

Beläggningar orsakar smygande mätfel (1)

Ibland kan man inte mäta vätsketemperaturen i stålror med insticksgivare. Flödets temperatur kan då bestämmas med en utvändigt monterad anläggningsgivare. Med korrekt montering blir mätresultatet till en början förhållandevis riktigt. Men vad händer då beläggningar börjar uppträda på rörets in- och utsida? Professor Dan Loyd reder ut följderna.

Vi betraktar ett stålror för returvatten i en panncentral enligt figur 1. Temperaturen på vattnet varierar kring 50°C och övervakas för att avvikelserna inte ska bli för stora. Givaren är monterad på ytan på en sträcka, där röret saknar isolering. Miljön är tyvärr sådan att både in- och utvändiga beläggningar kan uppstå exempelvis genom nedsmutsning.

Nedsmutsning av värmeöverförande ytor är generellt sett ett stort värmekniskt problem, eftersom smutsen minskar värmeöverförandet. Om ytorna är nedsmutsade får man ibland problem, när man skall mäta temperaturen. I mätsammanhang måste vi skilja på om nedsmutsningen sker på utsidan av röret eller på rörets insida eller på både in- och utsidan av röret. Mätfelet kan nämligen öka eller minska beroende på var röret är nedsmutsat och vilka termiska egenskaper som nedsmutsningen har. Smutsen påver-

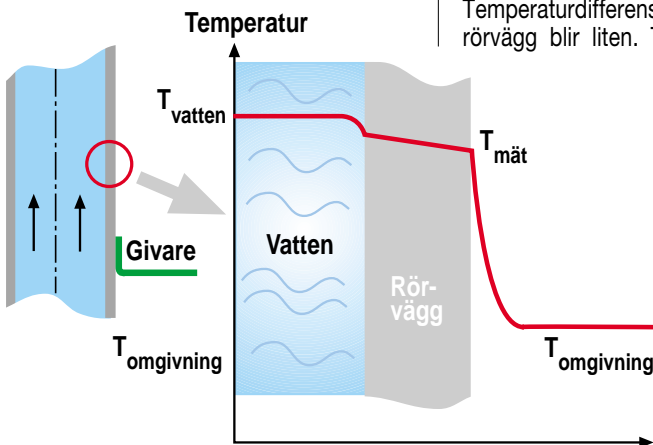
kar även de dynamiska egenskaperna hos värmeöverförandet genom rörväggen.

Rent rör

Vi utgår från det fall där det inte finns någon nedsmutsning alls. Värmetransporten från det strömmande vattnet till rörväggen sker genom påtvingad konvektion och i rörväggen sker transporten genom värmeledning. På rörets utsida antar vi att värmeöverföringen sker genom konvektion och strålning. Det principiella temperaturförloppet visas i figur 1.

Om luften i rörets omgivning är någorlunda stillastående kan man räkna med naturlig konvektion. För att bestämma värmeöverförandet till omgivningen kan man approximativt använda en total värmeövergångskoefficient, som inkluderar både naturlig konvektion och strålning. Ett rimligt värde på den totala värmeövergångskoefficienten är 6 - 10 W/m²K. Värmeövergångskoefficienten mellan vatten och rörvägg är i detta fall förhållandevis stor - uppskattningsvis 2000 - 4000 W/m²K. Stålets värmeledning är hög och för låglegerade stål är den 45 - 50 W/m K. Rörväggens tjocklek uppskattas till 5 mm.

Med de angivna värdena ligger det huvudsakliga temperaturfallet mellan rörväggens utsida och omgivningen. Se figur 1. Temperaturdifferensen mellan vatten och rörvägg blir liten. Temperaturändringen i



Figur 1. Principiell temperaturfördelning i ett oisolerat stålror med vattenflöde utan smutsbeläggningar utanpå eller inuti. Med säkerställd anläggning mäter givaren, $T_{\text{mät}}$, med liten felmarginäl vattnets temperatur, T_{vatten} .

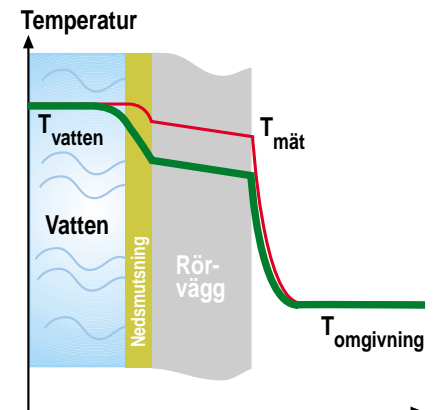
rörväggen blir också mycket liten. Man kan notera att det är situationen på rörets utsida som i detta fall är helt avgörande för värmeöverförandet genom rörväggen.

Invändig beläggning lömsk

Om röret blir nedsmutsat på insidan minskar värmeöverförandet till omgivningen, eftersom nedsmutsningen i princip verkar som ett isolerande skikt. Man får också en annan temperaturfördelning än i det icke nedsmutsade röret; se figur 2. En nedsmutsning på insidan innebär att sensorn mäter en temperatur som är lägre än den som man mäter, när röret inte är nedsmutsat. Detta innebär att mätfelet ökar vid nedsmutsning inuti röret. Allmänt gäller att ju tjockare smutsskiktet är desto större blir mätfelet. Vidare gäller att ju lägre värmeledningsförmågan är hos smutsskiktet desto större blir mätfelet.

Då beläggningen växer kontinuerligt ökar även mätfelet i motsvarande takt. Kalibrering av givaren i separat kalibreringsbad eller -ugn hjälper inte för att upptäcka felet. Rörets insida måste inspekteras regelbundet liksom givarens anläggning. Problem med varierande anläggning har diskuterats tidigare i StoPextra nr 5-02 och nr 2-03. Se www.pentronic.se. Nästa artikel behandlar utvändigt samt både in- och utvändigt beläggning.

Har du synpunkter eller frågor kontakta Dan Loyd, LiTH, på e-post: danlo@ikp.liu.se



Figur 2. Samma situation som i figur 1, men insidan av röret har belagts med smuts. Den tunna linjen är den osmuttsade referensfördelningen ur figur 1. Den tjocka linjen visar smutsbeläggningens inverkan på temperaturfördelningen. Beroende på beläggningens värmeisolerande förmåga minskar både värmeöverförandet ut och temperaturen på ytan.