

Traduzione dell'articolo "AIRCRAFT VACUUM SYSTEMS" di Jeff Simon tratto dalla rivista Sport Aviation di dicembre 2009.

IMPIANTI A VUOTO DEL VELIVOLO.

Perché vanno in avaria e suggerimenti per l'installazione

SOMMARIO

L'autore descrive con chiarezza e semplicità la funzione e il principio dell'impianto a vuoto. Ne evidenzia le caratteristiche e le criticità, come la pulizia, che lo rendono inefficiente e può comportare incidenti gravi. Fornisce anche alcuni suggerimenti pratici per migliorarne la sicurezza.

Le pompe a vuoto dei velivoli costituiscono uno dei più critici e controversi componenti per ogni velivolo dell'aviazione generale. La pompa a vuoto fa funzionare i giroscopi, supporta l'autopilota e produce l'aria pressurizzata per gli sghiacciatori pneumatici; tutti sono critici per la navigazione IFR. La sorgente della potenza per il vuoto, sulla maggior parte dei velivoli dell'aviazione generale, è costituita da pompe a palette rotanti, a secco, che sono leggere e autolubrificate. La controversia e la sfida stanno nel fatto che esse costituiscono uno dei componenti meno prevedibili in termini di avarie. E quando vanno in avaria, di solito, è una catastrofe, non essendoci possibilità di vuoto.

La prevedibilità è il santo graal del progetto aeronautico e della manutenzione. Non è critico che un componente del velivolo funzioni sempre, basta che noi sappiamo quando potrebbe andare in avaria, cosicché possiamo ripararlo o sostituirlo con efficacia. Questo è il concetto informatore del TBO, Time Between Overhaul, e delle parti a vita limitata.

In teoria, la vita di una pompa a vuoto dovrebbe essere ben prevedibile. I fabbricanti delle pompe hanno studiato la vita della pompa abbastanza da vicino per essere in grado di predire l'usura del vano nel tempo. Sarebbe logico concludere che, se conosciamo esattamente come il componente si usura nel tempo, dovremmo essere in grado di rimpiazzarlo ben prima che l'usura determini un problema di sicurezza.

Sfortunatamente, l'usura eccessiva è solo una delle molte possibilità di avaria di una pompa a vuoto. Le altre avarie possono essere causate da elementi esterni alla pompa stessa. Perciò, se vogliamo aumentare l'affidabilità della pompa a vuoto, dobbiamo indirizzare le cure e la manutenzione all'intero impianto a vuoto.

Elementi basilici dell'impianto a vuoto

Quando sono apparsi i giroscopi per la navigazione aerea, è sorta la necessità di fornire loro della potenza. La potenza del vuoto costituì un'eccellente soluzione che avrebbe potuto far funzionare parecchi giroscopi con una sola pompa a vuoto. Estruendo l'aria dal vano del rotore dentro il giroscopio, il giroscopio meccanico può essere messo in rotazione a velocità costante. L'uso del vuoto, invece di un flusso in pressione, rende più facile regolare la pressione e fornire una presa d'aria pulita attraverso un filtro all'interno del velivolo. Si tratta di una soluzione evidente in tempi precedenti alla moderna tecnologia dei motori elettrici.

Un impianto a vuoto prevede un filtro sulla presa, seguito da un regolatore di pressione e da un indicatore del vuoto. L'aria fluisce attraverso lo strumento giroscopico e, finalmente, alla

pompa a vuoto. Su molti velivoli monomotore, lo scarico della pompa avviene dentro la capottatura del motore. Tuttavia, sui bimotori che installano gli sghiacciatori pneumatici, si montano due pompe a vuoto per fornire una capacità di vuoto ridondante, mentre una delle pompe include un regolatore addizionale e una serie di valvole per dirigere l'aria scaricata a gonfiare gli sghiacciatori

Le prime pompe a vuoto sono state del tipo “bagnato”. Esse usavano l'olio come lubrificante ed erano veramente affidabili. D'altra parte, esse erano parecchio pesanti ed avevano la tendenza a scaricare l'olio nella parte pressurizzata della pompa. I vapori d'olio nello scarico sono sporchi e se la zona pressurizzata dev'essere utilizzata per gli sghiacciatori, l'aria dev'essere ripulita prima di essere introdotta nei boots, poiché l'olio può danneggiare l' involucri di gomma.

