на діапазон вимірюваних температур залежно від матеріалу застосовуваного чутливого елемента.

У термісторах використовуються оксиди металів, здатні значно змінювати свій опір залежно від температури. Термістори бувають двох типів: РТС – з позитивним температурним коефіцієнтом опору (опір зростає із зростанням температури у певному робочому діапазоні) та NTC – з негативним температурним коефіцієнтом опору (із зростанням температури опір зменшується). Термістори підходять для швидкого реагування на зміни температури в процесах ферментації або в системах поливу та вентиляції теплиць, що забезпечують швидкий відгук на збурення і добре підходять для вузьких температурних діапазонів.

Датчики температури на основі термопар мають два дроти з різних сплавів, які спаяні з одного кінця — це так званий гарячий спай термопари, який піддається впливу вимірюваної температури. З протилежного боку дротів температура їхніх кінців залишається незмінною, і саме в цьому місці під'єднується чутливий вольтметр. Напруга, що вимірюється вольтметром, залежить від різниці температур між гарячим спаєм і місцем підключення дротів до вольтметра. Термопари розрізняються за складом сплавів, з яких виготовлено їхні гарячі спаї, що впливає на діапазон вимірюваних температур для кожного конкретного типу (табл. 2). Нижче наведена таблиця з різними типами датчиків цієї категорії та їх робочими температурними діапазонами.

Термопари краще використовувати для вимірювання температур у сушарках для зерна або в системах підігріву теплиць, оскільки вони здатні забезпечувати надійні показники в таких умовах. Термометри опору (термоперетворювачі опору, реостатний датчик температури, RTD) працює на принципі зміни опору металу залежно від зміни його температури. Застосовуються метали: платина (від $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$), нікель (від $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+180\text{ }^{\circ}\text{C}$), мідь (від $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$), вольфрам (від $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1400\text{ }^{\circ}\text{C}$) – залежно від необхідного діапазону вимірюваних температур.

Переважно, у термометрах опору застосовується платина, що дає досить широкий температурний діапазон і дозволяє вибирати датчики різної чутливості. Так, датчик Pt100 має опір 100 Ом при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а Pt1000 – 1кОм за тієї ж температури, тобто більш чутливий і дозволяє більш точно виміряти температуру.

Вони є найбільш точними датчиками температури [1-3].

Таблиця 2 - Порівняльна таблиця типів термопар

Тип	Склад	Діапазон температур	Призначення
T	Мідь/константан	-250°C – +400°C	стійкі до корозії, тому можуть використовуватися у вологих окисних, відновлювальних, інертних середовищах, а також у вакуумі, зокрема для досліджень в лабораторіях.
J	Залізо/константан	-180°C – +750°C	застосовуються для роботи у вакуумі, інертному чи відновлювальному середовищах, зокрема для вимірювань температури у промислових процесах, що потребують середнього діапазону температур.
E	Хромель/константан	-40°C – +900°C	підходять для роботи в окислювальному або інертному середовищі у різних промислових процесах, зокрема в системах, що працюють при середніх температурах.
K	Хромель/алюмель	-180°C – +1200°C	підійде для окислювального чи нейтрального середовища у різних сферах при високих температурах.
S	Платина-родій (10 %) / платина	0°C – +1700°C	R (промисловий), S (лабораторний) типи – є високотемпературними датчиками, які потребують захисту спеціальними керамічними ізоляторами або неметалевими трубками.
R	Платина-родій (13 %) / платина	0°C – +1700°C	
B	Платина-родій (13 %) / Платина-родій (6 %)	0°C – +1800°C	використовуються для вимірювань у найвищих температурних діапазонах, таких як промислові процеси, що вимагають надзвичайної точності при надзвичайно високих температурах.
N	Ніхросіл/нісіл	-270°C – +1280°C	використовується для високотемпературних вимірювань, що потребують стабільності протягом тривалого часу
G	Вольфрам/реній (26 %)	0°C – +2600°C	використовується для вимірювання температур у високотемпературних процесах
C	Вольфрам-реній (5 %) / Вольфрам-реній (26 %)	20°C – +2600°C	застосовується для вимірювання температур в дуже високих температурних режимах
D	Вольфрам-реній (3 %) / Вольфрам-реній (25 %)	0°C – +2600°C	використовується для вимірювання температур в умовах надзвичайно високих температур

Термометри опору доцільно використовувати для точного контролю температури в системах зберігання фруктів та овочів, а також у теплицях –, які дають високу точність вимірювань і підходять для стабільних температурних умов. Температурні датчики є важливими компонентами систем автоматичного керування в різних галузях промисловості та сільського господарства. Кожен тип датчика має свої специфічні особливості та області застосування. Тому, правильний вибір температурного датчика залежить від конкретних вимог до точності, швидкості реакції, температурного діапазону та умов експлуатації.

Перелік джерел літератури:

1. Паламар М.І., Пастернак Ю.В., Стрембіцький М.О. Методи і засоби спряження температурних сенсорів у мікропроцесорних вимірювальних комплексах. Конспект лекцій. Тернопіль: ТНТУ, 2015. 73 с.

2. Який температурний датчик краще вибрати? URL: <https://ten24.com.ua/ua/blog/kakoy-temperaturnyy-datchik-luchshe-vybrat/>

3. Різновиди датчиків температури/ URL: <https://ugov.ua/articles/view/riznovydy-datchyktiv-temperatury/>