

Traduzione dell'articolo "ROUGH ENGINE" di Mike Busch tratto dalla rivista Sport Aviation di novembre 2013.

CAPIRE LE CAUSE SOTTOSTANTI LA RUVIDITÀ DEL MOTORE.

CAUSE DELLA RUVIDITÀ DEL MOTORE.

SOMMARIO

Spiegazione adeguata delle ragioni per cui il motore, a volte, non sembra girare con sufficiente fluidità e che non sono imputabili alla pompa AC. L'autore mette in guardia il pilota dall'affidarsi a un meccanico, per quanto esperto, senza fornirgli gli elementi per ricercare le cause del difetto e che, soprattutto, non gli consentono di riprodurlo a terra; si rivolge soprattutto a coloro che installano un sistema di monitoraggio del motore. Il problema, molto noto in campo automobilistico, è di quelli con cui, in mancanza di difetti o avarie evidenti o errori di condotta, il pilota deve convivere.

Uno dei difetti più comuni riferiti dai piloti o dagli operatori è la ruvidità della rotazione del motore. Se essa può essere ripetuta durante il funzionamento a terra, allora il meccanico può avere qualche probabilità di eseguire una ricerca sistematica.

La maggior parte delle volte, però, la ruvidità è apprezzabile solo in volo. Qualora il meccanico non possa riprodurre il problema a terra, può solo fare ipotesi e sostituire parti, eseguire del lavoro, spendere soldi per il problema e sperando di essere fortunato. Chiamiamo questo processo shotgunning (sparare nel mucchio) ed è ciò che tutti gli operatori di velivoli vogliono evitare ad ogni costo. Il modo per evitarlo è, naturalmente, di non mettere mai il vostro meccanico nella condizione in cui debba indovinare ciò che non funziona.

Non riesco a contare le volte in cui dei componenti costosi, come i magneti e le pompe combustibile, sono stati revisionati o sostituiti nel tentativo di eliminare la ruvidità del motore. Sono generalmente i tentativi disperati dei meccanici che non hanno più idee. È un peccato, perché non c'è quasi alcuna possibilità che un difetto alla pompa AC determini il funzionamento non rotondo del motore ed è rarissimo che un magnete causi il funzionamento ruvido del motore.

Che determina la ruvidità?

È importante comprendere che la ruvidità del motore è un sintomo molto specifico che è quasi sempre dovuto a una precisa ragione: i cilindri non producono tutti la stessa quantità di potenza. Ecco che la causa sottostante la non regolarità della rotazione dev'essere qualcosa che coinvolge un cilindro in modo differente da un altro.

Se ci pensate un momento, non c'è motivo per cui la pompa AC possa influire su un cilindro in modo diverso da un altro. Se la pompa non fornisce abbastanza pressione, il motore perde potenza o si riscalda, ma riguarda tutti i cilindri nello stesso modo, per cui non può essere la causa dell'irregolarità. Lo stesso vale per tutti i componenti, con la sola eccezione degli ugelli sui motori a iniezione. Dato che un getto chiuso, sporco o difettoso interessa un solo cilindro, questo è il primo sospetto per un motore a iniezione che gira ruvidamente.



Figure 1—If your engine is running rough, it's almost certainly not the fuel pump's fault.

Similmente, pressoché tutti i magneti coinvolgono ugualmente tutti i cilindri, per cui i problemi dei magneti raramente sono implicati nella ruvidità del motore. Se quest'irregolarità è correlata con l'impianto di accensione, il colpevole è quasi sempre da ricercare in qualcosa che riguarda solo un cilindro. Molto spesso si tratta di una candela guasta; talvolta è un cavo d'accensione in condizioni non buone o della molla di contatto.

Generalmente il modo più rapido per diagnosticare la causa è di scaricare i dati dal sistema digitale di monitoraggio del motore e di analizzarli (o farli analizzare). Avete un simile impianto a bordo, non è vero?

Maldistribuzione della miscela.