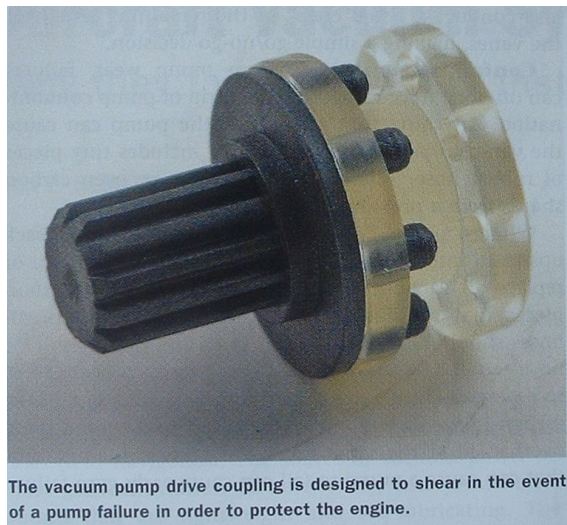
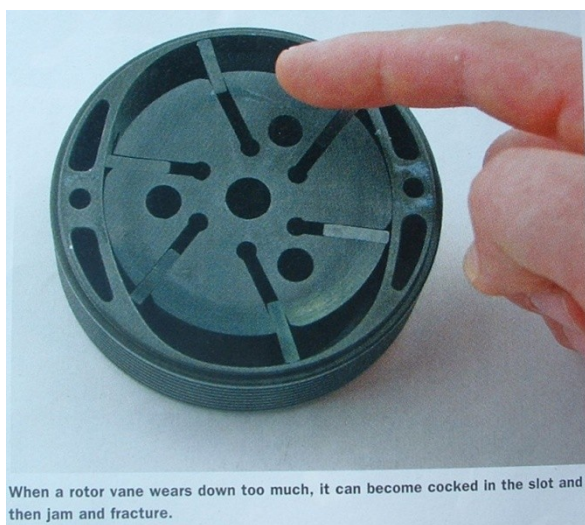
Infine, le pompe a secco sono state realizzate per disporre di una soluzione alternativa. Le pompe a secco sono più leggere e di forma più semplice di quelle “bagnate”. La pompa a vuoto del tipo a secco consiste in una camera ellittica, nella quale un rotore circolare ruota e presenta delle palette flottanti per sigillare le pareti della camera. Le palette scorrono avanti e indietro nelle loro fessure, sposando il contorno della camera della pompa, aspirando l'aria dai fori d'ingresso e spingendola fuori dai fori di scarico. In molte pompe, sia il rotore che le palette sono costruite con materiale di carbonio autolubrificante.

Le pompe a secco sono divenute la sorgente comune di potenza a vuoto nei moderni velivoli a pistoni. Tuttavia, hanno anche mostrato di essere l'anello debole della catena in un impianto molto critico per la navigazione del velivolo.

Perché la pompa si guasta

Come anticipato più sopra, il problema è l' avaria della pompa a vuoto, perché si distrugge e senza allarme. Le pompe a vuoto sono progettate con tolleranze molto strette, il rotore e le palette di carbonio che determinano la potenza aspirante della pompa a secco sono veramente fragili. Qualunque cosa, che determini una sollecitazione anomala sul rotore delle palette, può causarne la rottura e l'avaria.

