

Den här artikeln är utökad jämfört med versionen i kundtidningen. Tilläggen är markerade med gul färg. Vi hoppas detta ska vara till nytta för den intresserade.

Kritisk isoleringstjocklek vid anliggningsgivare?

FRÅGA: För rör finns en kritisk isoleringstjocklek som gör att värmeflödet till omgivningen blir större än för ett oisolerat rör. Är detta något som jag behöver tänka på när jag installerar och isolerar utanpåliggande temperaturgivare? Stålrören har i mitt fall ytterdiametern 40 mm.

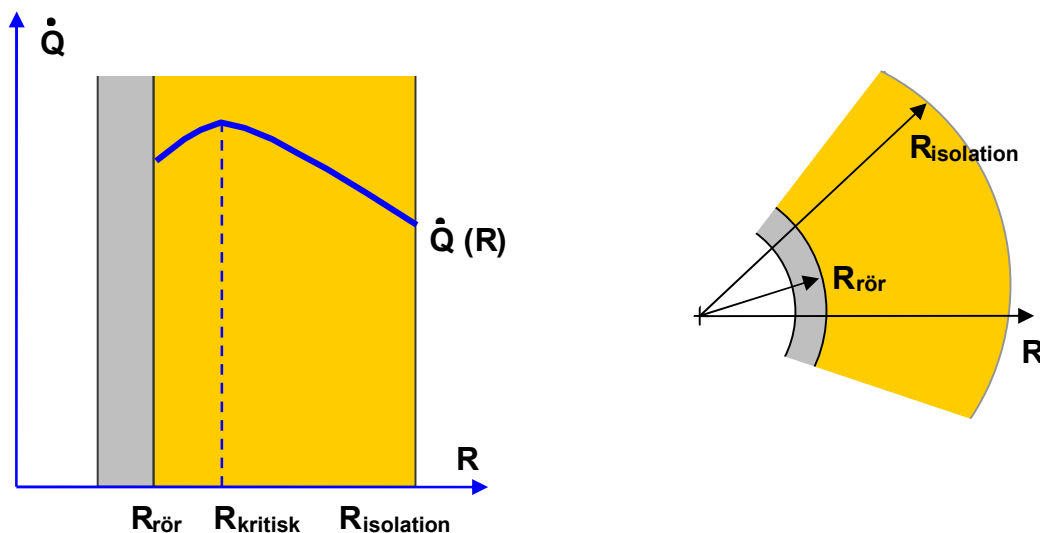
Ingrid A-N

SVAR:

Utanpåliggande temperaturgivare bör alltid isoleras för att minska värmeflödet över givaren och därmed mätfelet. Om givaren är monterad på ett rör med liten ytterdiameter kan isoleringen i vissa fall öka värmeflödet från röret till omgivningen och därmed mätfelet. Om däremot givaren är monterad på en plan vägg minskar alltid isoleringen värmeflödet och mätfelet.

Värmeflödet från röret till omgivningen sker genom värmeledning i isoleringen och genom konvektion och strålning från isoleringens utsida. En ökning av isoleringstjockleken minskar värmeflödet genom värmeledning men samtidigt ökar radien och därmed den värmeöverförande ytan på rörets utsida, vilket innebär en ökning av värmeflödet från ytan genom konvektion och strålning. Under vissa förutsättningar blir ökningen större än minskningen och isoleringen gör därför mer skada än nytta.

Radien, $R_{kritisk}$, för det maximala värmeflödet från röret kan uppskattas med hjälp av uttrycket $R_{kritisk} = \lambda/\alpha$, där λ är isoleringens värmekonduktivitet i $W/(m K)$ och α den "totala" värmeövergångskoefficienten i $W/(m^2K)$. I denna koefficient inkluderas både konvektion och strålning. Det teoretiska uttrycket för $R_{kritisk}$ bygger på ett antal förutsättningar, vilka tyvärr sällan är uppfyllda i praktiken. Detta gör att sambandet alltid måste användas med försiktighet.



Värmeflödet som funktion av radien, $\dot{Q}(R)$, vid ett $\varnothing 40$ mm rör med våt isolering.

Om röret med diametern 40 mm isoleras med mineralull blir den kritiska diametern 10 mm vid egenkonvektion, dvs mindre än rörets diameter. Man behöver därför inte i detta fall bekymra sig om någon kritisk isoleringstjocklek – all isolering gör nytta.

Vid den aktuella beräkningen antas att röret isoleras med mineralull med värmekonduktiviteten 0.04 W/(m K) som gäller vid rumstemperatur. Den totala värmeövergångskoefficienten, som inkluderar både konvektion och strålning, uppskattas till 8 W/(m²K). Med dessa antaganden får man $R_{\text{kritisk}} = 0.04/8 = 0.005$ m. Den kritiska diametern, 10 mm, är avsevärt mindre än rörets ytterdiameter, 40 mm. I detta fall existerar det därför ingen kritisk isoleringstjocklek – all isolering kommer att minska värmeflödet. Antagandet om värmeövergångskoefficienten, 8 W/(m²K), bygger bland annat på förutsättningen att det råder egenkonvektion och strålning. Vid påtvingad konvektion ökar värmeövergångskoefficienten och den kritiska diametern blir därför mindre än 10 mm.

Våt isolering känsligare!

Om isoleringen av någon anledning skulle bli våt bör man däremot se upp. För fuktig isolering kan den kritiska diametern bli större än rörets diameter, vilket innebär att isoleringen ökar värmeflödet från röret jämfört med ett oisolerat rör. Förutom en ökad värmeförlust får man även ett större mätfel vid utanpåliggande temperaturgivare. Våt isolering ökar dessutom korrosionens inverkan på såväl givaren som röret och mätfelet kan öka ytterligare. Värmeflödet som funktion av radien framgår av figur.

Den våta isoleringens värmekonduktivitet antas i detta fall vara 0.2 W/(m K). Vid rumstemperatur är värmekonduktiviteten för vatten 0.6 W/(m K) och för torr isolering 0.04 W/(m K). Om man använder samma värmeövergångskoefficient som vid torr isolering blir den kritiska radien 25 mm i detta fall. Den kritiska diametern 50 mm är därmed större än rörets ytterdiameter, 40 mm.

I detta fall ökar isoleringen värmeflödet från röret jämfört med ett oisolerat rör – se figur. Först ökar värmeflödet och når sitt maximum för den kritiska diametern 50 mm och minskar sedan. När isoleringens diameter är 63 mm är värmeflödet detsamma som för ett oisolerat rör. Därefter minskar värmeflödet när isoleringstjockleken ökar.

Kritisk isoleringstjocklek ur mätteknikerns synvinkel – en summering

Utanpåliggande temperaturgivare bör alltid isoleras för att minska värmeflödet över givaren och därmed mätfelet. Om givaren är monterad på en plan vägg minskar alltid isoleringen värmeflödet och mätfelet. Om däremot givaren är monterad på ett rör med liten ytterdiameter kan isoleringen i vissa fall öka värmeflödet från röret till omgivningen och därmed mätfelet.

Andra fall som ger liknande resultat är om isoleringen har hög värmekonduktivitet eller om isoleringen blir våt. För säkerhets skull bör man i sådana fall beräkna den kritiska radien. Lyckligtvis är det förhållandevis få fall där en mättekniker behöver bekymra sig om kritisk isoleringstjocklek.

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