

Sätt in nya termoelement istället för att omkalibrera

Sedan ISO 9000-standarden började styra industrins rutiner har kalibrering av mätsystem och givare varit en självklar del av produktkvaliteten. I hög temperatur blir dock kalibrering av begagnade termoelement inte alltid tillförlitlig. Vi ska här visa varför det kan bli så och hur man kan förbättra mätkvaliteten.

Problematiken gäller de oädla termoelementen typ K och N, som är de vanligast använda i temperaturer över ca 600 °C. Upp till 200 °C fungerar både K och N utmärkt. Därifrån upp till 600 °C fungerar N utmärkt medan K drabbas av hysteresfenomenet SRO, som kan ge ett varierande mätfel på upp till ca 4 °C, [Ref 1].

Betrakta installationen i figur 1. Ett termoelement typ K sitter 750 mm långt in i en ugn med konstant och jämn temperatur på 900 °C. Utsignalen (μV) beror av S ($T_1 - T_2$) där S är seebeckkoefficienten ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) för typ K. Temperaturgradienten mellan mätpunkten, $T_1 = 900$ °C, och referensstället i rumstemperatur, $T_2 = 20$ °C, uppstår här endast i ugnsväggen och berör just den del av termoelementet som sitter i väggen. Det är bara där temperaturgradientens lutning är skild från noll, som temperaturskillnad kan uppstå. I konstant temperatur, d v s där gradienten är vågrät, genereras ingen utspänning av termoelementet, [Ref 2].

Olika gradienter

För att kalibrera exemplets termoelement är det vanligt att använda torrblocksugnar. Dessa och även andra ugnstyper har ofta begränsat insticksdjup. Även den elektriska anslutningen kan skadas om strålvärme och konvektion från ugnspöppningen kommer för nära. Därför kommer gradienten vid kalibrering ofta att hamna närmare termoelementets spets än vid ordinarie installation. Se den blå streckade gradienten 200 – 250 mm från spetsen. Här bestämmer S1 egenskaperna hos givaren. Under driftsättning att S1 = S2 blir kalibreringen bekymmerslös men så är sällan fallet vid temperaturer över ca 600 °C.

Historik avgör


En orsak är att historiken påverkar degenereringen av seebeckkoefficienten längs termoelementet. Under drift påverkas området för S1 till största delen i 900 °C medan S2 känner alla temperaturer mellan 900 °C ned till rumstemperatur. Temperatur är en katalysator som sätter igång många reaktioner mellan ingående material i omgivning, skyddsror, isolering och termoelementtrådar. Reaktionerna brukar leda till förändrad seebeckkoefficient och konstant temperatur medför färre reaktioner än vad som blir fallet i en temperaturgradient. Med andra ord är det långt ifrån säkert att S1 = S2 efter en tids drift i ugnen.

En annan anledning till olikhet mellan S1

och S2 är den naturliga variation som uppstår vid tillverkning av termoelement. Upp till ca 200 °C rör det sig om $\pm 0,1$ till $\pm 0,2$ °C vilket i fallet termoelement kan anses försumbart. Vid 1000 °C har Pentronics ackrediterade labb uppmätt variationer på upp till ca ± 4 °C på termoelement gjorda av provbitar ur samma rulle (batch) metallmantlad kabel.

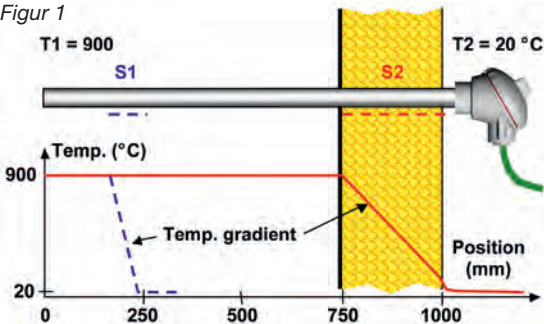
Sätt in nya termoelement

Hur kan man då göra för att undgå svårigheten med olika seebeckkoefficienter? Svaret är: Kalibrera inte termoelementen utan att byt ut dem mot färska, obegagnade givare med bestämda tidsintervall. Det kan faktiskt vara ekonomiskt mera fördelaktigt än upprepade otillförlitliga kalibreringar.

Hur bestämmer man då tidsintervallet? Ett sätt är in-situ-kalibrering, vilket innebär att man kalibrerar den använda givaren mot en färsk icke degenererad referens på plats i ugnen. Kalibrerar man med jämna tidsmellanrum kan man se när ugnsgivarens signal avviker mer från referensens än man kan tolerera. Se figur 2 och 3. Som referens är det lämpligt att anskaffa en eller flera extra givare då man ändå beställer nya. De extra givarna ska då märkas som arbetsnormaler och förvaras oanvända mellan in-situ-kalibreringarna. 

Se www.pentronic.se > Kundtidningen > Arkiv
[Ref 1] Se StoPextra 2010-1 s. 4
[Ref 2] Se StoPextra 2007-5 s. 4

Figur 1

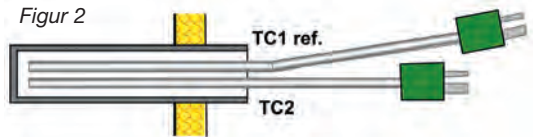


Figur 1
En torrblocksugn medför att temperaturgradienten vid kalibrering i exemplet är belägen vid 20-25 cm djup. Därmed avgör seebeckkoefficienten S1 termoelementets egenskaper. Vid mätning i en ugn är gradienten huvudsakligen belägen i ugnsväggen, 750 – 1000 mm från spetsen, och S2 bestämmer egenskaperna. Om S1 = S2 blir kalibreringen perfekt men detta är sällan fallet i hög temperatur

Figur 2
Principbild av kalibrering in-situ. Ett bottnat skyddsror är en utmärkt kalibreringsugn med nära nog identisk temperatur hos de båda givarna om de har lika diametrar och lika insticksdjup. Om referensen TC1 har väsentligt kortare drifttid än TC2 kan man se hur TC2 förändras med tiden.

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

Figur 2



Figur 3
In-situ-kalibrering av givare TC2 mot referensen TC1. Vid tiden t_{max} är drifttiden för referensen bara en bråkdel av TC2's. TC1 har då inte hunnit degenereras men driftsgivarna behöver ersättas med nya innan avvikelserna överskrider ΔT_{max}