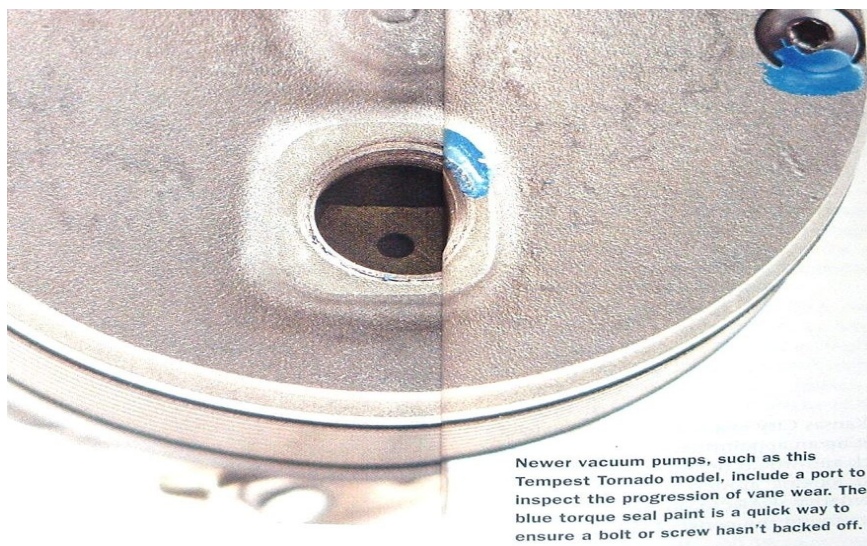
Detto questo, le pompe a vuoto non solo si guastano spontaneamente, ma anche per uno di questi quattro motivi: usura eccessiva, contaminazione, cattivo maneggio o surriscaldamento.



Usura eccessiva - l'usura è il fattore prevedibile, e prevenibile, dei guasti della pompa a vuoto. Le palette scivolano dentro e fuori dalle sedi nel rotore di carbonio, poiché seguono la curvatura della camera della pompa. Sono progettate per consumarsi con una velocità prevedibile,

generando della polvere di carbone che serve come lubrificante del sistema. Dopo qualche centinaio di ore, le palette si sono accorciate fino al punto da non essere più sostenute efficacemente dal rotore. Quando succede questo fatto, le palette possono saltellare e cominciare a puntare su uno spigolo della sede, bloccandosi sul posto e scheggiandosi, mentre la pompa continua a girare. Anche le palette si consumano nelle sedi, consentendo il gioco e contribuendo al problema. Questo è conosciuto come “usura laterale” e aumenta con l'accorciamento delle palette. L'eccessiva pressione che deriva o dalla scarsa regolazione della pressione o dall'elevata richiesta delle applicazioni può contribuire all'usura laterale.

Dato che il consumo della paletta è l'unico, prevedibile modo di guasto, alcuni fabbricanti hanno introdotto dei miglioramenti nella possibilità di ispezionare della lunghezza delle palette. A questo punto, le pompe possono essere rimosse dal servizio prima che le palette diventino troppo corte. Un esempio è la linea delle pompe a vuoto della linea Tempest Tornado, che presenta un foro d'ispezione (WIP Wear Inspection Port) sul fondo del corpo della pompa, che consente al meccanico di controllare l'usura delle palette del rotore. Si tratta di una verifica semplice, che non richiede lo smontaggio della pompa dal motore. Voi sviterete, semplicemente, il WIP e osserverete la lunghezza delle palette, decidendo per il passa/non-passa.



Contaminazione - oltre all'usura della pompa, i guasti possono spesso essere fatti risalire alla contaminazione della pompa. Qualunque cosa entri dentro la pompa può provocare il blocco e la rottura delle palette. Questo può includere dei pezzettini di tubo di gomma, nastro di teflon, olio, acqua o anche pezzetti di carbonio di un'avaria precedente.

