



Förbränningsmotorn har ännu mer att ge med temperaturens hjälp



Sedan många år är motorutveckling ett av Pentronics kärnområden. Roland Gullqvist och Per Wilén konstaterar att väl genomtänkt temperaturmätning har förbättrat både bränsleekonomi och utsläpp rejält.

Fordonsindustrins tekniker har skapat förbränningsmotorer som ingen trodde var möjliga för bara 20-30 år sedan. Dagens motorer kramar ut dubbla kraften ur bränslet och orsakar betydligt mindre föroreningar. Med hjälp av bättre temperaturmätning finns ännu mer att hämta.

Förbränningsmotorn i olika versioner skapades på 1800-talet av herrar med namn som Otto och Diesel. Sedan dess har konstruktionerna dömts ut åtskilliga gånger. Men varje gång som marknad och lagstiftare har ställt till synes orimliga krav, har fordonsindustrin kommit med lösningar för såväl personbilar som lastbilar och bussar.

Och på samma gång som bränsleförbrukning och skadliga utsläpp minskat, har motorerna utvecklats till under av tillförlitlighet. För inte så länge sedan ansågs en personbilmotor vara mogen för renovering efter 10 000 mil. Nu är den motorn knappt inkörd.

– Fordonsindustrin har engagerade och mycket skickliga ingenjörer och tekniker, konstaterar Per Wilén, teknisk säljare på Pentronic med temperaturgivare för fordonsindustrin inom sitt område.

Pentronic är partner

Sedan många år är temperaturgivare för fordon i allmänhet och motorutveckling i synnerhet ett av Pentronics kärnområden.

Här ser man hur stora resurser läggs på att förfina förbränningsmotorn i olika versioner. – Temperaturen får en allt viktigare roll. Kravet är noggrannare mätningar i allt fler och mer svåråtkomliga punkter, säger Per Wilén.

Han har själv arbetat med fordonsindustrin i 25 år. På den tiden har temperaturen gått från att vara något som i huvudsak mättes i oljor, kylvätska, avgaser och liknande till att mätas på specificerade punkter i rörliga komponenter.

Ett exempel på en nutida mätpunkt är yttemperaturen på kolvens topp. Kolven rör sig upp och ned med mer än tusen slag i minuten.

Utformningen är viktigast

Pentronic har valt samma väg som motorutvecklarna och förfinat etablerade metoder, främst för konstruktion och tillverkning av Pt100 och termoelement. Utvecklingen ligger inte i själva mätprinciperna utan i hur givarna utformas och appliceras.

Det finns sällan temperaturgivare på lagerhyllan som uppfyller kraven. Istället utvecklas successivt speciella givare för olika mätningar. Men tack vare Pentronics upplägg för konstruktion och tillverkning blir insatser och kostnader rimliga.

Special som standard


– Vi har ett stort sortiment av underdetaljer som vi kombinerar och kompletterar för att

på ett kostnadseffektivt sätt bygga rätt temperaturgivare, förklarar Per Wilén.

Lägg därtill Pentronics mångåriga erfarenhet av mätningar i motorer hos flera tillverkare både av personbilar och tunga fordon. Ofta finns redan lösningen och behöver bara en mindre modifiering för att passa aktuellt fordon.

När den nya givaren visat sig fungera får den ett artikelnummer och blir lika enkel att beställa som vilken annan standardprodukt som helst.

Slutligen den fråga som hela tiden återkommer: Går det att utveckla förbränningsmotorn ännu mer?

– Det är jag övertygad om, svarar Per Wilén som med egna ögon ser vilka ansträngningar som görs för att skapa motorer som uppfyller dagens och framtidens krav. 



Fordonsindustrin har engagerade och mycket skickliga ingenjörer och tekniker, konstaterar Per Wilén, som här visar exempel på temperaturgivare för motorer.

Kurs på hemmaplan

Tycker du att en genomgång i temperaturmätning kunde behövas på företaget? Pentronic anpassar ett kurspaket på 1 till 3 arbetsdagar till dina förutsättningar. Passa på att diskutera mätuppkopplingar, kalibreringsrutiner och liknande med kursledarna. Läs mer på www.pentronic.se

Sveriges djupaste kunnande om temperatur



Pentronics produktspecialister. Fr v Hans Wenegård, Per Bäckström, Roland Gullqvist, Per Wilén, Boije Fridell, Michael Steiner, Mattias Hedlund och Jonas Bertilsson. På bilden saknas Margareta Forsberg

På bilden syns flertalet av Pentronics tekniska försäljare. De representerar Sveriges bredaste kunnande om industriell temperaturmätning, många med mer än 25 års erfarenhet. Men djupet är ännu större.

