

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ И ПРИНЦИП ИХ РАБОТЫ

*Проводится сравнительный анализ различных типов температурных датчиков, рассматриваются их принципы работы, основные преимущества и недостатки, а также области их применения.*

### ВВЕДЕНИЕ

Для получения оптимальных желаемых результатов во множестве областей, начиная от промышленности и медицины и заканчивая бытовыми вещами, температуру необходимо постоянно измерять и поддерживать в нужном диапазоне значений. Обычно это делается именно при помощи датчиков температуры.

Датчики измерения температуры – это устройства, которые измеряют текущую температуру и отмечают разницу между требуемой и существующей температурой.

Сравнивая их характеристики и функциональные возможности, можно понять, какой тип датчика будет наиболее подходящим для конкретной задачи и как обеспечить оптимальное решение для измерения температуры в различных сферах деятельности.

### I. Типы и виды датчиков

Типов датчиков температуры два: контактные и бесконтактные. Контактные датчики температуры измеряют при непосредственном физическом контакте с объектом измерения. Бесконтактные датчики температуры «снимают» излучаемое объектом тепло в инфракрасном диапазоне без непосредственного контакта с измеряемым объектом.

Наиболее распространёнными видами датчиков являются:

#### 1. Акустические датчики температуры.

Акустические датчики температуры применяются для измерения средних и высоких температур там, где невозможно разместить контактные датчики и использовать пирометры. Конструктивно такие датчики состоят их разнесенных друг от друга излучателя и приемника акустических волн, представленных на рисунке 1. При измерении температуры излучатель испускает ультразвуковой сигнал, который проходит через измеряемую среду. Зная базовую скорость распространения ультразвука в данной среде при известной температуре, вычисляется данная температура среды.

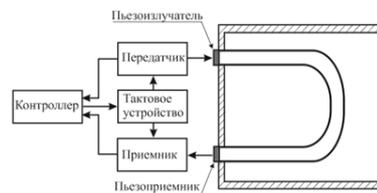


Рис. 1 – Принцип работы акустического датчика температуры

2. Инфракрасные датчики температуры (пирометры). Любой объект излучает инфракрасный свет, при этом энергия этого света повышается с повышением температуры объекта. Попадая на элемент детектора ИК датчика излучение создает пропорциональный ему электрический сигнал, который усиливается, обрабатывается и отображается на дисплее.
3. Терморезистивные датчики
4. Термопары (термоэлектрические преобразователи)

Последние два датчика рассмотрим подробнее и сравним.

### II. ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕРМОРЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ

Терморезистивные датчики температуры могут называться также терморезисторами, термосопротивлениями, RTD. Датчик температуры RTD использует электрическое сопротивление для измерения температуры. Такие датчики используются в промышленности, включая управление и мониторинг технологических процессов, а также калибровку температуры.

В датчиках этого типа используется мостовая схема Уитстона для измерения изменения сопротивления, вызванного любым изменением температуры. Эта конструкция обеспечивает высокоточные измерения и используется в важнейших промышленных и научных сценариях, где точность важна.

Главными преимуществами являются хорошая линейность сигнала, воспроизводимость характеристик и долговременная стабильность, высокая точность измерений, широкий температурный диапазон и низкая цена. Но при этом их необходимо калибровать для высокой точности в каждом температурном диапазоне и появляется

необходимость в выборе материала в зависимости от температурного диапазона.

### III. ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕРМОПАРЫ

Термопара представляет собой комбинацию двух проводов из разных металлов. Когда соединение между металлами испытывает изменение температуры, генерируется небольшое электрическое напряжение. Величину индуцированного напряжения можно использовать для определения температуры способом, в основе работы которого лежит термоэлектрический эффект Зеебека, проиллюстрированный на рисунке 2, суть которого состоит в следующем: в замкнутой цепи из двух разнородных проводников возникает электродвижущая сила, если места их соединения находятся при разной температуре. Чем больше температура измеряемой среды отличается от температуры воздуха, тем больший электрический ток возникает.

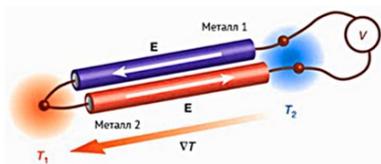


Рис. 2 – Иллюстрация эффекта Зеебека

Преимуществами термопар являются низкая цена, высокая чувствительность, а также широкий температурный диапазон от -200 до 2200 °С.

В качестве недостатков термопар можно выделить меньшую, чем у терморезисторов точность измерения, необходимость в применении специальных соединительных проводов, а также нужду в установке схем усиления сигнала.

Высокая точность, а также быстрое время отклика означают, что термопары используются в самых разных условиях: от промышленных температурных датчиков до измерения температуры пищевых продуктов.

### IV. СРАВНЕНИЕ ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ И ТЕРМОПАР

Двумя наиболее распространенными способами измерения температуры в промышленности являются резистивные датчики температуры (RTD) и термопары.

*Игнатович Илья Михайлович*, студент 3 курса факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, [ilya.ignatovich21@gmail.com](mailto:ilya.ignatovich21@gmail.com)

*Туромша Никита Павлович*, студент 3 курса факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, [nikitaturomsha@gmail.com](mailto:nikitaturomsha@gmail.com)

*Научный руководитель: Свито Игорь Леонтьевич*, доцент кафедры теоретических основ электротехники Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, [svito@bsuir.by](mailto:svito@bsuir.by)

**Температурный диапазон:** если измеряемая температура находится в диапазоне от -200 до 500 °С, предпочтительным вариантом является промышленный терморезистор. Термопары лучше всего подходят для работы при высоких температурах.

**Размер:** диаметр стандартной RTD оболочки составляет от 3,175 до 6,35 мм; диаметр оболочки для термопар может быть менее 1,6 мм.

**Чувствительность:** оба типа датчиков быстро реагируют на изменения температуры, однако термопары работают быстрее.

**Точность:** термометры сопротивления обычно более точны, чем термопары. RTD обычно имеют точность 0,1 °С, по сравнению с 1 °С для большинства термопар.

**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.

**Стоимость:** термопары более экономичны, чем термометры сопротивления, из-за более дешевого производственного процесса. В зависимости от количества датчиков, это может быть основным фактором.

### V. ВЫВОДЫ

В результате анализа различных типов температурных датчиков выявлено, что каждый из них обладает своими уникальными особенностями. Принципы работы датчиков различны, и выбор оптимального датчика зависит от конкретных требований. Основные преимущества и недостатки датчиков также следует учитывать при выборе подходящего решения для конкретной задачи.

### Список литературы

- Интернет-портал магазина «ТСЦ Рэлсиб» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kip.su/info/articles/temperatura/> – Дата доступа 4.04.2024.
- Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник / Фрайден Дж. – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
- Ананьева, Н.Г. Датчики. Измерение температуры / Н.Г. Ананьева, М.С. Ананьева, В.Н. Самойлов – Москва: ООП Физ. фак-та МГУ, 2015. – 22 с.