

✧ INFO TECH FLASH ✧

“Take Care of your brakes”

Se dovessimo parlare di T.E.M. (*Threat and Error Management*) in merito all'impianto frenante installato sui carrelli degli aeromobili, l'affermazione più plausibile sarebbe:

“La minaccia (THREAT) più evidente è che tutti i ceppi freni sono soggetti ad usura. Alcuni ceppi freni possono anche subire il fenomeno dell'ossidazione, accelerandone l'usura.

Se i ceppi freni sono troppo usurati e nessuno se ne accorge (ERROR), si può verificare una rottura di un ceppo freno (UAS - Undesired Aircraft State), le prestazioni di frenata dell'aeromobile si riducono drasticamente e si potrebbe verificare una RUNWAY OVERRUN (OUTCOME)”.

Durante la fase di decollo, al carrello è richiesta la piena capacità di frenata. La tendenza degli operatori è quella di costruire delle tabelle di pista seguendo il concetto di “pista bilanciata”, con la TOR (Take Off Run) e la ASD (Accelerate and Stop Distance) equivalente.

In caso di REJECTED TAKE OFF con un TOW (Take Off Weight) pari o prossimo al peso massimo al decollo (MTOW) ed una capacità frenante compromessa, si potrebbe verificare una escursione di pista (RUNWAY OVERRUN). Con l'occasione ricordiamo che sulle piste DRY e WET, l'applicazione dei REVERSE non è mai considerata... sono invece considerati sulle piste contaminate (SSW).

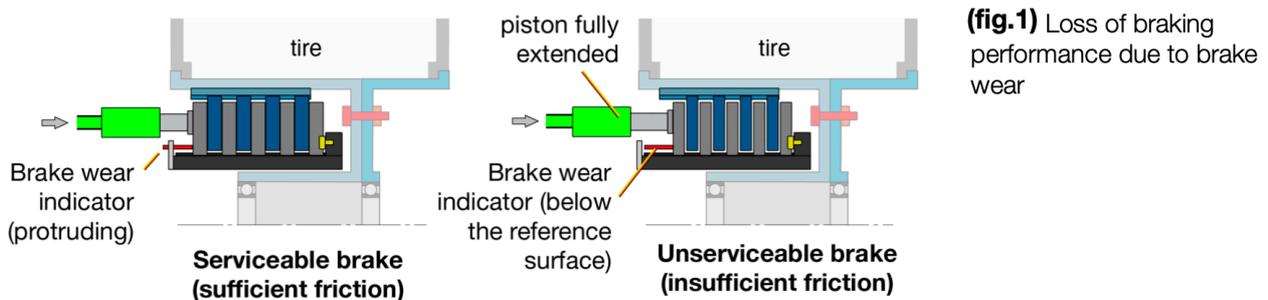


Un temibile Undesired Aircraft State potrebbe essere la rottura di un ceppo freno con conseguente innesco di un incendio. Il triangolo del fuoco sarebbe costituito dal combustibile (olio idraulico), comburente (ossigeno) e calore (i dischi caldi).

Airbus ha immaginato anche il seguente scenario: la rottura di un ceppo freno potrebbe danneggiare i pistoni dei freni, con conseguente perdita del fluido idraulico. Il fluido potrebbe vaporizzare, entrare a contatto con dei componenti caldi e creare del fumo. La presenza di fusibili idraulici limitano la quantità di fluido idraulico perso e l'incendio dovrebbe rimanere contenuto nel ceppo freno... ma potrebbero verificarsi dei danni ai componenti vicini!

Per questo motivo il personale di manutenzione e gli equipaggi di volo hanno delle SOP che cercano di prevenire la rottura dei freni.

Di seguito vengono descritti i fenomeni di usura ed ossidazione del carbonio, che è il materiale che viene utilizzato dalla Airbus per la realizzazione dei ceppi freni.



Ossidazione dei freni

Il carbonio dei freni si combina naturalmente con l'ossigeno dell'aria per diventare anidride carbonica (CO₂). In circostanze normali, l'ossidazione avviene ad una velocità molto lenta. Tuttavia, il tasso di ossidazione può essere accelerato da fattori esterni come l'alta temperatura e l'inquinamento catalitico o chimico (tab.1). Ciò si traduce in una perdita di massa di carbonio dai dischi dei freni, l'ammorbidimento del carbonio e l'inizio del fenomeno noto come "delaminazione".

Alla fine, se un freno usurato non viene sostituito in tempo debito, si può arrivare alla rottura dello stesso (fig.2).

Possiamo avere due tipi di ossidazione:

- l'ossidazione del carbonio dovuta all'esposizione a temperature elevate è denominata ossidazione termica;
- l'ossidazione del carbonio dovuta alla presenza di catalizzatori viene solitamente definita ossidazione catalitica.

Ossidazione termica

L'ossidazione termica è la causa principale del degrado accelerato dei freni in carbonio. Può verificarsi se vengano raggiunte temperature molto elevate dei freni dopo l'atterraggio e durante il rullaggio. L'ossidazione termica interessa tutti i dischi dei freni, ma i dischi intermedi sono i più colpiti perché raggiungono una temperatura più alta e impiegano più tempo a raffreddarsi.

