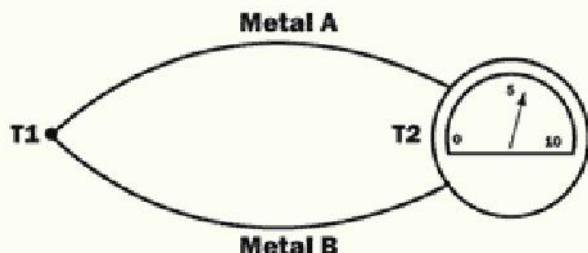


ترموکوپل چیست انواع و کاربرد آن کدام است :

ترموکوپل یکی از پر مصرف ترین سنسورهای اندازه گیری دما محسوب میگردد . این سنسورهای ساده با استفاده از اتصال یک فلز و آلیاژ آن و با توجه به اثر سیبیک تولید میشوند و با همین مکانیزم ساده قادر به اندازه گیری دما به راحتی در رنج وسیعی از زیر صفر تا حدود 1700 درجه میباشند . با توجه به پدیده سیبیک اتصال هر دو فلز از نوع مختلف باعث ایجاد ترمومکوپل شده و تولید میلی ولتی مناسب با دمای اعمال شده میکند از این رو انواع مختلفی از ترمومکوپل میتوان تولید کرد در حالی که در استانداردهای متداول میتوان از انواع 10 یا 12 ترمومکوپل یاد کرد که در مدلهای های مختلف و با اشکال گوناگون تولید میشود . با توجه به کاربرد ، محیط اندازه گیری دقیق از انواع ترمومکوپل میتوان به انواع زیر اشاره کرد :



(CHROMEL-ALUMEL) ترمومکوپل تیپ K

ترموکوپل نوع K از سیم فلزی Ni-Cr (به نام تجاری کرومél Alumel) و Ni-Al (به نام تجاری آلومél) ساخته می شود. این ترمومکوپل ارزان قیمت است و یکی از پرکاربردترین ترمومکوپل ها می باشد. رنج عملکرد دمایی آن بین -200°C و 1350°C و حساسیت آن تقریبا $41 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است و معمولا در دماهای بالا مورد استفاده قرار می گیرد. ترمومکوپل نوع K بخاطر استفاده از مس خاصیت ضد اکسیداسیون دارد لذا در کوره ها که اکسیداسیون رخ می دهد مناسب تر می باشد

(IRON-CONSTANTAN) ترمومکوپل تیپ J

این ترمومکوپل از فلز آهن Fe و آلیزهای مس - نیکل Ni-Cu ساخته می شود. رنج دمایی این ترمومکوپل بین 180°C و 750°C است. به دلیل احتمال اکسید شدن آهن این ترمومکوپل ، در صنایع قالب ریزی پلاستیک استفاده می شود. حساسیت ترمومکوپل نوع J ، به اندازه $55 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است و برای طرح های جدید توصیه می شود. در ترمومکوپل نوع J به علت وجود آهن در مکانهایی که امکان اکسیداسیون وجود دارد استفاده نمی شود

(CHROMEL-CONSTANTAN) ترمومکوپل تیپ E

ترموکوپل نوع E با استفاده از فلزات Ni-Cr (کرومél) و Cu-Ni (کنستانتان Constantan) ساخته می شود. محدوده ای عملکرد دمایی آن ، بین -40°C و 900°C است. این ترمومکوپل با $68 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ بیشترین حساسیت را دارد و می توان از آن در کاربردهای خلاء و مواردی که حسگر در آن حفاظت نشده است ، استفاده کرد.

(COPPE-CONSTANTAN) ترمومکوپل تیپ T

ترموکوپل نوع T از مس Cu و آلیاژ نیکل - مس Cu-Ni (کنستانتان Constantan) ساخته می شود. محدوده ای عملکرد دمایی این نوع ترمومکوپل ، بین -250°C و 400°C است. این ترمومکوپل نسبتا ارزان و برای کاربردهای با دمای پایین مناسب است و در برابر رطوبت مقاومت خوبی دارد. حساسیت این ترمومکوپل ، $46 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است، ترمومکوپل نوع T در صنعت به دلیل اینکه نسبت به تمام انواع ترمومکوپل خطیتر است و رنج درجه حرارت مناسبی دارد و همچنین از حساسیت خوبی برخوردار است در صنعت بیشتر مورد استفاده میگیرد

(NICROSIL-NISIL) ترمومکوپل تیپ N

ترموکوپل نوع N از فلزهای Ni-Cr-Si (به نام تجاری نیکروسیل Nisil) و Ni-Si-Mg (به نام تجاری نیسیل Nisil) ساخته می شود. محدوده دمایی آن بین -270°C و 1300°C است. حساسیت این ترمومکوپل ، به اندازه $30 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است و معمولا در دماهای بالا مورد استفاده قرار می گیرد.

