

Felkällor för termoelement typ K

(2) SRO-hysteres ger lömska kalibreringsfel

Alla termoelement av typ K har en inbyggd materialegenskap, som kan förorsaka mätfel på upp till 5°C. Den kallas SRO-hysteres och är ännu okänd för många användare. Hur yttrar sig felet och vad kan man göra för att minska inverkan av det?

Termoelementets utsignal beror av seebeckkoefficient ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) gånger temperaturskillnad ($^\circ\text{C}$). Det är sant så länge som varje längdenhet av termoelementet är homogen med avseende på koefficienten, vilket man brukar förutsätta vid kalibrering och mätning.

Den som arbetar med temperaturer under 200°C drabbas inte av SRO-hysteresen, förutsatt att termoelementet aldrig exponeras för högre temperatur än 200°C.

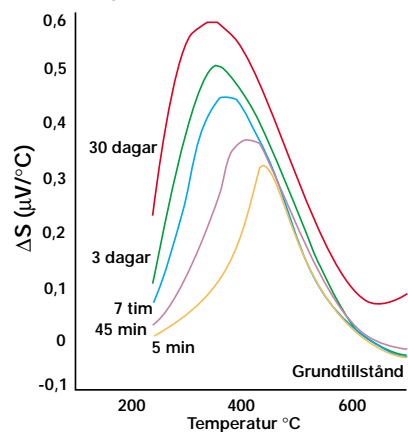


Diagram 1. Förändring i seebeckkoefficienten för termoelement typ K som funktion av temperaturnivå och exponeringstid. Den kritiska zonen är 200-600°C.

Om ett obegagnat termoelement utsätts för en gradient från 200 till 600°C, exempelvis genom en ugnsvägg, ändras seebeckkoefficienten med tiden enligt diagram 1. Det innebär att mätsignalen ökar. Se figur 1a.

Den del av termoelementet som befinner sig i konstant temperatur, t ex 400°C, får sin seebeckkoefficient jämnt förändrad. Mätsignalen påverkas dock inte alls eftersom temperaturen är konstant över den

aktuella givardelen. Men om man skulle dra ut termoelementet ett stycke kommer denna del att hamna inom gradienten och förändringen i seebeckkoefficient slår igenom helt. Se 1b. Skjuter man in termoelementet så att opåverkat material kommer in i temperaturzonen börjar SRO-omvandlingen från början igen. Se 1c.

Värmebehandla

Seebeckkoefficienten ökar med exponeringstiden, mest i början och avstannar efter ca 100 dygn. Om ett obegagnat termoelement värmebehandlats kring 350°C i minst ett dygn är den tillfogade ändringen praktiskt taget fullgången. Under förutsättning att givaren aldrig utsätts för mer än 600°C förblir det uppnådda koefficientvärdet stabilt.

Detta innebär att termoelement med fullgången SRO kan kalibreras utan att kalibreringskorrektionsvärden förändras vare sig med exponeringstid eller läge i kalibreringsugn eller i installation. Sådana värmebehandlade termoelement finns på marknaden. Utsignalen från dessa ligger dock ungefär 1 procent av mätvärdet över normen. Se 1d.

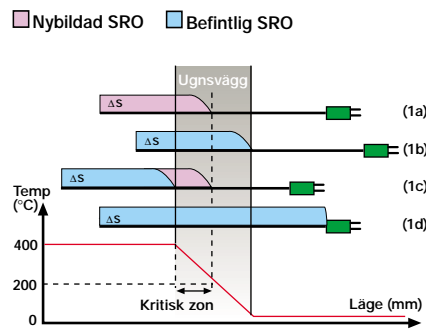
Exponering i mer än 600°C leder till att seebeckkoefficienten återgår till sin ursprungliga nivå. (Se 2c). Om man vill behålla ursprungsnivån i rumstemperatur måste avsvälningen ske snabbt förbi den kritiska zonen. Annars riskerar man att nivån ökar igen enligt diagram 1 och figur 2b.

Typ N bättre

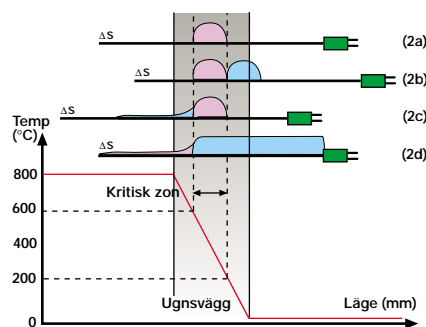
Den som mäter i temperaturer över 600°C bör tänka på följande: För fasta installationer i t ex ugnar måste man behålla ett och samma insticksdjup. Vid jämförelsemätning med referensgivare av typ K parallellt med brukselementen i processen är det bäst om avsvälningen blir långsam så att fördelningen av SRO längs referensgivaren behålls i görligaste mån. Det gäller speciellt vid branta gradienter.

Bäst är att använda referensgivare av typ N, som liksom andra oädlade termoelement uppvisar SRO-hysteres, men här begränsas felet till någon grad.

SRO-fenomenet kartlades med hjälp av den så kallade rörliga gradientmetoden av bland andra A. W. Fenton. Ur hans rapport, The travelling gradient approach to thermocouple research, 1972, har diagram 1 hämtats. SRO står för short ranged ordering, som är ett metallurgiskt begrepp på atomnivå. Idag finns forskare som menar att fenomenet har annan grund.



Figur 1. Ugnstemperatur under 600°C. Principiell förändring av seebeckkoefficienten, ΔS , vid olika insticksdjup hos termoelement typ K. (a) Utgångsläge för obegagnad givare. ΔS 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 2. 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.