Una lamentela frequente è che il motore gira bene con miscela ricca ma diventa ruvido impoverendola, specialmente con miscela lean-to-peak (LOP). La causa è invariabilmente che i cilindri stanno funzionando con differenti rapporti aria-benzina, fenomeno chiamato distribuzione disomogenea della miscela.

In un motore perfetto, tutti i cilindri dovrebbero girare con lo stesso esatto rapporto aria-benzina, ma in realtà ciò non capita mai. C'è sempre un cilindro che funziona più impoverito, un altro che gira troppo ricco e il resto che funziona quasi tra i due estremi. Misuriamo questa disomogeneità calcolando la differenza tra il flusso di combustibile dove il cilindro più povero

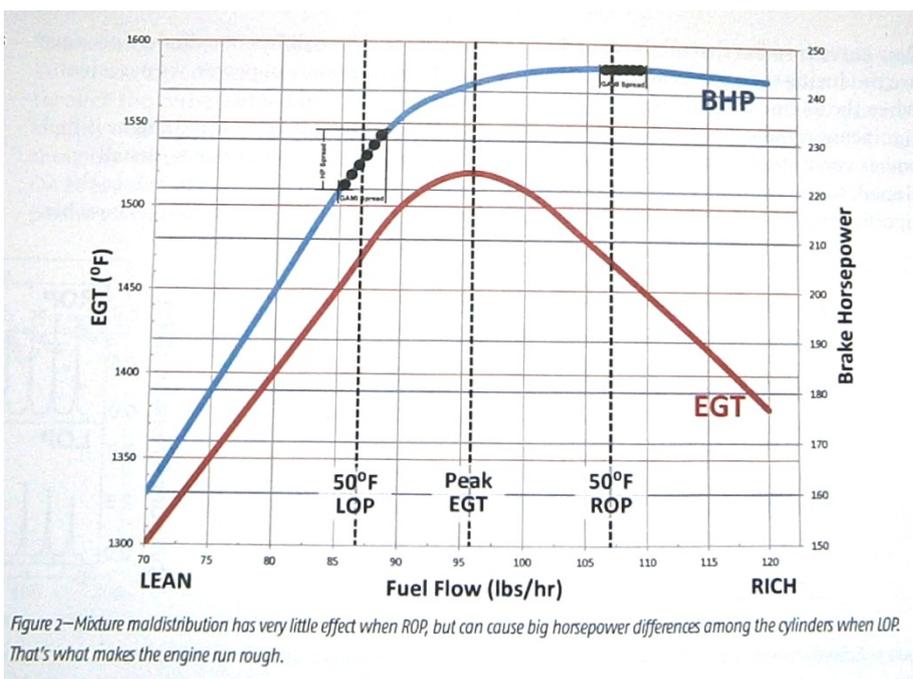


Figure 2—Mixture maldistribution has very little effect when ROP, but can cause big horsepower differences among the cylinders when LOP. That's what makes the engine run rough.

raggiunge il picco di EGT e quello del cilindro più ricco che raggiunge il picco di EGT. Questa differenza di flusso è chiamata GAMI e vogliamo che sia la più piccola possibile, preferibilmente non superiore a 1/2 gph o 3 pph.

La figura 2 mostra che cosa succede se la cattiva distribuzione della miscela è significativa, come

avviene di solito nella maggior parte dei motori a carburatore e con quelli a iniezione che non sono equipaggiati con getti regolabili (position tuned nozzle). Quando il motore funziona dal lato ricco dell'EGT (ROP), la maldistribuzione causa una ruvidità molto limitata perché la variazione di potenza con il flusso di combustibile è così piccola che tutti i cilindri producono la medesima potenza. Dall'altra parte, quando il motore funziona in LOP, si presenta un'irregolarità significativa perché la curva potenza-flusso di combustibile è molto inclinata (la variazione della potenza con il flusso è elevata, ndt), pertanto il cilindro più smagrito sta producendo molto meno potenza di quello più ricco. Quando cilindri differenti generano una quantità di potenza diversa, noi percepiamo come risultato il funzionamento ruvido.

