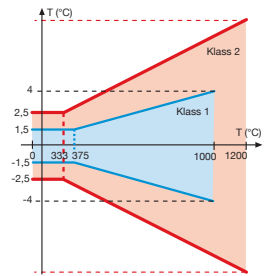


Hysteres hos termoelement typ K

Typ K är sedan tiotals år det vanligaste bland termoelementen. Därmed är det väl kartlagt med avseende på sina brister och förtjänster. Följande artikel visar på de viktigaste felkällorna och ger en feluppskattning.

Orsaken till populariteten hos typ K torde vara dess stora användningsområde, från -200 till +1200 °C, samt att oxiderande miljö (luft) inte inverkar menligt på exponerade trådar.



Figur 1: Toleranser för termoelement typ K och typ N enligt IEC 584-2. Klass 1: Störst av 1,5 °C eller 0,004 x t, (t i °C) resp. Klass 2: Störst av 2,5 °C eller 0,0075 x t.

IEC 60584-2 är den internationella norm som definierar arbetsområdet för typ K. Se figur 1.

Nu finns en del fenomen som kan göra att toleransklasserna inte alltid kan upprätthållas. Se sammanställningen i figur 2. Mätfel och osäkerheter ökar alltid med ökande temperatur och det får man leva med.

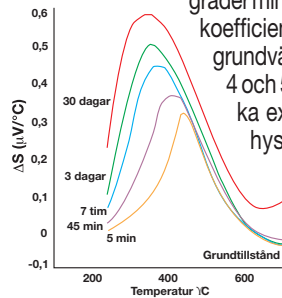
Felkälla avseende termoelement typ K	Avvikelse max temperatur (°C)		
	<200 °C	<600 °C	<1200 °C
1 Tolerans IEC 584 klass 2	± 2,5	± 4,5	± 9
2 Homogenitet	≤ 0,1	0,1-1	2-6
3 Åldring	≤ 0,1	< 2	1-50
4 Hysteres	-	2-5	2-5
5 Grönrota, speciella föruts.	-	-	10-100
6 Referensstället	0,3-3	0,3-3	0,3-3
7 Installation, givare	0,1-5	1-10	2-20

Figur 2: Mätfel som kan drabba termoelement typ K inom olika temperaturintervall. Felens storlek är relativt grova uppskattningar, men kan dock utgöra grund för var de största felkällorna bör sökas i en installation.

Hysteres är en för många okänd egenskap hos oädla termoelement. Eftersom typ K och och typ N är vanligast har de undersökts mest. Figur 3 visar vad som händer med känsligheten hos typ K efter olika tiders värmebehandling i olika temperaturer. Den gula kurvan, t.ex, visar att seebeckkoefficienten förändras med 0,3

µV/°C efter bara 5 minuter i 450 °C. Normalt ligger koefficienten kring 40 µV/°C vilket innebär att den ökat med 0,3/40 = 0,75 %. Per 100 graders temperaturskillnad skulle termoelementet mäta 0,75 °C för mycket.

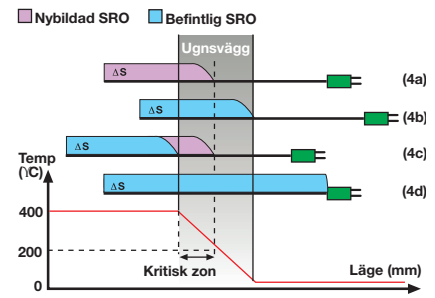
Av figur 3 framgår att det kritiska temperaturområdet för typ K ligger mellan 200 och 600 °C. Ökningen av seebeckkoefficienten är visad upp till 30 dagar i diagrammet och andra uppgifter gör gällande att ökningen kan fortgå upp till 100 dagar, dock med allt mindre bidrag ju längre man väntar. Hysteresen beror på att seebeckkoefficienten växer i det kritiska intervallet 200 – 600 °C. Under 200 grader händer däremot ingenting och över 600 grader minskar seebeckkoefficienten åter till sitt grundvärde. Figurerna 4 och 5 visar praktiska exempel på hur hysteresfenomenet yttrar sig. Om ett obegagnat termoelement ut-



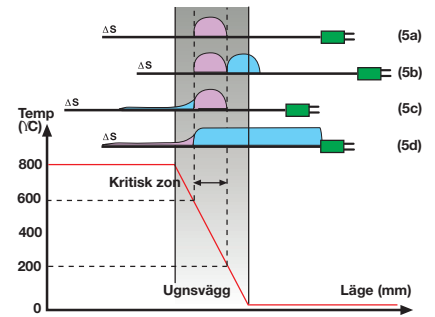
Figur 3. Förändring i seebeckkoefficienten för termoelement typ K som funktion av temperaturnivå och exponeringstid. Den kritiska zonen är inom 200-600 °C.

sätts för en gradient från 200 till 600°C, exempelvis vid passage genom en ugnsvägg, ändras seebeckkoefficienten, ΔS, med tiden enligt figur 4. Det innebär att mätsignalen ökar. Se figur 4a. Den del av termoelementet som befinner sig i konstant temperatur, till exempel 400 °C, får sin seebeckkoefficient jämnt förändrad. Mätsignalen påverkas dock inte alls eftersom temperaturen är konstant över den aktuella givardelen, [ref 1]. Men om man skulle dra ut termoelementet ett stycke kommer denna del att hamna inom gradienten och förändringen i seebeckkoefficient slår igenom helt. Se 4b. Skjuter man in termoelementet så att opåverkat material kommer in i temperaturzonen, börjar omvandlingen från början igen. Se 4c.

Exponering i mer än 600 °C leder till att seebeckkoefficienten återgår till sin ursprungliga nivå. (Se 5c). Om man vill be-



Figur 4 a-d: Ugnstemperatur under 600 °C. Principiell förändring av seebeckkoefficienten, ΔS, vid olika insticksdjup hos termoelement typ K. (a) Utgångsläge för obegagnad givare. S växer med tiden. (b) Vid minskat instick följer större ΔS med in i gradienten vilket ger ökat felvärde. (c) Ökat instick ger nybildning av ΔS som i (a). (d) Värmebehandling ger samma ΔS oberoende av tids- och instickslängd.



Figur 5 a-d: Dito för ugnstemperatur över 600 °C. (a) Utgångsläge för obegagnad givare. ΔS växer med tiden. (b) Vid minskat instick nybildas ΔS i zonen 200-600 °C. Tidigare bildat ΔS ger felbidrag i lägre temperaturer. (c) Ökat instick medför att ΔS minskar i zonen över 600 °C. (d) Nyttan av värmebehandling är här tveksam.

hålla ursprungsnivån i rumstemperatur måste avsvälningen ske snabbt förbi den kritiska zonen. Annars riskerar man att nivån ökar igen enligt diagram 3 och figur 5b. Mätfelet på grund av hysteresen är normalt försumbart. Vid noggranna mätningar under 600 °C kan Pt100-givare vara ett alternativ. Genom att använda termoelement typ N, flyttas tyngdpunkten för hysteresen till ca 700 °C. Dessutom blir avvikelser lägre än för typ K och i storleksordningen någon grad. Även K-material som är komparerat med avseende på reducerad hysteres börjar nu marknadsföras. [P]

[ref 1] = StoPextra nr 2007-5. Se även nr 2001-6 och 2002-1.

Har du synpunkter eller frågor kontakta Hans Wenegård: hans.wenegard@pentronic.se