Influencia de los factores atmosféricos adversos en los motores de aviación Turbofan durante el despegue

Capitán de Corbeta
Alfonso Ulloa Encabo



La presente información es un estracto de la tesis que presenté al terminar la Maestría de Ingeniería Aeronautica con mención en motores de turbinas de gas, en la Universidad Nacional de Ingeniería. El tema presentado es de interés general para todos los fabricantes y usuarios de los motores de aviación, que en el proceso de diseño y explotación se encuentran con una gran dificultad causada por los factores atmosfericos adversos, que disminuyen el valor de diseño del empuje y por ende disminuye de manera sustancial la carga útil de la aeronave, traduciendose en grandes pérdidas económicas.

El motor turbofán de doble flujo es un motor de reacción directa, dentro del cual el aire se separa en dos flujos que atraviesan el canal interior y el exterior. El ciclo termodinámico de este tipo de motores se realiza dentro del canal interior conformado por el compresor, la cámara de combustión y la turbina reactiva. Una parte de la energía libre de este ciclo se gasta para crear el empuje dentro del canal interior, y otra parte se transmite al ventilador para crear el empuje dentro del circuito exterior

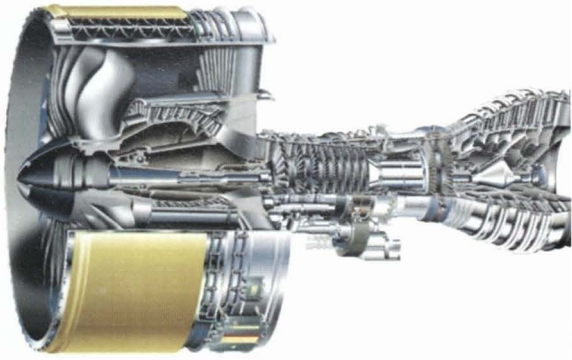
Como lo demuestra la estadística, en un 95% de los casos el despegue se

realiza condiciones atmosféricas no estándar. En función del lugar geográfico y de la estación del año, la temperatura de aire puede oscilar entre – 60 y +50 °C. La presión del aire atmosférico experimenta considerables variaciones (de 92 a 104 kPa), lo cual se debe tanto a la altura del aeródromo sobre el nivel del mar, como a las condiciones climáticas. La humedad relativa de aire también varía dentro de un amplio rango (de 0 a 100%).

La práctica de explotación de los motores demuestra que en las regiones con un clima cálido, la reducción del empuje de despegue, debido a una temperatura elevada del aire atmosférico, puede alcanzar un 40%. La humedad elevada del aire atmosférico también conduce a la reducción del empuje de despegue en un 3-4%. Una influencia negativa de los factores atmosféricos enumerados produce una significativa reducción de la carga útil y del nivel de seguridad de despegue del avión.

La influencia simultánea de la humedad de aire, de la altura del aeródromo sobre el nivel de mar y de la temperatura del aire circundante, sobre las características de empuje del motor, son bastante significativas, debido a que, con el aumento de la temperatura de aire hasta 45 °C y con la humedad relativa máxima ?= 100%, en un aeródromo ubicado a 1200 metros de altura sobre el nivel del mar, el empuje de despegue del motor, en comparación con las condiciones estándar (H=0; T_H=15 °C; ?=0%) se reduce en un 30%.

Debido a que el porcentaje de accidentes en las etapas de despegue y aterrizaje



constituye el 70% de accidentes en todas las etapas de vuelo del avión, entonces desde la perspectiva de seguridad de vuelos el problema de recuperación de las características de empuje de despegue de un motor es uno de los problemas más importantes desde el punto de vista del incremento de la carga comercial del avión.

La presión, temperatura y humedad del aire atmosférico pertenecen a los factores de operación, cuya influencia sobre las características del motor puede ser muy notoria.

En estos casos empeoran los indicadores del motor durante el despegue y se hace necesario tener en cuenta los siguientes factores:

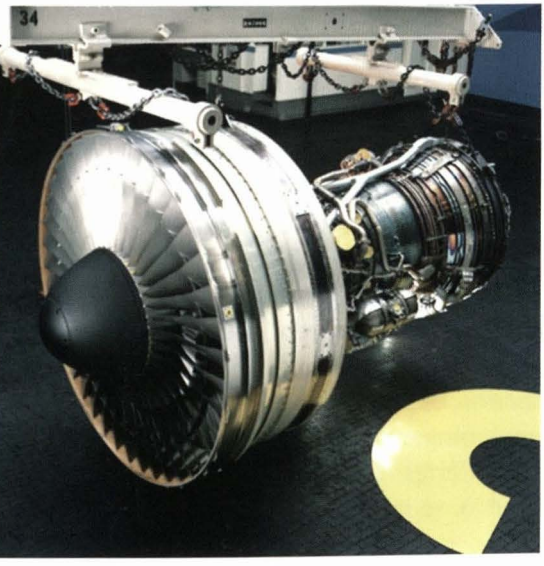
1. Las condiciones atmosféricas se diferencian de las condiciones estándar en la entrada al motor;
2. Los parámetros y las características del motor se diferencian de los deseados, debido a la variación de los parámetros de la atmósfera y a las particularidades de las performances de cada tipo de motor.