Di conseguenza, i freni usurati tendono a raggiungere temperature più elevate, rendendoli più inclini agli effetti dell'ossidazione termica.



(fig.2) Heavily oxidized brake disks

Ossidazione catalitica

L'ossidazione catalitica dei freni è generalmente causata dal loro contatto con i fluidi per lo sghiacciamento o con dei liquidi detergenti. Quando i ceppi freni assorbono il potassio o il sodio dei fluidi DE-ANTI/ICE lasciati da altri velivoli oppure sparsi sulle piste e le vie di rullaggio, il processo di catalizzazione accelera ulteriormente l'ossidazione dei ceppi freni (tab.1). Infatti, la presenza del catalizzatore riduce anche la temperatura alla quale si verifica un'ossidazione significativa.

Quando il potassio o il sodio vengono assorbiti dal carbonio, rimangono all'interno del materiale facendo continuare l'ossidazione catalitica anche dopo la fine della stagione invernale. I dischi esterni, inclusa la piastra di pressione, sono i più esposti all'inquinamento esterno e di solito sono più suscettibili all'ossidazione catalitica.

Temperature	Time to lose 5 % mass = Time to lose 25 % strength	
	Thermal oxidation only	Thermal + catalytic oxidation
25 °C	7.5 x 10 ⁸ years	3.6 x 10 ⁸ years
400 °C	3 years	33 days
500 °C	14 days	15 hours
600 °C	12 days	45 minutes
700 °C	49 minutes	4 minutes

(table 1) High temperatures and catalytic pollution significantly increase the oxidation rate of the brake carbon disks

Quindi, i dischi interni sono soggetti ad usura termica, mentre quelli esterni ad usura catalitica. Un'ossidazione accelerata aumenta i rischi di una rottura del ceppo freno, con conseguente perdita delle prestazioni frenanti ed un potenziale incendio dei freni.

Manutenzione Freni

Esistono diversi modi per identificare i freni usurati e prevenirne la rottura quali: i controlli visivi durante il walk around, l'ispezione tecnica durante la Daily o Weekly check e l'adozione di precauzioni quando si utilizzano liquidi antighiaccio o detergenti.

Pertanto, bisogna controllare regolarmente l'indicatore di usura dei freni.

Il Documento Programmatico di Manutenzione (MPD) prevede una regolare ispezione visiva dell'indicatore di usura dei freni per valutare il livello di perdita di spessore dei dischi freno (tab.2). Il controllo va effettuato con l'aeromobile frenato (PARKING BRAKE inserito o pedali premuti o BITE "Built In Test Equipment" attivato). Se l'indicatore di usura del freno è oltre la tolleranza, è necessario sostituire l'unità freno.

A300/A310	A320 family	A330/A340	A350	A380
8 days	6 months or 100 flight cycles	42 flight cycles	10 days	7 days

(table 2) MPD interval for checking the brake wear indicator

CONSIDERAZIONI OPERATIVE

Il PM può rilevare i freni usurati prima del volo durante il walk around.

Un rapido controllo dell'indicatore di usura dei freni (fig.1) durante il walk around da parte del PM determinerà se i freni sono usurati. Se rimangono solo pochi millimetri prima che l'indicatore sia a filo con il riferimento, bisogna informare il personale di manutenzione per anticipare e pianificare la sostituzione del freno prima che venga raggiunto il limite di usura. Nella fig.3 viene riportato un "issue" riscontrato durante il walkaround...

Utilizzando i freni in modo ottimale durante il rullaggio e l'atterraggio si può ridurre l'usura e l'ossidazione .

Gli equipaggi di volo dovrebbero ridurre il numero delle applicazioni dei freni durante il rullaggio per limitarne l'usura. L'FCTM raccomanda, sulle vie di rullaggio lunghe e diritte, che il PF faccia accelerare l'aeromobile di fino ad un massimo di 30 kts (GS riportata sul Navigation Display), e quindi esercitare una applicazione regolare e continua del freno fino a decelerare a 10 kts.

Mantenere la spinta dei motori al minimo.

Il mantenimento dei motori ad IDLE durante il rullaggio consente un numero ridotto di frenate per mantenere l'aereo al di sotto della velocità di rullaggio di 30 kts.



(fig.3) Example of missing tie bolt detected during a preflight walkaround (picture sent by an operator)

Single Engine Taxi: TAXI-OUT e TAXI-IN.

Il Single engine taxi è un'iniziativa di risparmio di carburante che riduce anche l'usura dei freni, perché riduce ulteriormente l'IDLE THRUST durante il taxi.