Försäljningsorganisationen gör mer än säljer. Var och en är på samma gång produktspecialister inom minst ett område. På första sidan i detta nummer presenteras en av dem, Per


Wilén som är inriktad på fordonsindustri.

Produktspecialisterna är Pentronics gränssnitt mot kunden. De hämtar in kundernas önskemål, kartlägger förutsättningarna och hittar lösningar i samarbete med konstruktörer och produktion.

Pentronics ackrediterade kalibreringslaboratorium innebär att lösningarna kan kvalitetssäkras på högsta möjliga nivå.

Lägg därtill att Pentronic utbildar sina

kunder i mätningens och kalibreringens svåra konst. Resultatet blir en kedja av kompetens som börjar med en insiktsfull kund och utmynnar i rätt metod och rätt utrustning.

Pentronic är en av de få tillverkarna av mätutrustning i världen som erbjuder så stor bredd och så stort djup inom industriell temperaturmätning. 

Svenska temperaturkrav driver utvecklingen av resande loggrar

Svensk industri driver utvecklingen av resande loggrar med krav på allt noggrannare mätning i höga temperaturer. – Idag görs mätningar som ansågs omöjliga för bara några år sedan, säger Jonas Bertilsson, produktspecialist hos Pentronic.

En resande logger är ett komplett temperaturmätssystem som följer med produkten genom processen, t ex en ugn. Det består av en specialutvecklad logger i en värmeskyddande barriär. Till enheten är temperaturgivare kopplade som mäter direkt på produkten.

Efter färden laddas insamlade mätvärden över till en dator för analys. Mätvärden kan även överföras i realtid med telemetri.

– Noggrannhet och tillförlitlighet blir betydligt bättre, i synnerhet i höga temperaturer, jämfört med konventionella släptermoelement, säger Jonas Bertilsson.

Tunnast hittills

Pentronic representerar världsledande DataPaq. Deras utveckling drivs till inte obetydlig del av svenska företags krav vid ståttillverkning och värmebehandling.

Det tuffaste kravet är att minska dimensionerna på den värmeskyddande barriären. För att spara energi blir öppningarna in och ut ur ugnar allt mindre. Allt mer isolering gör det svårare att arbeta med andra mätlösningar.

Den hittills dominerande tekniken släptermoelement avvecklas i allt fler anläggningar

på grund av säkerhetsrisker och stora potentiella felkällor.

Naturlagarna sätter gränser för de fysiska dimensionerna på utrustningen. Därför utvecklar DataPaq hela tiden nya former av isolering och metoder för att absorbera energi. – Rekordet fram till nu är ett 60 millimeter tunt hölje som gör att loggern klarar 1200 °C i tio minuter, säger Jonas Bertilsson och visar ett exempel på hur det kan se ut.

Vakuüm och höga tryck

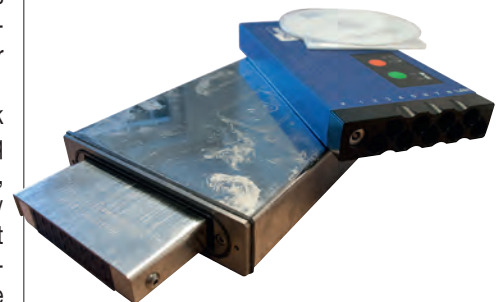
Men utmaningen är mer än värme, eller snarare hetta. Andra återkommande krav är att utrustningen ska klara vakuum, inert atmosfär eller höga tryck.

DataPaq har ett brett program av olika barriärer och loggrar som klarar mätningar i skiftande miljöer samt avancerad programvara för analys. I kombination med Pentronics kunnande inom temperaturgivare och kalibrering, blir resultat bättre mätning på ställen där det tidigare inte gick att mäta.

I Sveriges används tekniken i huvudsak för mätningar i höga temperaturer. DataPaq har även lösningar för industriell lackering, livsmedelsproduktion samt tillverkning av keramik och elektronik. Det som förenar att mätutrustningen följer med genom processen och mäter produkternas temperatur, inte omgivningens. 



Jonas Bertilsson visar den nya generationens tunna värmebarriär. Med den klarar loggern 1200 °C i tio minuter.