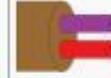
(ترمومکوپل تیپ R) PLATINUM/13% RHODIUM-PLATINUM**(ترمومکوپل تیپ S) PLATINUM-PLATINUM / 10%RHODIUM****(ترمومکوپل تیپ B) PLATINUM/30% RHODIUM-PLATINUM/6% RHODIUM**

ترموکوپل نوع B ، ترمومکوپل نوع S و ترمومکوپل نوع R که با استفاده از Pt-Rh (پلاتین - رادیوم) با ترکیبات مختلف ساخته می شود. قیمت آنها بالا و حساسیت آن بسیار کم و در حدود $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ و محدوده دمایی آن تقریباً $0+1750^\circ\text{C}$ است. انواع این ترمومکوپل ها در اندازه گیری با دمای بالا مثلاً در صنعت شیشه و فولاد به کار می رود.

برای مقایسه بین انواع ترمومکوپل رنج دمایی انواع ترمومکوپل و همچنین تولرانس دمایی ترمومکوپل کلاس یک را در جدول زیر ملاحظه فرمائید :

Type	Temperature range °C (continuous)	Temperature range °C (short term)	Tolerance class one (°C)
K	0 to +1100	-180 to +1300	± 1.5 between -40°C and 375°C $\pm 0.004 \times T$ between 375°C and 1000°C
J	0 to +750	-180 to +800	± 1.5 between -40°C and 375°C $\pm 0.004 \times T$ between 375°C and 750°C
N	0 to +1100	-270 to +1300	± 1.5 between -40°C and 375°C $\pm 0.004 \times T$ between 375°C and 1000°C
R	0 to +1600	-50 to +1700	± 1.0 between 0°C and 1100°C $\pm [1 + 0.003 \times (T - 1100)]$ between 1100°C and 1600°C
S	0 to 1600	-50 to +1750	± 1.0 between 0°C and 1100°C $\pm [1 + 0.003 \times (T - 1100)]$ between 1100°C and 1600°C
B	+200 to +1700	0 to +1820	Not Available
T	-185 to +300	-250 to +400	± 0.5 between -40°C and 125°C $\pm 0.004 \times T$ between 125°C and 350°C
E	0 to +800	-40 to +900	± 1.5 between -40°C and 375°C $\pm 0.004 \times T$ between 375°C and 800°C

همچنین استاندارد تولرانس دمایی کلاس دو و برخی استاندارهای رایج رنگ بندی سیمهای انواع ترمومکوپل را در جدول ترمومکوپل زیر ملاحظه فرمائید :

Type	Tolerance class two (°C)	IEC Color code	BS Color code	ANSI Color code
K	±2.5 between -40 °C and 333 °C ±0.0075×T between 333 °C and 1200 °C			
J	±2.5 between -40 °C and 333 °C ±0.0075×T between 333 °C and 750 °C			
N	±2.5 between -40 °C and 333 °C ±0.0075×T between 333 °C and 1200 °C			
R	±1.5 between 0 °C and 600 °C ±0.0025×T between 600 °C and 1600 °C			Not defined.
S	±1.5 between 0 °C and 600 °C ±0.0025×T between 600 °C and 1600 °C			Not defined.
B	±0.0025×T between 600 °C and 1700 °C	No standard use copper wire	No standard use copper wire	Not defined.
T	±1.0 between -40 °C and 133 °C ±0.0075×T between 133 °C and 350 °C			
E	±2.5 between -40 °C and 333 °C ±0.0075×T between 333 °C and 900 °C			

در انتخاب ترموموکوپل موارد زیر بایستی مورد توجه قرار گیرد :

- رنج دمائی کارکرد ترموموکوپل
- تیپ ترموموکوپل
- طول ترموموکوپل
- جنس غلاف ترموموکوپل
- امکان داشتن خروجی 4 تا 20 میلی آمپر برای ترموموکوپل
- دقیق بودن ترموموکوپل و کلاس دقت آن
- نوع سرامیک به کار برده شده در ترموموکوپل