Airbus ha riscontrato un aumento statistico dei riporti di ossidazione termica, soprattutto sulla flotta A320. Questo fenomeno può essere collegato agli sforzi di molti operatori nelle politiche di FUEL SAVING. Infatti, è stato osservato che la maggior parte degli operatori che hanno segnalato un'elevata ossidazione termica utilizzava CONF 3 e REVERSE IDLE all'atterraggio. Esiste una relazione tra risparmio di carburante, costi di manutenzione dei motori e maggiore numero di sostituzione dei freni a causa di tassi d'ossidazione più elevati. Ciò dipenderà anche dalle condizioni atmosferiche o di pista, dalle condizioni dell'aeromobile e dalla politica dell'operatore.

Utilizzo di Flaps FULL.

L'utilizzo dei flap FULL in atterraggio riduce la velocità di avvicinamento, e dell'energia dell'aeromobile che deve essere assorbita dai freni.

Uso dell'AUTOBRAKE o BTV (Brake To Vacate) all'atterraggio.

L'uso dell'autobrake o del BTV (se installato) consente una singola applicazione del freno con frenata ottimizzata. Quando viene utilizzato l'autobrake LOW si riduce il calore dei freni e, di conseguenza, la probabilità di ossidazione.



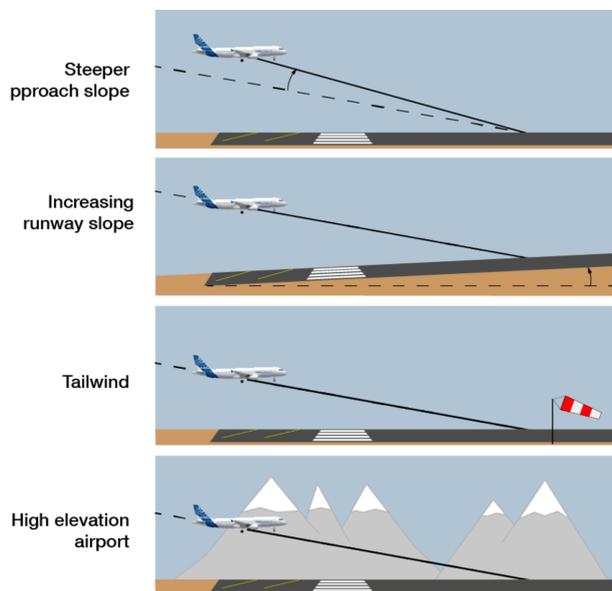
Nella flotta A320 è stata aggiornata la funzione Autobrake LOW ad una velocità di decelerazione leggermente aumentata (2 m/s^2 invece di $1,7 \text{ m/s}^2$) ed un tempo di applicazione dopo la toccata (2" invece di 4"). Questa modalità aggiornata consente l'uso della modalità LOW su piste più corte e riduce la tendenza dell'equipaggio a passare alla frenata manuale a causa della percezione di una frenata lenta e ritardata. Questa modalità di frenata è installata sugli aeromobili A320 consegnati dal secondo trimestre del 2018, oppure con installazione del Service Bulletin in tab.3.

A319/A320	A319neo/A320neo	A321	A321neo
SB 32-1464	SB 32-1465	SB 32-1476	SB 32-1477

(table 3) Activation SBs for the updated autobrake LOW mode on A320 family aircraft

Riduzione tempestiva della spinta durante il flare

Una tempestiva riduzione della spinta durante la FLARE evita una quantità di energia extra fornita dall'autothrust per mantenere Vapp. L'equipaggio di condotta dovrebbe mettere le manette ad IDLE a 20' (A320/A330/A340/A350/A380) o 30' (A220/A300/A310) come da SOP e, al più tardi, al contatto del carrello per consentire l'estensione degli spoilers.



(fig.4) Factors that may require an earlier flare

La fig.4 mostra dei casi ove è richiesta una flare anticipata ed una gestione delle manette conseguente. Il PF deve assicurare che le manette siano IDLE al più tardi alla toccata per permettere l'estensione dei ground spoilers.

Utilizzo dei reverse.

L'uso dei reverse in atterraggio riduce l'energia che i freni devono smaltire. È quindi una corretta opzione utilizzare i

reverse per limitare l'ossidazione dei freni, specialmente su piste corte.

Utilizzare la high speed taxiway più appropriata.

Disattivare l'autobrake ed utilizzare la MANUAL BRAKING per rallentare rapidamente l'aeromobile al fine di raggiungere una taxiway specifica della pista può far risparmiare del tempo di rullaggio. Tuttavia, aumenterà significativamente l'usura dei freni. L'uso della taxiway successiva può aumentare leggermente il taxi time, ma riduce anche l'usura e la temperatura dei freni.

Uso dei BRAKE FAN.

L'uso dei brake fan per il raffreddamento dei freni, quando disponibili, riduce il tempo di esposizione delle unità frenanti a temperature elevate dopo l'atterraggio. Ciò riduce gli effetti dell'ossidazione termica del carbonio.

Gli equipaggi di volo possono applicare una serie di SOP per ridurre i tassi di usura ed ossidazione dei freni, che comprendono la riduzione del numero di applicazione dei freni durante il rullaggio, l'utilizzo di tecniche che smaltiscono l'energia dell'aereo all'atterraggio e l'utilizzo dei brake fans quando disponibili. Fly safe.