Datapaq erbjuder ett brett sortiment av loggrar, värmebarriärer och analysprogram.

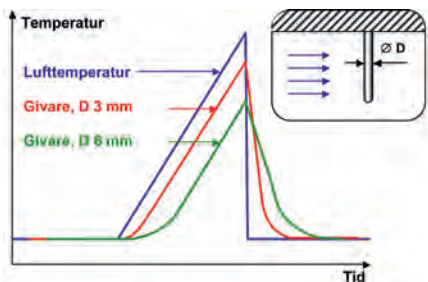
Probens diameter påverkar mätvärdet

FRÅGA: Vi mäter med relativt grova termoelement typ K i en luftkanal. Normalt använder vi manteltermoelement med ytterdiametern 6 mm. Med jämna mellanrum ökar luftströmningens temperatur från 50 °C till 150 °C under 3 minuter. Sedan återgår temperaturen momentant till 50 °C. Om vi mäter med ett tunnare handhållet manteltermoelement får vi en snabbare respons, men även en högre maxtemperatur. En grövre probe borde vara slöare än ett tunnare, men varför påverkas maxvärdet? Kan skillnaden bero av att vi använder olika instrument för att registrera temperaturen?

Per-Olov S

SVAR: När man mäter en temperatur som ändras i form av en ramp får man alltid en viss fördröjning, om man använder mantlade givare. Fördröjningen påverkas bland annat av givarens konstruktion, de ingående materialens termiska egenskaper och värmeövergångskoefficienten mellan den strömmande luften och givaren. Se figur. En mindre ytterdiameter hos givaren minskar fördröjningen och tvärtom. Se vidare [Ref 1].

Av figuren framgår också att den högsta uppmätta temperaturen blir lägre för den



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

**FRÅGA?
SVAR!**

grövre givaren än för den tunnare. En förutsättning för denna slutsats är bl a att de båda givarna omströmmas på samma sätt och att mätningen sker på samma plats i kanalen. Om man antar att lufthastigheten är 10 m/s kommer den grövre givaren att visa närmare 30 °C för låg temperatur efter 3 minuter. Motsvarande värde för en givare med diametern 3 mm är 10 °C. Givarens diameter kommer också att påverka beräkningen av medeltemperaturen. Om samma typ av mätningar skulle ske i vatten som strömmar med hastigheten 1 m/s blir mätfelet mindre än 1 °C för båda givarna.

Vid mätningen var den grövre givaren fäst i väggen och den andra handhållen, vilket kan ha påverkat mätningen även om den gjordes på samma sätt och på samma plats. För registrering av temperaturen användes olika typer av instrument. Även detta kan ha påverkat mätningen. I båda fallen är troligen inverkan av mindre betydelse i förhållande till inverkan av givarens ytterdiameter. Betydelsen av fördröjningen och det för låga mätvärdet är en annan intressant fråga. Något generellt svar på denna fråga finns tyvärr inte, utan det måste bedömas från fall till fall.

Se www.pentronic.se > Kundtidningen > Arkiv [Ref 1] Pentroniclytt 2012-1, sid 3

Läs mer på www.pentronic.se > Kundtidningen > Teknikartiklar > Exempel på värmeöverföring

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

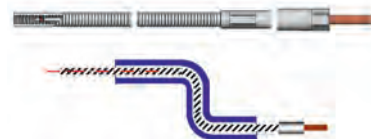
PRODUKT-INFO

Produktinformationen finns även på www.pentronic.se

Termoelement för svåråtkomliga mätställen

Om ett termoelementet måste ledas genom ett rör eller en kanal och mätstället befinner sig i rörets förlängning blir det svårt att styra en tråd- eller metallmantlad givare dit. Pentronic har konstruerat en temperaturgivare som byggs in i en fjäder och på så sätt behåller sin riktning utanför mynningen. Se den principiella figuren.

Det fjäderstyrd termoelementet mäter upp till ca 200 °C och används bl a i fordonsindustrin för att mäta genom oljemätstickans led rör. Givarens dimensioner kan anpassas inom vida gränser för olika ändamål.



Pentronic modell "Fjäderstyrt termoelement"

Inspektionssystem för kraftvärmepannor

LumaSense BoilerSpecation möjliggör ökad nyttjandegrad hos kraftvärmepannor. Inspektionssystemet visar på ansluten PC bilder av pannans slaggavsättningar och andra beläggningar. Därmed kan man under drift avgöra när rengöring verkligen behöver utföras. Pannans tillgängliga driftstid maximeras därmed och förbyggande underhåll kan göras innan t ex tuberna skadas.