Qual è la soluzione? Se il motore è a iniezione, la soluzione è semplice: installare dei getti regolabili per ridurre la differenza GAMI più prossima allo zero. Una differenza di 1/2 gph o 3 pph è già decente; inferiore è ancora meglio.

Se il motore è a carburatore, non abbiamo la possibilità di regolare i getti. Ma è normalmente possibile migliorare di molto la distribuzione con alcuni trucchi operativi. Una cosa che spesso aiuta un po' è di evitare il funzionamento farfalla tutta aperta. Riducendo la farfalla da una posizione tutta aperta a una sufficiente a ridurre lievemente la MAP (se l'elica è a giri costanti) oppure a ridurre gli RPM di un po' (se l'elica è a passo fisso), il "circuito di arricchimento" del carburatore è ingannato e si introduce della turbolenza nel flusso d'aria attraverso la gola del carburatore dalla farfalla poco chiusa. Altro caso che aiuta sovente, specie quando l'OAT è bassa, è l'applicazione parziale del riscaldamento dell'aria al carburatore.

Questi trucchi operativi sono utili specialmente sui Continental O-470 installati sui Cessna 182, che sono noti per avere una pessima distribuzione della miscela. Molti Lycoming a carburatore, specialmente i quattro cilindri, hanno una distribuzione un po' più decente.

Migliore è la distribuzione della miscela, cioè più bassa è la differenza GAMI, più smagrito può funzionare il motore prima che ci accorgiamo di una sgradita ruvidità.

La variazione intrinseca di ogni ciclo.

Altra fonte della ruvidità del motore è costituita dalla variazione intrinseca di ogni ciclo (cycle-to-cycle variation o CVV). Questa si riferisce al fatto che ogni successivo evento di

