

## Vad mäter temperaturgivaren i en avfallspanna?

*av professor Dan Loyd*

**Fråga:** För att mäta temperaturen i vår avfallspanna använder vi bl a ett manteltermoelement typ N, som är monterat i ett skyddsror. Den uppmätta temperaturen är en av de parametrar som vi använder för att styra pannan. Vilken temperatur mäter egentligen termoelementet?

*Jan S*

**Svar:** Förbränningstemperaturen i avfallspannor är normalt av storleksordningen 1000 °C. Om man mäter temperaturen i pannan med ett vanligt termoelement inuti ett skyddsror, som saknar strålningsskydd, mäter man en temperatur som påverkas av många faktorer, t ex: Bränslebäddens temperatur, gastemperaturen i pannan, flammornas temperatur och temperaturen på pannans kylda väggar.

### Termoelement

Skyddsroret med termoelementet tillförs värme genom konvektion och strålning från gasen och det brinnande bränslet. Från skyddsroret avges värme genom strålning till bland annat de kylda väggarna i pannan. I skyddsroret och termoelementet sker också ett axiellt värmeflöde genom värmeledning till mätutrustningens infästning i pannväggen. Det är därför inte möjligt att mäta enbart gastemperaturen med denna typ av mätutrustning. Termoelementet mäter endast sin egen temperatur, vilken i detta fall utgörs av en ”medeltemperatur”, där gastemperaturen är en av komponenterna. Mätutrustningens ofta robusta konstruktion gör också att svarstiden blir förhållandevis lång.

### IR-pyrometer

Om man kontinuerligt vill mäta enbart gastemperaturen i en panna kan man använda en IR-pyrometer, som monteras utanför den aktuella pannan. Mätningen sker genom ett siktglas och inom ett snävt våglängdsområde för att minska inverkan av olika typer av störningar. Mätmetoden bygger vidare på att man använder avancerad filterteknik och mätdatabehandling för att öka noggrannheten. Pyrometern måste också vara försedd med någon form av utrustning för renblåsning så att man undviker att det optiska systemet blir nedsmutsat.

### Sugpyrometer

För kontrolländamål och tillfälliga mätningar kan man använda en så kallad sugpyrometer för att bestämma rökgastemperaturen, se Figur 1. Sugpyrometern är ett långt vattenkyllt instrument, som man kan föra in genom befintliga inspektionsluckor i pannväggen och nå de aktuella delarna av pannan för att mäta rökgastemperaturen. Gasen sugs med mycket hög hastighet förbi ett manteltermoelement, som omges av ett strålningsskydd för att minimera inverkan av strålningen. Sugpyrometern är inte avsedd för kontinuerlig mätning av rökgastemperaturen.



*Ursprungsartikel: Referens PentronicNytt 2013-3*

## **Vad mäter temperaturgivaren i en avfallspanna?**

*Utökad artikel:*

### **Mer om sugpyrometern**

**av professor Dan Loyd**

En sugpyrometer är inget driftsinstrument utan i första hand ett kontrollinstrument som används för att mäta rökgastemperaturen vid vissa tillfällen. Sugpyrometern är utformad som ett stålrör, som kan vara 4 – 6 meter långt för att göra det möjligt att nå och mäta i olika delar av en panna (pyrometern traverseras i pannan). Längden gör att det ställs stora krav på konstruktionens hanterbarhet och stabilitet. Rørets tvärsnitt kan vara cirkulärt eller rektangulärt. Den höga temperaturen i pannan, som är omkring 1000 °C, gör att instrumentet måste kylas med vatten för att kunna fungera i denna krävande miljö. Kylvattenflödet måste vara så stort att man undviker att vattnet kokar i instrumentet. Det mantlade termoelementet i sugpyrometerns framända omges av ett strålningsskydd i form av ett rör för att minska inverkan av strålningen – se Figur 1. Strålningsskyddet kan vara av stål eller keramik. Rökgasen sugas in genom røret med en mycket hög hastighet – omkring 100 m/s är en önskvärd hastighet. För att driva sugenheten används ofta tryckluft.

Termoelementet påverkas av värmefföde genom konvektion från den insugna rökgasen och genom strålningen dels från pannan genom inloppshålet i strålningsskyddet dels från själva strålningsskyddet. Det finns också ett axiellt värmefföde i termoelementet genom värmeledning till den kylda delen av sugpyrometern. Den höga gashastigheten gör att konvektionen kommer att dominera över strålningen, vilket gör att man i det närmaste mäter gastemperaturen. Man kan dock inte helt eliminera felet på grund av strålningens inverkan, men ju högre gashastighet man har desto mindre blir i princip mätfelet.