Systemet underlättar även omställning mellan olika bränsletyper genom att t ex ansamlingar av aska kan upptäckas i realtid. BoilerSpecation mäter genom flammorna också värmefördelningen i förbränningsrummet.

För ytterligare upplysningar kontakta Pentronic.



Viktig information i ett kalibreringsbevis

Ett kalibreringsbevis från ett ackrediterat kalibreringslaboratorium innehåller en hel del information om mätmiljö, metod, m.m.

Trots all information så berör nästan alla frågor som kommer till oss nedanstående resultat tabell. Här kommer ett försök att räta ut några av de vanligaste frågorna.

- Temperaturnivå är de punkter vid vilka kalibreringen har utförts.
- Korrektion är hur mycket det på instrumentet

avlästa värdet ska korrigeras vid respektive kalibreringstemperaturer. Korrektionsfaktorn ska alltid adderas med tecken till det avlästa displayvärdet. Om displayen t.ex. visar 500 °C så blir således den "sanna" temperaturen 500 + (-1) = 499 °C

- Mätosäkerheten ska endast användas när man gör en fördjupad analys av sin egen totala mätosäkerhet.

– Kontakta oss gärna om något är oklart, säger laboratoriets chef Lars Grönlund.

Temperaturnivå, °C	Korrektion, °C	Total utvidgad*, mätosäkerhet, ± °C
0	0,0	0,15
100	+ 0,1	0,15
500	- 1	1
1000	- 3	1

*) Formellt korrekt uttryckssätt.



Hög temperatur, vilken termoelementtyp väljer jag?

Det finns flera standardiserade termoelementtyper som kan mäta höga temperaturer över 1000 °C. Vilka är de och på vilka grunder kan man välja? Här följer några synpunkter relevanta för exempelvis högtemperaturugnar och pannor.

Termoelement som i oxiderande miljö kan mäta temperaturer över 1000 °C är enligt standarden IEC 60584 de oädla typerna K och N samt de ädla S, R och B. Ädla betyder att platina är legerat med rodium i olika proportioner och ingår i termoelementtrådarna. Wolfram-renium-termoelementen C och D är avsedda för höga temperaturer i reducerande miljöer eller vakuum.

Termoelement degenereras

Det är inte bara maxtemperaturen som avgör valet av givartyp. Mätmiljön sliter på givarna dels genom mekanisk påverkan och dels genom kemiska angrepp. Vid hög temperatur är ett metallhölje inte helt förseglat mot inträngning av olämpliga molekyler som kan gå i förening med trådarna och degenerera utsignalen betydligt snabbare än vid lägre temperaturer.

Även termoelementets egna beståndsdelar kan börja reagera med trådarna vid hög temperatur. De ädla typerna R, S och B kräver för bästa resultat mycket ren keramik (Al₂O₃) för att isolera trådarna från varandra,

därefter ett bottnat yttre skyddsror. Se figur 1. Här gäller samma sak att degenererings-hastigheten hos termoelementet bestäms till stor del av renhetsgraden hos isolerstav och skyddsror [Ref 1].

Metallmantlad kabel

Metallmantlad kabel, s k manteltermoelement, används oftast vid typerna K och N. [Ref 2]. Metallhöljet, isoleringen och trådarna själva kan interagera vid högre temperatur och därmed degenerera utsignalen. Se figur 2. Metallen är ofta Inconel 600 och isoleringen består av hårt komprimerad magnesiumoxid, MgO plus en liten andel föroreningar. MgO har många utmärkta egenskaper men tappar isolation med ökande temperatur. [Ref 3].

Även i termoelementtrådarna, särskilt i typ K, ingår ett otal spårämnen som kan degenerera mätresultatet. Detta och försämrade isolationsegenskaper vid hög temperatur gör att de oädla termoelementen K och N är begränsade till ca 1200 °C för praktiskt bruk vilket är nära metallernas smältpunkt. Diametrar under 4,5 mm bör undvikas. Man kan använda yttre skyddsror av högtemperaturstål för att förlänga drifttiden.

Också platinatermoelementen R, S och B finns att få i form av metallmantlad kabel. Uppbyggnaden är lika den för oädla termoelement med mantel som kan vara av Inconel 600 eller platina.