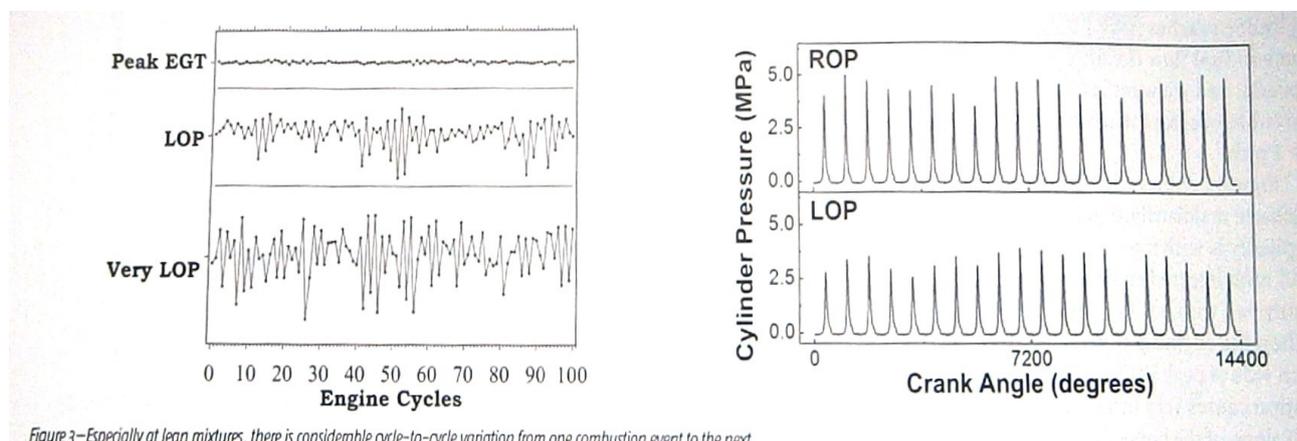
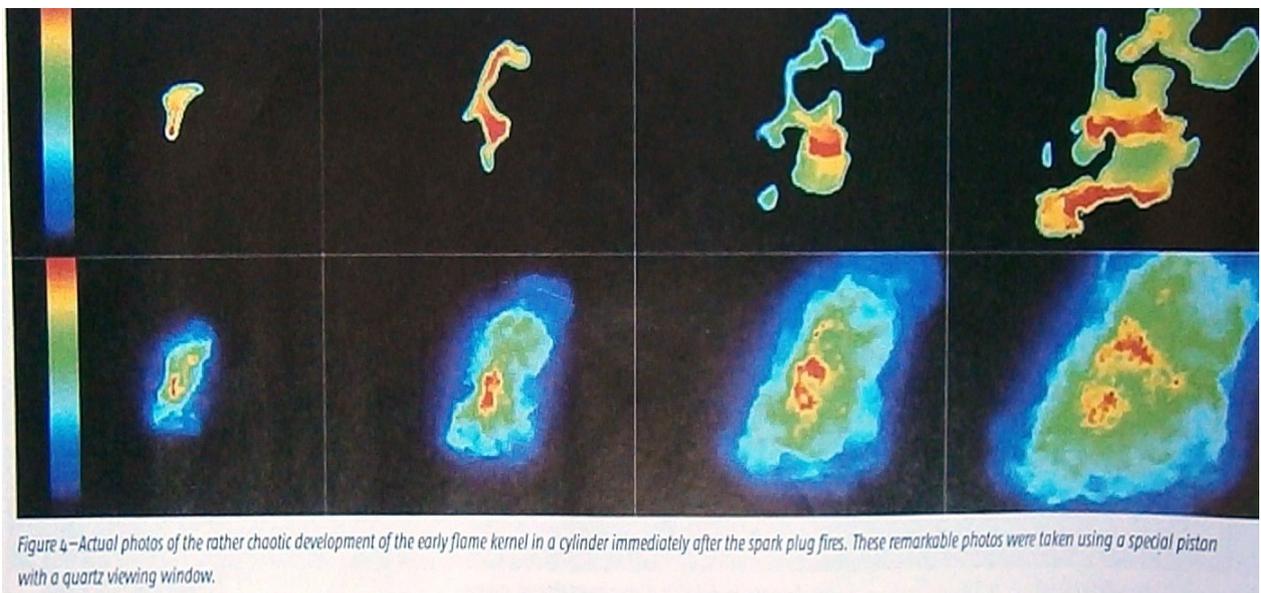
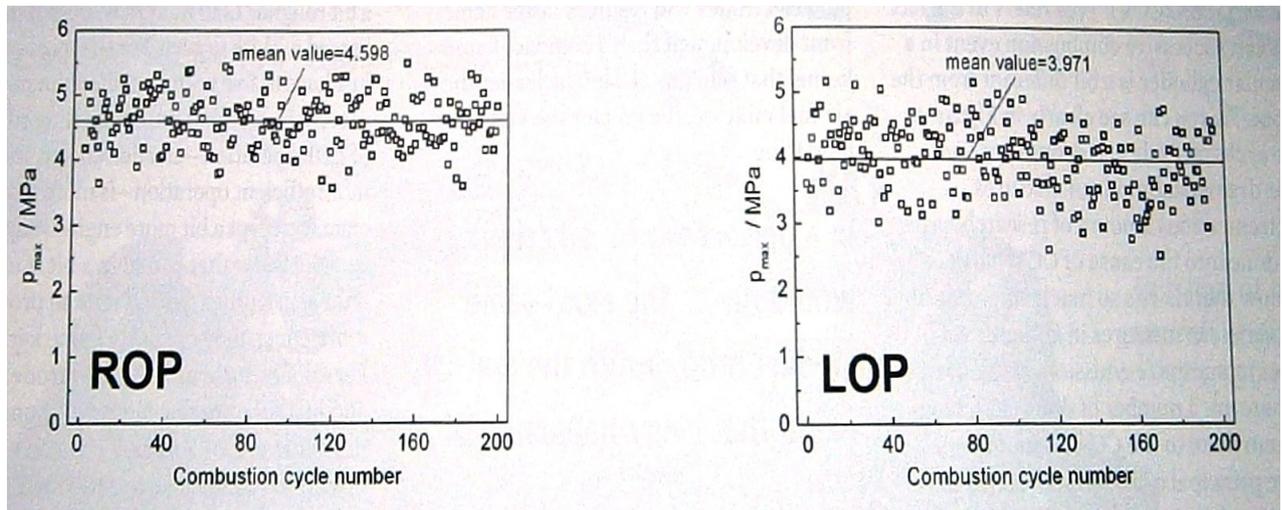