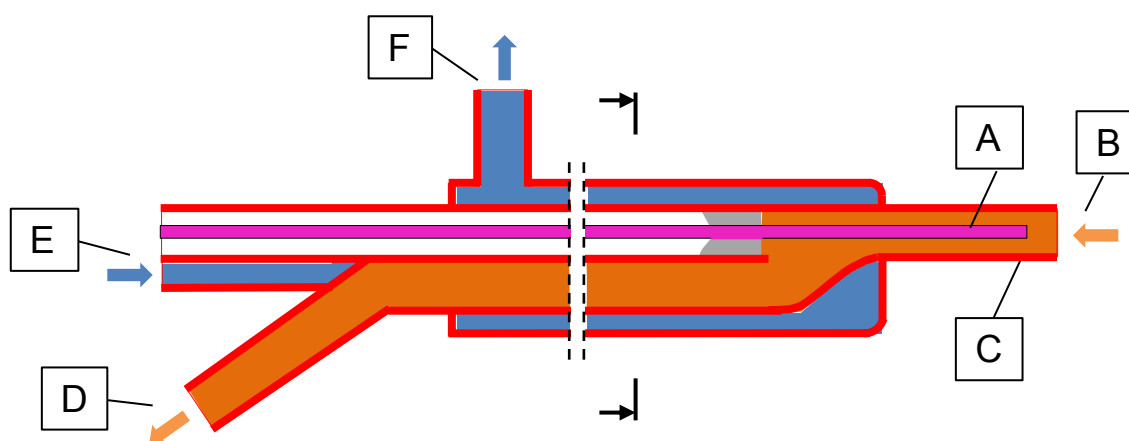
Strålningsskyddets värmebalans påverkas bland annat av konvektion från rökgasen inuti och utanför røret, strålning från flammor och bränsle, strålning till de kylda väggarna i pannan, strålning till termoelementet och värmeledning i skydds-røret till den kylda delen av sugpyrometern. Detta resulterar i att strålningsskyddet får en temperatur som avviker från rökgastemperaturen, vilket därmed påverkar termoelementet och mätnoggrannheten. Den höga gashastigheten gör också att termoelementet får en viss temperaturökning, när gasen bromsas upp till stillastående. Hur stort det totala mätfelet blir vid mätning av gastemperaturen beror av den enskilda mätsituationen.

Det är tyvärr inte möjligt att kalibrera en sugpyrometer i ett laboratorium, eftersom man har mycket svårt att efterlikna den situation som råder i en viss panna vid ett visst mättillfälle. Den temperatur som termoelementet mäter beror bland annat av rökgasens och strålningsskyddets temperatur. Den senare beror i sin tur av till exempel förbränningen i

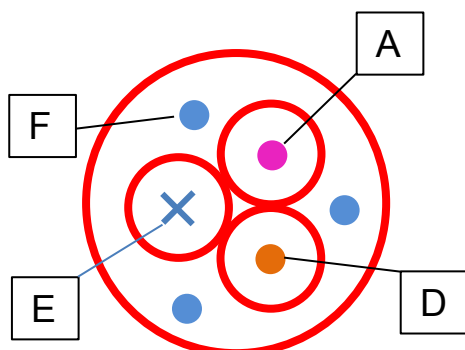
pannan vid mättillfället och sugpyrometerns aktuella läge i pannan. Det mantlade termoelementet som ingår i sugpyrometern kan däremot på vanligt sätt kalibreras på ett laboratorium. Den svåra mätmiljön i pannan gör att termoelementet måste kalibreras regelbundet. I sugpyrometrar är ofta termoelement av typ N att föredra framför typ K.

Den gas som sugs ut ur pannan genom instrumentet leds normalt till en utrustning för analys av rökgasens sammansättning. Genom att traversera sugpyrometern i pannan kan man på så sätt kartlägga förbränningen i pannan. Ett problem med sugpyrometern är att den lätt blir nedsmutsad, vilket reducerar gashastigheten och ökar mätfelet. Sugpyrometern är som nämnts ett kontrollinstrument och inget driftinstrument.

Mätning av gastemperaturen i en panna är ett komplicerat mätprojekt och man måste tyvärr alltid räkna med ett visst mätfel oavsett mätmetod. De störningar som uppträder varierar dessutom med tiden, vilket ytterligare komplicerar mätningen. Mätfelet vid en sugpyrometer kan lätt uppgå till flera procent av den uppmätta temperaturen även vid en mycket hög gashastighet runt termoelementet. Ju lägre gashastighet desto större blir mätfelet.



*Figur 1.*  
Exempel på sugpyrometer. A) Manteltermoelement, B) Inlopp för rökgas, C) Strålningsskydd för termoelementets spets, D) Utlopp för rökgas, E) Inlopp för kylvatten, F) Utlopp för kylvatten.



*Figur 2.*  
Tvärsnitt av sugpyrometern från markerat snitt i Figur 1.