

Blockkalibratoren lömsk felkälla

Rätt använd är blockkalibratoren ett utmärkt hjälpmedel för felsökning och kalibrering. Men det finns tillfällen då bristande insikt i värmeöverföringens lagar kan leda till grova mätfel i blockkalibratorer. Vi beskriver här ett sådant fall med korta givarspetsar som är hämtat ur verkligheten.

Ett mejeri använder Pt 100 givare (IEC 751 klass A) med kort spets avsedda för montering vinkelrätt i rör med strömmande vätska. Givaren förekommer i tusentals exemplar inom livsmedelsindustrin. Se figur 1.



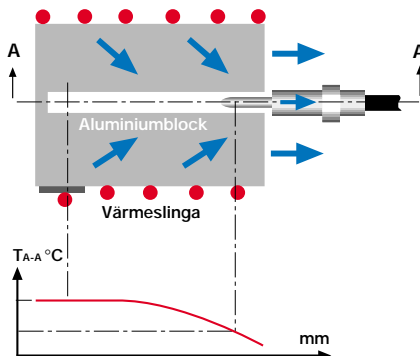
Figur 1. Vanlig givare för rörsystem i livsmedelsindustrin. Den smala mätspetsen, Ø 3 x 25 mm, innehåller ett trådlindat Pt 100 mätelemt.

Av någon anledning misstänkte mejeriet tekniker mätfel och beslöt att kalibrera givaren i en blockkalibrators med inbyggd referensgivare. Givaren konstaterades mäta mer än en grad för låg temperatur vid 100°C. Ytterligare en givare befanns mäta lika illa varvid ett reklamationsyrkande författades. Kontrollmätning i det ackrediterade laboratoriet på Pentronic visade att givarna, som var sju år gamla, fortfarande höll klass A. Driften sedan leveransprovningen var -0,002 resp -0,18°C vilket med tanke på ålder och användning måste anses som bra.

Värmeledning = temperaturfall

Vad gjorde teknikern för fel? Se figur 2. Här har vi att göra med en ugn som har ett uppvärmt cylindriskt aluminiumblock med ett eller flera hål. Blocket är värmeisolerat i alla riktningar utom uppåt vid öppningen. Detta innebär att värme flödar ut vid blockets översida via strålning och konvektion samt genom ledning i provobjektet. Då uppstår temperaturfall och temperaturen längs hålet kan variera som i figur 2, vilket kallas axiell gradient. En givare som inte når ända till botten riskerar att ha för låg temperatur. I exemplet är detta precis vad som skedde.

I den beskrivna blockkalibratoren används reglertermometers ärvärde för att indi-



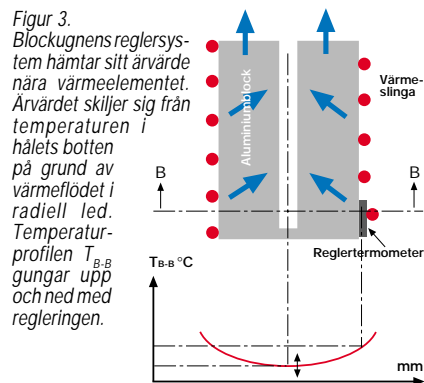
Figur 2. Värmeledningen ut från aluminiumblockets topp ger upphov till temperaturfall i hålet i axiell led. Temperaturen varierar längs hålet och korta givare värms mindre än långa.

kerat blockets temperatur. Se figur 3. Blockets reglertermometer är normalt placerad nära värmeslingan, ofta utanpå blocket, för att den ska kunna känna temperaturförändringar i slingan snabbt. Som framgår av temperaturprofilen i figur 3 känner reglertermometern en temperatur som är högre än den i botten på hålet. Orsaken är värmeavgivningen uppåt och genom provtermometern, som förorsakar ett radiellt värmeledning även vid botten på de normalt grunda blocken. Fenomenet kallas för radiell gradient.

Skillnaden i temperatur mellan reglertermometern och provobjektet kan man korrigera för genom kalibrering av blockugnen, vilket tillverkaren normalt bör göra. Problem uppstår dock om man mäter med andra termometerkonstruktioner än kalibreringstermometerns. Värmeledningen längs en givare beror främst av tvärsnittsarea och materialets ledningsförmåga. Andra temperaturnivåer än de kalibrerade ger andra värmeledningar och därmed avvikelser. I viss mån kan interpolationer göras mellan kalibreringspunkterna, men vid extrapolationer måste man vara försiktig.

Undvik felet

Vad kan man då göra för att undvika felet? Den klassiska metoden att mäta med separat referensgivare och mätobjekt samtidigt i ugnen är bäst. Då blir avvikelserna mellan



Figur 3. Blockugns reglertermometer hämtar sitt ärvärde nära värmeelementet. Ärvärdet skiljer sig från temperaturen i hålets botten på grund av värmeledningen i radiell led. Temperaturprofilen T_{B-B} gungar upp och ned med regleringen.

referensens och mätobjektets temperaturer minst. Ser man också till att referensens och mätobjektets spetsar befinner sig i jämnhöjd med varandra jämför man i samma temperaturnivå och felet minskar ytterligare. Dessutom ska alla givare vara så lika som möjligt till material och tvärsnittsarea.

Om blockugnen är försedd med flera hål ska dessa belastas symmetriskt. Det innebär vid cirkulära block att varje givare inklusive referensen ska förses med en givare i diametralt motsatt hål. För att givarspetsarna ska anta blockets temperatur krävs god värmeöverföring i hålens luftspalter. Ett sätt (om fabrikanter tillåter) är att fylla hålen med lämplig vätska till en nivå något över temperatursensornas läge i givarna. Ett annat är att utnyttja metallbussningar avpassade för givarspets och ugnshål.

Värmeledningen ut ur ugnens öppning kan knappast minskas genom isolering av enbart utstickande givare. Det man vinner är att temperaturfallet flyttas utåt i givaren och att insticksdjupet därigenom ökar.

Moderna blockkalibrators rätt använda enligt beskrivningen ovan ger små felbidrag. Det kan i bästa fall röra sig om $\pm 0,05^\circ\text{C}$ kring rumstemperatur men uppåt ett par grader vid höga temperaturer.

I Pentronics teknikartikelsamling 1990-96 finns en artikel om blockkalibrators som kan vara värd att studera. (StoPextra 3/93). Frågor och synpunkter, maila till:

hans.wenegard@pentronic.se