Quando una pompa si guasta, può far entrare dei pezzi di carbonio lungo i tubi di gomma. La pulizia dei tubi gomma o la loro sostituzione, costituisce una criticità, per eliminare i pezzi di gomma, che distruggeranno, rapidamente, la pompa nuova. Tutte le tubazioni dovrebbero essere ispezionate per assicurarsi che non presentino dei deterioramenti al loro interno, cosicché dei pezzetti di gomma non siano ingeriti dalla pompa. Se doveste ritrovare del carbone in quantità significativa, potreste dover far revisionare i giroscopi allo stesso tempo. La stessa contaminazione che può causare l'avaria della pompa, può determinare anche una anticipata avaria del gyro.

La contaminazione esterna può costituire anch'essa un problema. Se la pompa non è ben protetta quando si lava il motore, olio e solventi possono entrare dal foro di scarico e causare il guasto. Le pompe a vuoto sono progettate anche per essere trascinate dal motore, per mezzo di una presa di moto che connette la pompa a vuoto alla scatola di riduzione del motore ed è fatta in modo

da rompersi per proteggere il motore. L'accoppiamento è progettato in modo da avere una vita di servizio di sei anni. In ogni caso, l'esposizione all'olio (proveniente) dalla guarnizione rotta sul motore, o da altra parte del motore, farà erodere rapidamente l'accoppiamento e condurre ad una rottura ravvicinata.

Manipolazione sbagliata - non c'è un buon motivo per cui una pompa a vuoto debba guastarsi per la manipolazione sbagliata, tuttavia capita. Una pompa a vuoto e una morsa non sono fatti l'una per l'altra. Un meccanico sprovveduto che si serva di una morsa per installare o rimuovere i raccordi dalla pompa può stortare la pompa, fino a causare un danno a breve e non predicibile. In più, proprio come per una candela, una pompa caduta in terra non dev'essere mai installata sul motore.

