

## 45 Датчики. Классификация. Тепловые датчики.

**Датчик** – это устройство, воспринимающее внешние воздействия и реагирующее на них изменением электрических сигналов. Датчик предназначен для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем. Этот сигнал может быть электродвижущей силой, тогда датчик называется активным (генераторным), например термопара, пьезоэлемент, фотодиод. Сигнал может представлять собой изменение какого-нибудь электрического параметра – сопротивления, ёмкости, индуктивности – тогда он называется пассивным (параметрическим).

Датчик может дополнительно содержать промежуточные измерительные преобразователи, а также меру, с которой сравнивается измеряемая величина. Датчик может быть вынесен на значительное расстояние от устройства, принимающего его сигналы. Датчик расположен непосредственно на объекте контроля, часто в тяжёлых условиях эксплуатации, которые определяют конструкцию датчика.

### **Классификация датчиков**

#### **По виду измерительных сигналов**

- Аналоговые
- Цифровые

#### **По среде передачи сигналов**

- Проводные
- Беспроводные

#### **По взаимодействию с источниками информации**

- Контактные
- Бесконтактные (дистанционного действия)

#### **По принципу действия**

- Оптические датчики (фотодатчики)
- Магнитоэлектрический датчик (На основе эффекта Холла)
- Пьезоэлектрический датчик
- Тензопреобразователь
- Ёмкостный датчик
- Потенциометрический датчик
- Индуктивный датчик
- Термопара

#### **По измеряемому параметру**

- Датчики давления
- Датчики расхода
- Уровня
- Температуры
- Индукции магнитного поля
- Перемещения
- Положения
- Фотодатчики
- Датчик звука
- Датчик вибрации
- Датчик влажности

### Контактные датчики температуры:

**Термопары** — это датчики, основанные на измерении разности потенциалов или напряжения, возникающего при контакте разнородных металлов. При контакте проводников электроны переходят к тому, в котором они могут находиться с наименьшим уровнем энергии. В результате такого перехода один проводник заряжается положительно, а другой – отрицательно; контактная разность потенциалов между двумя проводниками может достигать нескольких вольт. Значение контактной разности потенциалов максимально при низкой температуре и уменьшается с ростом теплового движения электронов.

Термопару спаивают или сваривают из двух различных проводников в двух местах, при этом образуется замкнутая электрическая цепь. Один из спаев помещают в измеряемый объект, другой в термостат. Если температура спаев разная, то значения контактной ЭДС тоже разные. Эта разница вызывает ток, называемый термоэлектрическим; если цепь разорвать, то в любом месте мы обнаружим разность потенциалов, которую называют термоэлектродвижущей силой.



Эта разница вызывает ток, называемый термоэлектрическим; если цепь разорвать, то в любом месте мы обнаружим разность потенциалов, которую называют термоэлектродвижущей силой.

Термопары являются самыми популярными типами термодатчиков в промышленности.

## Основные характеристики термопар

Термопара	Название	Тип МЭК	ТермоЭДС, мкВ/К	Диапазон, °С,	
				от	до
Медь-константан	ТМК	<i>T</i>	~50	200	350
Железо-константан	ТЖК	<i>J</i>	~60	200	600
Хромель-копель	ТХК	<i>L</i>	~75	200	600
Хромель-алюмель	ТХА	<i>K</i>	~40	200	1000
Никросил-нисил	ТНН	<i>N</i>	~30	-270	1300
Платинородий (10 % Rh)-платина	ТПП10	<i>S</i>	~12	0	1300
Платинородий (13 % Rh)-платина	ТПП13	<i>R</i>	~12	0	1300
Платинородий (30 % Rh)-платинородий (6 % Rh)	ТПР	<i>B</i>	~12	200	1700
Вольфрамрений (5% Re)-вольфрамрений (20% Re)	ТВР	<i>A-1, A-2, A-3</i>	~10	0	2200 1800

**Термометры сопротивления**, или RTD, измеряют температуру на основе того, как сопротивление проводника изменяется при различных значениях температуры.



**Эксплуатационные отличия термопар от термометров сопротивления.**

**Температурный диапазон:** термопары лучше всего подходят для работы при высоких температурах. Новые производственные технологии расширили диапазон измерений датчиков сопротивления, но более 90% из термометров сопротивления рассчитаны на температуру ниже 400°C. Напротив, некоторые термопары можно использовать при температуре до 2500°C.