Undersök drifttiden

Förutom att de ädla termoelementen R/S och B är noggrannare än de oädla betingar de ett högre pris främst beroende på platinan. Ädelmetallen har dock ett skrotvärde värt att beakta. Den nödvändiga keramiken är känslig för hastiga temperaturändringar och mekanisk överkan. Mäter man kring 1000 °C kan det vara värt att jämföra med oädla termoelement som N eller K. In-situ-kalibrering är ett bra sätt att undersöka efter vilken drifttid ett termoelement degenererats utanför acceptabel avvikelse. [Ref 4]. Skulle drifttiden bli tillräckligt lång kan tätare utbyten av oädla termoelement bli ekonomiskt fördelaktigare än att använda de ädla givarna.

Figur 3 visar toleranser för aktuella termoelement. Toleransavvikelser kan i viss mån kalibreras bort. Termoelement typ K och N bör inte kalibreras utan bytas ut mot nya, se [Ref 4]. Typerna R, S och B är stabilare än de oädla i motsvarande temperaturer. Därmed kan kalibrering vara till nytta. Valet av högtemperaturgivare beror av många faktorer.



Se www.pentronic.se > Kundtidningen > Arkiv

[Ref 1] Se StopExtra 2006-2 sida 4

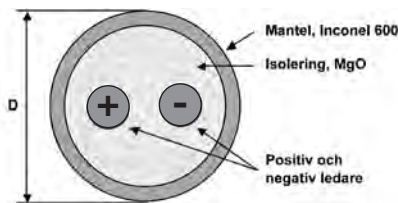
[Ref 2] Se StopExtra 2004-5 sida 4

[Ref 3] Se PentronicNytt 2012-1 sida 4

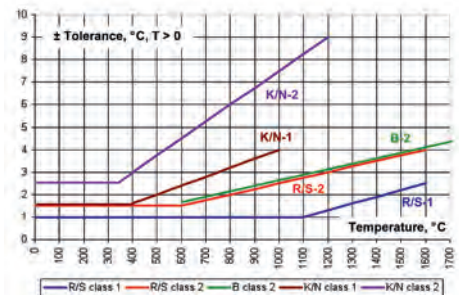
[Ref 4] Se PentronicNytt 2012-1 sida 4



Figur 1. Typisk uppbyggnad av termoelementtyperna R, S och B. Mätinsatsen innehåller ädelmetalltråd med diameter 0,5 mm för längre drifttid. Den keramiska insatsen skyddas av ett yttre bottnat keramiskt rör. En hals i stål ger stadga och fäste för klämförskruvning, fläns eller liknande.



Figur 2. Manteltermoelement i tvärsnitt. Manteltjockleken är ca 0,1D och tråddiametern ca 0,2D. Varianter med dubbla separata termoelementkretsar finns också.



Figur 3. Toleranser för termoelement K, N, R/S och B i klass 1 och 2 enligt IEC 60584 för temperaturer större än 0 °C. Observera att mätområdena är olika begränsade. Typerna R och S ger kortare livslängd över 1300°C. B finns bara som klass 2 och signalnivån börjar öka från nära noll först vid 600 °C men i gengäld kan vanliga kopparledare användas från kopplingshuvud till mätutrustning.

Har du synpunkter eller frågor, kontakta Hans Wenegård: hans.wenegard@pentronic.se

Aktuella temperaturkurser

Kurstillfällen i Västervik

- ST 1 17–18 oktober 2012
- ST 1 7–8 november 2012
- ST 2 20–22 november 2012

Se www.pentronic.se > Utbildningskurser för senaste information om kurstillfällen.

Kurstillfällen på din hemmaplan

Kontakta oss om temperaturkurs på ditt företag.

Pentronics produktprogram

- Temperaturgivare
- Kablar - kontakter - paneler
- Temperaturtransmittar
- IR-pyrometrar
- Handhållna temperaturmätare
- Temperaturindikatorer
- Reglerutrustning
- Dataloggrar och skrivare
- Kalibreringstjänster och -utrustning
- Utbildningar i temperaturmätning och -kalibrering
- Flödesmätare
- Fukthalts- och tjockleksmätare

Fler papperstidningar?

Vill du eller din kollega ha gratis prenumeration på pappersversionen av PentronicNytt? Maila oss namn och postadress till arbetsplatsen.



SE-590 93 Gunnebo, Sweden
 Fax. +46 490 237 66, Tel. +46 490 25 85 00
info@pentronic.se, www.pentronic.se

PentronicNytt 2012-3