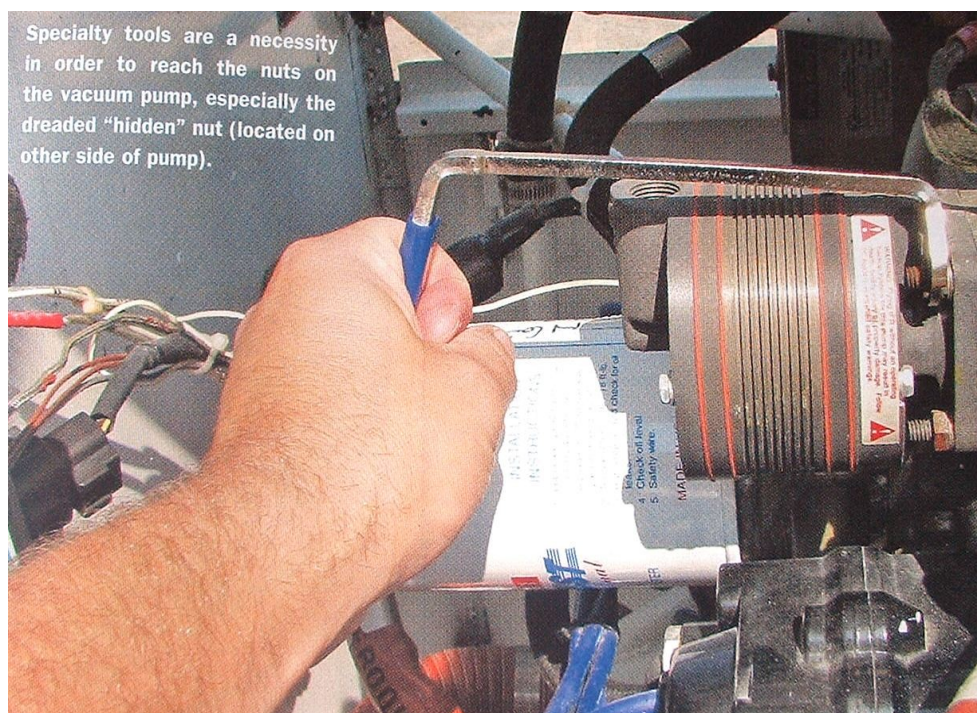
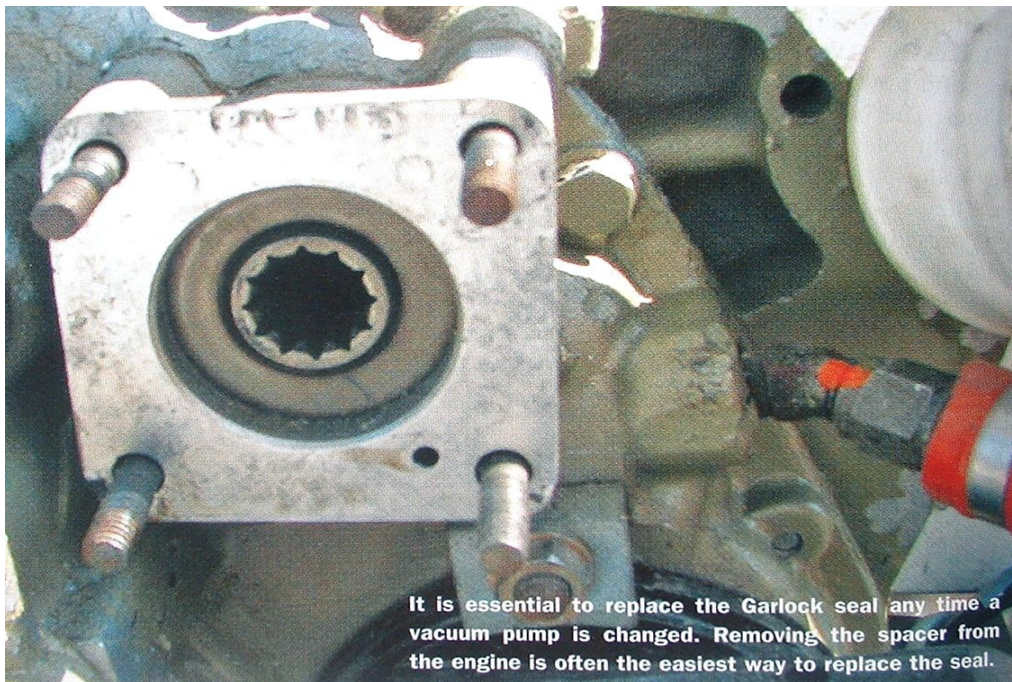
Surriscaldamento e superlavoro - infine, superlavoro e surriscaldamento possono causare dei guasti. In molti casi, questo tipo di danneggiamento è il risultato di problemi in altre parti dell'impianto a vuoto. Regolatori in avaria e componenti dell'impianto di sghiacciamento, come tubi e raccordi schiacciati, possono richiedere un lavoro eccessivo alla pompa. Provocano una contropressione eccessiva, che comporta un'usura laterale e, alla fine, la rottura della paletta.

Consigli per l'installazione della pompa a vuoto

Si può evitare che il guasto della pompa a vuoto inizi da un'installazione scorretta. Come detto prima, i filtri devono essere sostituiti e tutti i tubi devono essere ispezionati per assicurarsi che non siano deteriorati e non lascino residui di gomma o di carbonio che potrebbero essere ingeriti dalla pompa.

Poi, le guarnizioni Garlock presenti sull'attacco della pompa devono essere sostituite. Anche se non c'è alcuna perdita, è importante sostituirle (si sono deformate, hanno perso elasticità, o presentano microfessure, ndt). Le guarnizioni hanno una vita di servizio limitata e l'uso di vecchie guarnizioni con una pompa nuova rappresenta una falsa economia. La guarnizione può essere difficile da rimuovere, ragione per cui ha senso smontare il distanziale dal motore e togliere la guarnizione al banco.

