

EKSOSTERMOMETER (EGT)

EKSOS SYSTEMET PÅ MIKROFLYMOTORER

AV KAILLYCHE

Innledning.

Under besiktning av motorinstallasjonen i mikrolette fly, blir det ikke sjelden konstatert nye og kreative plasseringer av senderen til eksostermometeret. Dessuten viser det seg at det ofte foreligger feilaktige forestillinger om hva instrumentet egentlig måler, og hva det kan fortelle fartøysjefen. Det synes derfor som om det kan være på sin plass med en oppsummering av de enkle retningslinjene som finnes vedrørende bruk, montering og vedlikehold av instrumentet.

Instrumentet

Stadig flere mikroflymotorer blir utstyrt med et eksostermometer. Delvis fordi mange motorer etter hvert er blitt utstyrt med komplekse forgassertyper som kan opprettholde korrekt blandingsforhold luft/bensin i hvert fall opp til en hvis flygehøyde og det derfor er nødvendig å overvåke denne komponenten, men også fordi eksostermometeret er velegnet til å gi flygeren en ide om den termiske belastningen på motoren.

Belastning

'Termisk belastning' er et uttrykk for hvor mye arbeid vi avkrever motoren. Turtall er en parameter; men også forhold som gasspådrag, propellerstigning, flyets stilling i luften, eksos mottrykk og – temperatur, temperatur på forbrenningsluften, forgasserens dysebestykning og trykkfallet foran forgasseren (over luftfilter og innsugningskanal) osv., osv., har innvirkning på motorens effektive middeltrykk (Pme) og spiller sammen i en endeløs rekke av variasjoner.

Det kan også være av interesse å være klar over, at fordi firetakere har et eget spyleslag til å tømme sylindere for de varme eksosgassene, er de mer tolerante ovenfor variasjon i termisk belastning enn totakere. "Om flygeren i et fly med totakter ikke har noen ting å gjøre, så har han to ting å gjøre: sjekke eksostermometeret og se etter et egnet landingsområde", sa en gammel og forsiktig instruktør til meg engang.....(Blir totaktsmotoren imidlertid benyttet under kriterier den er beregnet for, er den selvsagt like driftssikker som alt annet).

Hensikt.

Eksostermometerets (engelsk: EGT- Exhaust Gas Thermometer) oppgave er å overvåke to parametere:

- At forgasseren er justert korrekt og at den dermed gir riktig luft/brennstoff blanding. Fokus skal særlig være rettet mot å unngå en for mager blanding (overskudd av luft/underskudd på bensin), som medfører for høye eksostemperaturer. Dette kan etter kort tid bevirke motorhavari.
- At forgasseren fortsetter å fungere korrekt, også etter lengre driftstid. De elendige bensinkvalitetene vi etter hvert blir avspist med kan medføre slitasje på meget nøye kalibrerte dyser, hvilket bevirker funksjonsforstyrrelser. Vår kalde vinterluft medfører også en sesongbetont endring av blandingsforholdet med påfølgende høye eksostemperaturer, og noen tar overilet konsekvensen av dette ved å eksperimentere med forgasserens standard dysebestykning.

Mange motor produsenter oppgir derfor grenseverdier for eksostemperaturen. Firetakere ligger rundt 700-850 grd.C., mens totakere ligger noe lavere. For flygeren er det imidlertid minst like viktig å notere seg plutselige avvik fra det normale. *Bemerk spesielt at eksostermometeret er mindre godt egnet til å overvåke øvrige mulige driftsforstyrrelser i sylindere; det være seg tenningsvikt (på motorer med dobbelt tenningsystem), utette ventiler, gjennomslag, fastsittende stempelfjærer, slitasje, skjæring osv.*

Forgasseren

I og med at eksostermometeret skal overvåke forgasseren og dens funksjon, vil det her være på sin plass med en kort repetisjon av forgasserens systemer.

Samtlige forgassere har i prinsippet 5 hovedsystemer: choke/startforgasser, tomgang, lavlast, del last og full last. På nåle-forgassere som nå ofte benyttes på mikrofly motorer, er lav last- og del last systemet slått sammen til en nåle-dyse. Mengden av bensin som strømmer ut igjennom dysen, reguleres av en nål med meget nøye slipt konitet. Jo høyere nålen løftes i dysen, jo mer areal blir frigitt i dysen og jo mer bensin kan blande seg med luft.

Nåledysen regulerer ”cruise” området vårt. Når nålen er løftet opp til hvor den slutter å regulere bensintilførselen, vil motoren ligge på rundt 75 % belastning. I området rundt 65 % belastning går motoren mest økonomisk. Dette vil manifestere seg i form av relativt høye eksos temperaturer.

