

Mätsystemet har en svarstid men inte temperaturgivaren!

FRÅGA: Vi använder ett manteltermoelement med exponerad mätpunkt för att mäta temperaturen hos en strömmande gas. Strömningshastigheten är mycket hög – ungefär 20 m/s – och temperaturen i gasen ändras mycket snabbt mellan två nivåer – 550 och 600 °C – ungefär en gång i minuten. Vi tycker att svarstiden är acceptabel. Termoelementet är av typ K och tråddiametern är 0,51 mm. Vid driftstörningar kan temperaturen ändras upp till 4 gånger i minuten. Hur väl följer givaren temperaturändringarna?

Pär S

SVAR: Ett sätt att bedöma givarens följsamhet är att bestämma mätsystemets tidskonstant. Beräkningen nedan bygger bland annat på följande antaganden: temperaturgivarens "mätpunkt" är en sfär med diametern 0,8 mm, värmeutbytet med manteln via trådarna försummas och temperaturen inom "mätpunkten" varierar enbart med tiden. Om värmeövergångskoefficienten och de fysikaliska storheterna betraktas som konstanta kan tidskonstanten, τ (s), bestämmas ur sambandet

$$\tau = c_p \rho V / A \alpha$$

där, V (m³) är sfärens ("mätpunktens") volym, A (m²) arean, ρ (kg/m³) densiteten och c_p




De frågor som vi tar upp här skall ha allmänt mättekniskt och/eller värmekniskt intresse.

FRÅGA?
SVAR!

(Ws/kg K) specifika värmekapaciteten. Värmeövergångskoefficienten mellan gasen och sfären är α (W/m² K). Vid en stegvis temperaturändring är tidskonstanten den tid det tar för ett (första ordningens) system att uppnå 63 % av temperaturdifferensen, vilket motsvarar $(1 - 1/e)$ av ändringen.

Bygger på antaganden

Om vi antar att gasen är luft kan man i det här fallet bestämma tidskonstanten till 0,9 sekunder. Efter 4 sekunder har "mätpunkten" uppnått 99 % av temperaturändringen. Eftersom gasens temperatur vid en driftstörning ändras var 15:e sekund borde givaren vara tillräckligt snabb för att ge önskad information. I det här fallet bör man speciellt notera att gasens hastighet är mycket hög, vilket ger en stor värmeövergångskoefficient och därmed får mätsystemet en liten tidskonstant. Om lufthastigheten skulle vara endast 2 m/s blir tidskonstanten för systemet 3,5 sekunder. För mer information om ekvationer, samband, beräkningsgång m m – se t ex www.pentronic.se, länken Kundtidningen/Teknikartiklar och sedan Repetitionskurs i värmeöverföring.

Beräkningen av mätsystemets tidskonstant bygger på ett antal förutsättningar, som ytterst sällan är uppfyllda i verkligheten. Ett sådant antagande är att värmeutbytet med manteln har försummats. Beaktas värmeutbytet ökar svarstiden. Om man mäter upp och anger systemets svarstid, måste man samtidigt ange de förutsättningar som gäller vid uppmätningen. Fluidens hastighet och typ av fluid måste till exempel alltid anges liksom vad man menar med svarstid. Utgående från informationen om den uppmätta svarstiden och hur denna har bestämts, får man sedan göra en bedömning av vilken svarstid man kan förvänta sig i den egna mätinstallationen. Andra systemförutsättningar innebär alltid en annan svarstid, även om temperaturgivaren är densamma! 

Har du synpunkter eller frågor kontakta professor Dan Loyd, LiTH, på E-post: dan.loyd@liu.se