**Стоимость:** термопары обычно дешевле термометров сопротивления. Термометры сопротивления часто будет стоить в два или три раза дороже, чем термопара с той же температурой и типом. Можно сэкономить на установке термометра сопротивления, которая дешевле установки термопары, так как используется недорогая медная проволока, а не качественный термопарный провод или компенсационный кабель. Однако этой экономии недостаточно, чтобы компенсировать более высокую цену устройства.

**Чувствительность:** хотя оба типа датчиков быстро реагируют на изменения температуры, термопары работают быстрее. Заземленная термопара срабатывает почти в три раза быстрее, чем термометр сопротивления. Самый быстродействующий температурный датчик представляет собой термопару с открытым наконечником. Однако производственные усовершенствования также значительно улучшили время отклика тонкопленочных датчиков сопротивления РТ100.

**Точность:** термометры сопротивления обычно более точны, чем термопары. RTD обычно имеют точность  $0,1^{\circ}\text{C}$ , по сравнению с  $1^{\circ}\text{C}$  для большинства термопар. Однако некоторые модели термопар могут соответствовать по точности термометрам сопротивления. Многие факторы, которые могут повлиять на точность датчика, включают линейность, воспроизводимость или стабильность.

**Линейность:** Зависимость температуры от сопротивления в RTD почти линейна в диапазоне датчика, в то время как термопара имеет S-образную диаграмму.

**Стабильность:** показания датчика сопротивления остаются стабильными и воспроизводимыми в течение длительного времени. Показания термопары имеют тенденцию дрейфовать из-за химических изменений в датчике (таких как окисление). Линейность RTD и отсутствие дрейфа делают их более стабильными в долгосрочной перспективе.

**Терморезисторы** это полупроводниковые приборы сильной зависимостью сопротивления от температуры. Чаще всего с отрицательным температурным коэффициентом (при увеличении температуры сопротивление падает) однако могут быть и с положительным. Выглядит как обычный резистор.

**Позистор** это полупроводниковый прибор, который при изменении температуры скачкообразно изменяет своё сопротивление. Имеет положительный коэффициент сопротивления (при  $t^{\circ}\uparrow R$  тоже  $\uparrow$ ) и форму керамических дисков

**Интегрированные сборки** содержат датчики температуры в силиконовой оболочке, могут иметь в своём составе интегральные схемы. Они обеспечивают показания напряжения, которые можно напрямую прочитать на экране дисплея подключенного устройства, такого как микроконтроллер. Эти датчики широко используются в потребительских электронных устройствах.

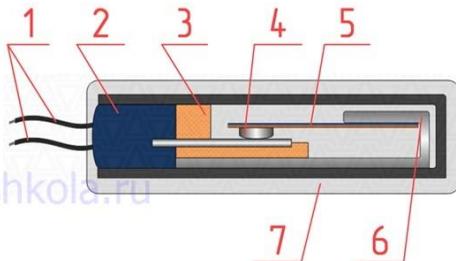
**Биметаллическая пластинка.** Один слой пластины изготовлен из металла, сильно изменяющего свои размеры от нагрева – хромоникелевой стали. Для другого слоя выбран материал с очень малым температурным расширением -- инвар. В результате при нагревании пластинка постепенно изгибается и размыкает контакт.

### Биметаллический термостат

Внешний вид



Устройство



- 1 – токовводы;
- 2 – эпоксидная резина;
- 3 – изолирующий материал;

- 4 – контакт;
- 5 – биметаллическая пластинка;
- 6 – держатель;
- 7 – внешний защитный корпус.

### Некоторые типы бесконтактных датчиков температуры:

**Акустические измерительные устройства.** Эти устройства работают на основе колебаний скорости распространения звука, которые возникают из-за изменения температуры. Как правило, они измеряют температуру резонансным методом.

**Инфракрасные измерительные устройства.** Эти устройства используют тепловое излучение для измерения изменений температуры. Тепловые волны фокусируются на объекте. При этом генерируется электрический сигнал, прямо пропорциональный количеству излучения, и измеряется температура.