Over 65 % belastning, begynner også hoveddysen å fungere sammen med nåle-dysen, først bare litt og så mer etter hvert. Dette fordi at eksostemperaturen må senkes når motoren skal gå med 100 % belastning, hvor nåle-dysen ikke lengre har noen funksjon. Hoveddysen øker mengden av brennstoff i forhold til luft. Dette vil manifestere seg ved at eksostemperaturen går ned, selv om lasten på motoren øker. Variasjonen med lavere eksostemperatur på fullast enn på del-last, kan være vanskelig å lese av på måleren til enkelte motorer, mens endringen på andre er mer markant. Temperatur endringen er avhengig av hvor mye hoveddysen i realiteten endrer blandingsforholdet over mot ”rik”.

Plassering.

Enhver seriøs motorprodusent angir nokså nøyaktig i hvilken avstand fra topplokkets utløpsflens eksostermometerets sender skal plasseres. Veldig ofte (men ikke alltid!) er dette 4”-100mm. Forhold som sendertype, motorprodusentens standard utforforming av eksosanlegget (se mer om dette i det nedenstående), rørdiameter og motorens øvrige driftsparametere er av betydning her. I slike tilfeller er det en fordel å innhente nøyaktige opplysninger om eksakt plassering, slik at de verdiene som instrumentet måler kan sammenliknes med motorprodusentens data.

Ofte gjør motorprodusenten det enklere for installatøren. En velkjent produsent av totakts-motorer utsyrrer eksosrøret med påsveiste stusser for senderen, så her er det bare å stikke senderen ned i på foreskrevet plass.

Følerlengde.

I de tilfellene der motorprodusenten leverer med sender til eksostermometeret, er det denne som skal benyttes. Imidlertid overlates det ofte til eier/bruker å anskaffe eksosystemets overvåkning selv. Dessverre viser det seg at det da fra tid til annen kjøpes følere med feil lengde. En tommelfinger regel kan være at føleren skal stikke 50-75% av diameteren ned i røret. For kort sender, og resultatet vil være misvisende temperaturindikasjon på instrumentet. Om giveren derimot er så lang at den tar borti rør godset på motsatt side av der den er montert, kan det skje at instrumentet ikke indikerer verdi i det hele tatt. Om etter første oppstart etter montering dette skulle være tilfelle, har første reaksjon til enkelte vært å legge hånden på eksosrøret for å kjenne om røret er varmt. *La det ikke være tvil: har motoren gått, er røret varmt; meget varmt! 2. grads forbrenninger er ikke hyggelige!*

Sendere til eksostermometere står montert i særdeles krevende omgivelser; det er ikke til å unngå at de går i stykker fra tid til annen og derfor må skiftes ut. Pass da på at senderen erstattes med en av samme type (det finnes to: ”J”- og ”K” type), og at den har samme lengde som den originale.

Følerantall.

Som tidligere nevnt er det eksostermometerets oppgave å overvåke forgasseren. Er det bare montert en forgasser på motoren, trengs det i prinsippet bare et termometer. Så sant det benyttes eksosanlegg fra motorprodusenten, angir denne da også veldig ofte på hvilket rør senderen skal monteres; som oftest det varmeste.

Forholdet er imidlertid også, at motorprodusentene ikke alltid fremstiller eksosanlegg selv, eller at motorprodusentens anlegg ikke passer særlig godt til en gitt installasjon, eller også at motorprodusentens eksosanlegg blir uforholdsmessig kostbart for flyprodusenten. Eksosanlegget kan da bli levert av flyprodusenten, eller det overlates til operatøren å montere et egnet anlegg selv (mindre vanlig etter hvert; kravene til støyreduksjon er per dato så høye, at det må forskes på dette området). Dette stiller igjen krav til vedkommende som skal montere giveren, og kreativiteten vil ofte ingen ende ta. I tvilstilfeller er det, som så ofte før, lurt å spørre før arbeidet påbegynnes.

Om motoren er påmontert to (eller flere) forgassere, må det monteres tilsvarende antall termometre. Et godt eksempel her kan være en firetakts boksermotor fra en kjent produsent; motoren er utstyrt med to forgassere, hvor hver forgasser mater opp hver sin side av motoren. Her gjelder som anført ovenfor: et termometer per forgasser. Det bør også være termisk symmetri i plasseringen; senderne monteres på de

varmeste rørene. Om ikke produsenten eller andre kan hjelpe med å finne ut hvilke rør som er varmest, må dette prøves ut. Viser det seg at f. eks. høyre forre og venstre bakre sylinder oppviser de jevneste og varmeste verdiene, settes senderne her.

