

Traduzione dell'articolo "DON'T FAIL ME NOW" di Mike Busch tratto dalla rivista Sport Aviation di luglio 2010.

Come e perché le valvole di scarico si rompono.

LE AVARIE DELLE VALVOLE DI SCARICO.

SOMMARIO

Intervento, diviso in due articoli, dedicato all'esame dei guai che capitano alle valvole di scarico di un motore e delle ragioni che li provocano. Particolare cura è posta a suggerimenti per la buona conduzione del motore e della comprensione del significato dei parametri motori e dei risultati delle ispezioni.

Ho avuto la mia prima esperienza dell'avaria di una valvola di scarico durante il volo, circa vent'anni fa. Il motore iniziò a girare con rugosità, come immaginate che si comporti un sei cilindri che giri a cinque. Dopo l'atterraggio, osservai che la pressione dell'alimentazione al minimo era alcuni pollici più elevata del solito, confermandomi che qualcosa non andava bene nel motore.

Una volta in hangar, rimossi il cofano motore e le candele superiori, eseguii la prova della compressione differenziale. Cinque cilindri erano a posto, ma uno forniva 0/80 con un uragano d'aria che usciva dal condotto di scarico. Bisognava smontare tutto.

Quando tirai via il cilindro del motore e guardai la valvola di scarico, mancava qualcosa (cfr. fig. 1). Un frammento della testa della valvola si era staccato ed era stato espulso. Per fortuna, fu espulso attraverso la valvola di scarico del compressore (wastegate), salvando la turbina del compressore stesso dalla distruzione.

FIGURE 1

This exhaust valve failed in flight, shutting down the cylinder.



Spedii via il cilindro per la riparazione. Ritornò indietro con una valvola di scarico nuova e qualche ripresa nella sede della valvola. Reinstallai il cilindro sul motore, dove sta funzionando benissimo dopo 20 anni e circa 3000 FH.

Caldo, caldo, caldo.

Le valvole di scarico sono i componenti più sollecitati del motore. Sono soggetti ad alte temperature, mentre si muovono avanti e indietro nella loro sede, senza il vantaggio della lubrificazione (poiché sono troppo calde per evitare la carbonizzazione dell'olio). Francamente, è sorprendente che durino così tanto.

Durante il picco di pressione e temperatura durante ogni combustione, la temperatura dei gas nella camera di scoppio raggiunge i 4000°F (2200°C, ndt), troppo elevato rispetto a quanto la valvola di scarico può sopportare. Fortunatamente, la valvola rimane chiusa durante questo tempo, cosicché l'energia termica assorbita dalla testa è trasferita rapidamente alla sede e poi alla testa del cilindro, dove è assorbita dalla grande massa termica e dissipata per mezzo dell'alettatura di raffreddamento (cfr. fig. 2). Questa caduta termica è essenziale per la sopravvivenza della valvola. Senza di questa, la testa della valvola si surriscalderebbe e si autodistruggerebbe rapidamente.

FIGURE 2

Cutaway of a cylinder's exhaust port, showing the exhaust valve, seat, guide, and cylinder head.



Quando la temperatura nella camera di scoppio è alta, il pistone (convertendola in energia meccanica) esce dal foro dello scarico con la riduzione della temperatura. La valvola è aperta per un modo di dissipare il calore secondario di calore è nei motori Teledyne C

Al termine del movimento preciso con la sede della combustione.

questo momento la sua energia termica alce oltre la valvola ed è molto rapidamente, perché quando la (nel cilindro) e il solo. Questo scambio (riempiti di sodio) che materiale).

volta con un contatto pressivo assalto della

Come si guastano le valvole di scarico.

I problemi delle valvole di scarico spesso causano ai gestori dei velivoli dei sensi di colpa. Perché la valvola è bruciata? Cosa ho sbagliato? I motoristi, spesso, contribuiscono a questo senso di colpa affermando che i piloti hanno impoverito troppo la miscela. Ragionamento molto spesso sbagliato.

La stragrande maggioranza dei problemi alle valvole di scarico è dovuta al gioco eccessivo nella sede della guida. Un limitato gioco è inevitabile e normale, dato che il materiale della guida è più morbido di quello della cromatura dello stelo della valvola che l'attraversa, e che i due sono in movimento relativo costante senza il beneficio della lubrificazione. Ma se la guida si usura

rapidamente, non riesce a mantenere la testa della valvola perfettamente centrata nella sua sede. Qui comincia il problema.

Se la testa della valvola e la sua sede non sono perfettamente concentriche, allora un punto della testa non chiuderà bene la sede, quando la valvola si chiude durante la combustione. Per prima cosa, il percorso del calore dalla testa attraverso la sede è interrotto, per l'interferenza di questa perdita sulla tenuta termica della testa. Secondariamente, piccole quantità di gas combusti caldissimi attraversano il punto che non fa buona tenuta. Il risultato è un "punto caldo" sulla testa della valvola.

Una volta che la valvola di scarico forma un punto caldo, le cose peggiorano rapidamente. Il metallo comincia a essere eroso dal punto caldo, facendo funzionare peggio la tenuta della sede, continuando a interferire sempre più con il percorso del calore e aumentando la perdita durante la fase più calda della combustione. Quando il punto caldo diventa abbastanza esteso, la testa comincia a deformarsi, quindi a peggiorare la tenuta e ad aumentare la perdita. Il deterioramento progredisce ad un ritmo sempre più elevato, finché il punto caldo diventa così caldo da far staccare alla fine un pezzo di metallo, a questo punto la compressione va a zero e il cilindro non funziona più (in gergo "swallowed valve").

