

SVARSTID VID TEMPERATURMÄTNING I VÄTSKOR OCH GASER

FRÅGA: Varför är svarstiden alltid kortare när jag mäter temperaturen i vätskor än i gaser? Jag använder samma typ av manteltermoelement?

Bengt D

SVAR: För att besvara frågan kan vi studera mätinstallationen i figuren nedan. Temperaturen i den strömmande fluiden mäts med hjälp av ett manteltermoelement med diametern d m, och det är monterat vinkelrätt i rörväggen. För termoelementet försummar vi värmeflödet till/från väggen genom ledning och genom strålningsutbyte

med väggen, om fluiden är en gas. Vi försummar också eventuella temperaturdifferenser inom termoelementet. Om temperaturen i fluiden ändras med tiden kan termoelementets temperatur, T °C, beskrivas med hjälp av differentialekvationen

$$\rho c_p (dT/dt) + \alpha A (T - T_{\text{fluid}}) = 0$$

där, ρ är manteltermoelementets densitet i kg/m^3 , c_p specifika värmekapaciteten i Ws/(kgK) , V volymen i m^3 , τ tiden i s, α värmeövergångskoeffi-

FRÅGA ? SVAR

De frågor vi tar upp här ska ha allmänt mättekniskt och/eller värmetekniskt intresse.

cienten i $\text{W/(m}^2\text{K)}$, A värmeöverförande area i m^2 och T_{fluid} fluidtemperaturen i °C. Manteltermoelementet innehåller olika material och för storheterna ρ och c_p skall man därför använda medelvärden.

Vi antar nu att fluidtemperaturen ändras i form av ett steg, ΔT °C. Den tid det tar för termoelementet att nå 63 % av temperaturdifferensen ΔT är ett mått – tidskonstanten τ i s – som kan användas för att bedöma termoelementets svarstid. För τ gäller här

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

För ett visst manteltermoelement är tidskonstanten omvänt proportionell mot värmeövergångskoefficienten α , som i sin tur beror av bland annat termoelementets diameter, fluidens hastighet samt den aktuella fluidens fysikaliska egenskaper, som beror av temperaturen.

Vi betraktar nu ett manteltermoelement Typ K med diametern $d = 0.004$ m samt en fluid med hastigheten $w = 1$ m/s och temperaturen 20 °C. För luft blir värmeövergångskoefficienten $\alpha = 51$ $\text{W/(m}^2\text{K)}$ och för vatten $\alpha = 9400$ $\text{W/(m}^2\text{K)}$. Tidskonstanten för luft blir 89 s och för vatten 0.48 s. I detta fall är tidskonstanten för vatten ungefär 0.5 % av tidskonstanten för luft.

Beräkningen gäller för en viss mät-situation och den bygger på ett antal förutsättningar. Det gäller emellertid nästan alltid att svarstiden är betydligt kortare, när man mäter i vätskor än i gaser. (Ref: www.pentronic.se > Meny > Om temperatur > Teknikartiklar > Repetitionskurs i värmeöverföring)