Imidlertid oppleves fra tid til annen en situasjon der installatøren har valgt å montere inn 1 stk. sender per sylinder, muligens med det i tankene at om to er bra, så er det bedre med fire. *Denne praksisen må det være tillatt å stille et spørsmålstejn ved; ofte vil det ikke bli oppnådd noe annet enn å forvirre fartøysjefen.* Årsaken er at eksostemperaturen på multisylindrede motorer kun i et meget begrenset antall tilfeller kan være helt identisk for motorens samtlige sylindere. Parametere som utformingen av innsugnings manifoldet og strømningsforholdene her, samt hvor i tenningsrekkefølgen sylindere ligger og det momentane turtallet, har stor innflytelse på hvilken belastning sylindere går med og den resulterende eksostemperaturen..

I tillegg er det å bemerke, at også eksostermometere har produksjonstoleranser. Innbyrdes avvik som følge av dette på opptil 25-50 grd.C., må ofte være å betrakte som innenfor normalen.

Det presiseres særlig, at diskusjonen i de ovenstående avsnitt hele tiden har dreiet seg om forgassermotorer. Når vi engang i en forhåpentligvis ikke for fjern fremtid blir tilgodesett av de herrer motorprodusenter med MPI- motorer (Multi Point Injection; en innsprøytningdyse per sylinder), vil dette forholdet endres. Hver dyse er å betrakte som en "liten forgasser", og krever derfor hver sin overvåkning.

Utforming av eksosanlegget

Eksosanleggets utforming har stor innflytelse på verdiene som kan leses av på eksostermometeret. Som nevnt tidligere monteres giveren normalt sett 100mm fra topplokkets utløpsflens. Dette gjelder imidlertid bare om eksosanlegget er noenlunde rett i dette området. Om det viser seg at det akkurat her er et bend i anlegget, kan det være uvisst hva slags verdier som leses av. Normalt vil ikke bend på 15grd. ha særlig innflytelse, men allerede 30grd kan gi utilsiktede avvik. Bend med vinkling 45- og 90grd gir helt sikkert feilavlesning. En tommelfinger regel for vanlig installasjonspraksis er at giveren monteres i et område hvor det minst er en lengde på to rørdiameter rett rør (og gjerne mer) på hver side av giveren.

I tillegg til at bend i et eksosanlegg medfører feilavlesning, vil de også bevirke øket eksosmottrykk. Vanligvis regner en med at et stk. 90grd. 2D-bend gir samme strømningsmotstand i anlegget som 16 ekvivalente lengder rett rør. Om anlegget ikke er levert av motorprodusenten, er det derfor på sin plass å kontrollere at eksosmottrykket ved full last holder seg under den grenseverdien som er satt. Dette kan enkelt utføres med et søylemanometer; eksosmottrykk måles vanligvis i mmVS (millimeter Vann Søyle). 1000 mmVS må betraktes som mye; 500mmVS vil være en mer normal verdi. Turbomotorer er særdeles ømfintlige for høyt eksosmottrykk. Fremgangsmåten blir i prinsippet den samme som når fartsmåleren kontrolleres. Så må flyet forankres, og motoren kjøres på bakken med fullt pådrag til maks. statisk turtall under målingene. NB! Sikkerhetsregler!

Øket mottrykk gir selvsagt også øket eksostemperatur. I den senere tid har det ikke vært uvanlig å levere de mest høyverdige flyene med såkalte "kvartpuls" eksosanlegg. Hensikten er å utforme eksosanlegget slik, at det ved å avstemme rørlengdene i anlegget ved et bestemt motorturtall (cruise) minsker mottrykket og dermed forbedrer gassutvekslingen i sylindere, og dermed avgitt effekt. Rørene i slike anlegg må nødvendigvis bli lange, og det kan være et problem å få plass til alt sammen under motordekslet. En må ty til bend for å få plass til "tarmen", med øket mottrykk som resultat. Vinningen kan gå opp i spinningen.

Oppsummering

Som det fremgår er eksostermometere relativt driftssikre og så sant de er montert korrekt, vil de vise tilnærmet korrekte verdier. Det er imidlertid av betydning for fartøysjefen å være klar over, at det er avviket fra normalen som er det vesentlige å legge merke til når det gjelder å forutse en mulig driftsforstyrrelse. Ikke stirre seg blind på verdien produsenten har oppgitt!

Ingen motor tåler å gå med feilaktig blandingsforhold. For mager bensin/luft blanding kan raskt medføre omfattende motorskader, mens en fet blanding vil bevirke nedkoksing over tid.

Kai Lyche