Figure 3—Especially at lean mixtures, there is considerable cycle-to-cycle variation from one combustion event to the next.

combustione in un cilindro particolare è un po' differente dall'ultimo. Come si può vedere bene dalla figura 3, queste variazioni cicliche aumentano alquanto notevolmente con le miscele magre.

Una quantità enorme di ricerche sono state eseguite per capire la causa del CCV, specialmente ora che c'è una notevole attenzione nell'uso di miscele poverissime nei motori automobilistici per contenere le emissioni. Ne è derivato che ci sono numerosi fattori differenti che contribuiscono al fenomeno del CCV.

La causa principale del CCV sembra essere la modalità veramente caotica in cui la scintilla, che scocca tra gli elettrodi della candela, accende la miscela locale di aria-benzina nella propria immediata vicinanza per creare un primo innesco che alla fine diventa un fronte di fiamma. Il flusso gassoso locale in vicinanza della candela e la non uniformità del rapporto aria-benzina in questa zona al momento dell'accensione contribuiscono all'elevata variabilità e imprevedibile combustione nei primi millisecondi dall'evento dell'accensione. La figura 4 offre una buona visione di come questo processo sia caotico e imprevedibile.



La forma e la disposizione dell'innesco della fiamma ha un notevole effetto sulla propagazione del fronte di fiamma durante il rimanente evento di combustione. Un innesco di fiamma allungato che si estende lontano dagli elettrodi della candela determinerà uno sviluppo del fronte di fiamma più veloce rispetto a un innesco compatto che rimane chiuso. Quanto più magra è la miscela aria-benzina, maggiori saranno le variazioni.

Altro contributo significativo al CCV è il fatto che non è mai possibile per il motore espellere il 100 per cento dei residui dei gas combusti attraverso la valvola di scarico al termine dell'evento di combustione. C'è sempre una piccola quantità rimasta nel cilindro quando inizia il ciclo successivo. Se il fronte di fiamma inizia con lentezza, la combustione sarà incompleta e ci sarà della benzina non bruciata all'inizio del ciclo successivo. Il che determina che la successiva combustione inizierà con una miscela più ricca del normale, causando un tempo di combustione più rapido e una quantità di residui non bruciati inferiore agli altri eventi. L'effetto della frazione residua può causare aumenti e riduzioni alterni dei picchi di pressione nella camera di combustione durante i cicli successivi, specialmente con le miscele magre.

CCV aiuta a capire perché i motori girano sempre in maniera un po' più ruvida in LOP che in ROP, anche se la differenza GAMI è quasi nulla. Per la maggior parte delle volte, dobbiamo convivere con questo fenomeno e accettare il fatto che i vantaggi determinati dal funzionamento LOP, operazioni più pulite meno calde e molto più efficienti, sono più che sufficienti per accettare un funzionamento più ruvido del motore.

Una cosa che può aiutare un poco è l'uso di candele con un buon filamento, che tenda a determinare un innesco di fiamma più consistente. Personalmente, mi servo di candele con filamento massiccio e tollero una piccola rigidità aggiuntiva in crociera LOP. Non mi posso trattenere da spendere quasi 100\$ per una candela con un buon filamento. E ancora, volo con un bimotore che ha 24 candele e sono un avaro di classe mondiale. La vostra percorrenza può essere diversa.