Ultimo atto: una volta che il punto caldo si sviluppa, la valvola è condannata, la questione non è se si rompe, ma solo quando.

Guasto prematuro.

Tutte le valvole di scarico si guasteranno se saranno mantenute in servizio troppo a lungo. In un caso perfetto, la valvola, la guida e la sede dureranno fino al momento della revisione prevista (TBO) o più in là. Nel caso reale, non è sempre così.

Ci sono parecchi fattori che possono contribuire all'avaria prematura della valvola di scarico. Durante la costruzione/revisione/riparazione di un cilindro, se la guida non è alesata per mantenere perfettamente concentrica la testa della valvola con la sua sede, si può un punto caldo formare abbastanza presto. Per esempio, c'è una importante evidenza che la TCM ha avuto qualche difficoltà sulla concentricità della valvola sui cilindri costruiti alla fine degli anni 1990 e i primi del 2000, con il risultato di un'epidemia di valvole di scarico bruciate tra le 500 e le 700 FH.. La TCM ha cambiato le sue procedure di costruzione e i problemi sembrano superati.

Un altro elemento riguarda come la sede della valvola è rifinita e quanto ampia è l'area di contatto tra la valvola e la sede. Se l'area di contatto è troppo ampia, potrebbe non esserci una sufficiente pressione tra valvola e sede per rompere i depositi carboniosi che si formano sulla sede, specialmente quando il motore funziona a bassa potenza e/o con miscela ricca. Se la superficie è troppo ristretta, allora il trasferimento di calore dalla testa della valvola alla sede è compromesso e la valvola si scalda troppo, specialmente durante il funzionamento a elevata potenza e con miscela povera. Rifinire la sede di una valvola per ottenere la superficie ottimale di contatto può essere un'arte più che una scienza.

Se il motore funziona con miscela ricca, come durante il rullaggio e altre operazioni al suolo, allora il piombo, il carbone e altri materiali incombusti prodotti durante la combustione possono crescere sulla porzione dello stelo della valvola di scarico che entra nel foro di uscita,

quando la valvola si apre. Quando questa si chiude, il deposito viene spostato nella porzione bassa della guida della valvola, causando spesso un'usura accelerata della guida (bell-mouthing), specialmente nei motori TCM che montano delle valvole relativamente morbide. Come abbiamo visto, l'usura accelerata della guida della valvola generalmente comporta la formazione di punti caldi (valvole bruciate) e alla fine la rottura della valvola (swallowed valve).

In molti motori Lycoming e alcuni TCM che usano guide delle valvole relativamente dure, la formazione di depositi sullo stelo rende difficile la chiusura completa della valvola. Questo fatto può causare allora una perdita attraverso la valvola, determinando un punto caldo e, alla fine, la rottura della valvola. Quando la situazione peggiora abbastanza, il risultato è il bloccaggio della valvola che non chiude (lo stesso problema può essere determinato dalla corrosione della guida nei motori che non funzionano per lunghi intervalli di tempo). Il primo sintomo di questa condizione è, di solito, la "morning sickness" (nausea del mattino! ndr), quando il motore gira molto ruvidamente al primo avviamento, ma diventa rotondo quando le temperature dei cilindri raggiungono i valori operativi. Se il problema non è affrontato rapidamente, può comportare il bloccaggio in volo della valvola, che può determinare delle serie conseguenze: steli piegati, cammes rovinati o anche urti proprio sulla valvola quando il pistone colpisce la testa della valvola bloccata aperta. Le valvole bloccate sono abbastanza comuni sui motori Lycoming e sui TCM O-200 e O-300, ma sono rare sui motori più grandi della TCM.

Così contrariamente all'opinione comune, che la procedura di smagrimento usata dal pilota produce ha un'influenza limitata sulla bruciatura, sul bloccaggio e sulla rottura delle valvole di scarico, questi guai sono molto più facilmente causati dall'eccessiva ricchezza della miscela, specialmente durante le operazioni a terra, che non dall'impovertimento della miscela. Io uso i miei motori ben smagriti durante le operazioni al suolo e li smagrisco al picco della temperatura dei gas di scarico in tutte le fasi di volo, salvo che in decollo e durante la salita iniziale. Questa pratica assicura le operazioni più pulite e più fredde, che costituiscono un ottimo consiglio per una lunga vita delle valvole.

Durante la fine degli anni '80 e gli inizi dei '90, la TCM ha applicato una nuova guida della valvola di scarico realizzata con materiale ultra duro "nitralloy", nel tentativo di ridurre l'usura della guida. Sfortunatamente, alcune di queste guide non sono state correttamente cianfrinate e hanno formato un bordo tagliente che ha inciso la cromatura dello stelo e consentito alle valvole di oscillare, bruciare e, alla fine, rompersi. Questa è stata la ragione della rottura della mia valvola di scarico vent'anni fa. Come è vero per la maggior parte dei casi diversi da questo, l'avaria della mia valvola non fu causata da un errore del pilota, ma da un errore di fabbricazione.

Il prossimo intervento, seconda parte dell'articolo, esaminerà come possiamo monitorare le condizioni delle valvole di scarico per mezzo dell'ispezione col boroscopio, dell'esame dei dati dei parametri motore e dell'analisi dell'olio, per scoprire l'inizio di problemi alle valvole e affrontarli prima che avvenga un'avaria in volo.