Grazie a qualche tecnico "discutibile", l'installazione di una pompa nuova può essere veramente difficile. C'è un dado unico, sulla flangia di attacco, molto noto per non essere rimovibile con un attrezzo tradizionale. I meccanici hanno sviluppato, negli anni, una serie di attrezzi specializzati e di stratagemmi per montare e smontare questo dado. Variano dall'approccio rozzo con cacciavite-martello alle chiavi speciali per pompa a vuoto che rendono possibile, ma non proprio semplice, raggiungere il dado. Il nome Tempest fa ricordare che la sua versione di questa chiave ha una calamita interna per prevenire che il dado possa cadere nel vano motore. Il modo più semplice per raggiungere il dado è di togliere il magnete. Tuttavia se lo fate, assicuratevi di tappare il foro rimasto aperto nella scatola degli accessori con uno straccio. Anche un solo dado o una rondella caduta nella scatola degli accessori, rovinano tutta la settimana.



Ci sono un sacco di trucchi per iniziare ad avvitare il dado sul prigioniero, quando si esegue l'installazione. Bob Booth, della Aircraft Services in New England, mi ha insegnato quello che mi piace di più. Dato che non riuscite a raggiungere questa zona con le mani, avete bisogno di un altro modo per farlo. Cominciate con una striscia di nastro elettrico larga 1/4" e lunga circa 8". fasciate il dado lungo il perimetro quattro o cinque volte in senso orario. Lasciatene avanzare un pezzo da 6" per poterlo tenere. Con una pinza a 90°, piazzate il dado, con cura, contro il prigioniero. Poi, con delicatezza tirate il nastro, mentre premete leggermente il dado contro il prigioniero, servendovi del corpo della pompa. Pochi giri ed è avvitato sul prigioniero. Avvitatelo fino in fondo e finite il lavoro con la chiave della pompa. Anche se avete visto altre persone servirsi di cacciavite, o scalpello, e martello per colpire il dado e stringerlo, questa non è la maniera giusta per farlo. Servitevi dell'attrezzo giusto per fare il lavoro, punto e basta.

In base alla situazione, i raccordi dei tubi possono essere fissati mentre sostenete la pompa o quando la pompa è installata sul motore. Non usate mai la pinza e non mettete mai il Teflon sui raccordi. Installate il raccordo serrandolo a mano e terminate, con la chiave in dotazione, per non più di un giro.

Impianti di supporto per il vuoto

Se installate bene e mantenute correttamente, le pompe a vuoto possono essere molto più affidabili di quanto la loro reputazione vi induca a credere. Ma non è una scusa per non avere un impianto di supporto. Un impianto alternativo è critico per un velivolo IFR.

Se volete supportare l'impianto a vuoto attuale, potete prendere l'aspirazione dal condotto di aspirazione del motore per disporre di vuoto in emergenza o installare una seconda pompa a vuoto, azionata dal motore stesso o da un motore elettrico.

Detto ciò, la soluzione più semplice è di non coinvolgere l'impianto a vuoto del tutto. Castleberry produce un indicatore di assetto elettromeccanico di emergenza e R.C. Allen ne ha introdotto da poco uno con schermo completamente elettronico e con impianto per il riferimento dell'assetto. Entrambi costano circa \$2500. Se volete spingervi ancora più in là, potete eliminare subito e completamente l'impianto a vuoto, installando uno schermo primario di volo della Aspen, che presenta gli strumenti primari di volo, e degli schermi multifunzionali, che forniscono le sorgenti ridondanti per l'assetto, con l'ausilio della batteria. La Aspen si aspetta a breve l'approvazione FAA per la sostituzione dell'impianto a vuoto.

A parte il tipo di impianto di emergenza che scegliete, avrete bisogno di due elementi aggiuntivi per essere il più sicuri possibile, quando volate in condizioni IMC; la prima è un allarme per l'avaria dell'impianto a vuoto e la seconda è un buon addestramento. Dopo tutto, sapere che c'è l'avaria è indispensabile per intraprendere le azioni adeguate e nulla è più importante di un corretto e periodico addestramento.