En condiciones de un clima cálido la reducción del empuje de despegue puede

alcanzar un 40%, en este caso el consumo específico del combustible se incrementa hasta en un 15%. La humedad elevada del aire atmosférico puede conducir a la reducción del empuje de despegue en un 3-4% y al incremento del consumo específico del combustible en un 4-5%. Tales condiciones de operación empeoran bruscamente tanto las performances de despegue, como los indicadores económicos del motor.

Por esta razón, en todas las compañías de fabricación de motores se desarrolla un trabajo intensivo dirigido a perfeccionar motores a fin de mejorar las performances de despegue y aterrizaje, incrementando los principales parámetros del motor y en primer lugar la relación de compresión

Por esta razón la principal tarea consiste en el incremento del empuje de despegue conservando la carga comercial del avión, la vida útil del motor, su confiabilidad y cumpliendo con las exigencias ecológicas



satisfactorias, las cuales se han vuelto más rigurosas en los últimos tiempos.

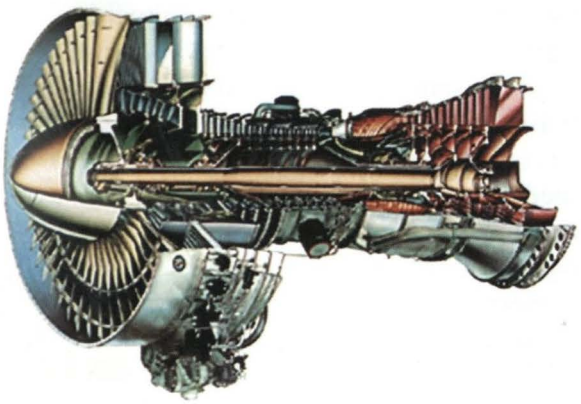
Asimismo, a los investigadores tradicionalmente les preocupa el problema de la economía del motor. Todas las medidas dirigidas a incrementar el empuje del motor en el despegue contradicen considerablemente la posibilidad del aumento de la economía. Particularmente, el aumento de la temperatura de salida de los gases de la cámara de combustión (T*?), generalmente, no mejora la economía de un motor turbofán. Y el aumento de la economía sólo mediante el incremento de la relación de compresión ocasiona que el motor se vuelva más pesado. Por estas razones los estudios se desarrollan en dos principales direcciones:

1. Incremento del empuje en el despegue;
2. Mejoramiento de la economía de combustible en el régimen de crucero.

Únicamente solucionando estos dos problemas en conjunto es posible obtener un esquema óptimo de diseño y el proceso de trabajo de un motor de doble flujo de la siguiente generación.

Análisis de la influencia de la temperatura del aire circundante sobre las performances en despegue del motor.

Con el incremento de la temperatura del aire atmosférico crece la temperatura detrás del ventilador y detrás del compresor en forma aproximadamente proporcional al incremento de la



temperatura en la entrada, el trabajo del compresor disminuye. Por consiguiente, el incremento de la temperatura en la entrada al motor ocasiona la reducción de la relación de compresión sumatoria π?? y del consumo de aire a través del motor.

Influencia de la altura del aeródromo sobre el nivel del mar, sobre el empuje de despegue del motor

La influencia de la altura del aeródromo sobre el nivel del mar sobre las performances en despegue del motor se debe a la variación de las propiedades físicas del aire atmosférico, por la reducción de su densidad.

En el caso de la ubicación del aeródromo a una altura H=3 Km (sobre el nivel del mar), el empuje del motor se reduce en 14,2% en comparación con la altura al nivel del mar. La principal causa de dicha reducción consiste en la disminución del consumo de aire a través del motor. En porcentajes la reducción del consumo de aire, en comparación con la altura al nivel del mar del aeródromo, constituye el 21,0%.

Influencia conjunta de los factores atmosféricos y de la altura del aeródromo sobre el nivel del mar, sobre las características de empuje del motor

El análisis de la influencia de las condiciones atmosféricas y de la altura del aeródromo sobre el nivel del mar, sobre las características de empuje del motor, realizado anteriormente, comprueba que estos factores actúan negativamente sobre las performances en el despegue del avión. Pero lo que interesa principalmente es el estudio de su influencia conjunta sobre el empuje de despegue del avión.

En el caso del incremento de la temperatura del aire atmosférico hasta 45° C y con una humedad relativa de 100% con una altura del aeródromo de H=1200 metros, el empuje de despegue del motor, en comparación con las condiciones atmosféricas estándar (H=0 Km, T?=15°C, ?=0%), se reduce en 30%.



Análisis de la influencia de los factores atmosféricos y de la altura del aeródromo sobre el nivel del mar, sobre la longitud requerida de la pista de despegue y aterrizaje

Uno de las principales etapas del vuelo de un avión consiste en el despegue, el cual por su parte se compone de la etapa del recorrido de despegue sobre la tierra, decolaje, adquisición de la velocidad segura de vuelo y el ascenso. Antes del recorrido el avión es taxeado a la línea del despegue y después de cambiar la palanca de mando de gases al régimen de despegue se inicia la etapa del despegue del avión, la cual finaliza después de que el avión se separa de la tierra.

El empuje del motor en el despegue bajo la acción de los factores atmosféricos analizados, puede reducirse en 25...30%. Como resultado de esto, la longitud requerida del recorrido crece en 30-40%.

En el caso del incremento de la masa de despegue aumenta la velocidad requerida para la separación del avión de la tierra, se reduce la relacion empuje/peso y la aceleración durante el recorrido de despegue. Como consecuencia de esto, también aumenta la longitud del recorrido.

Un incremento de la temperatura del aire atmosférico en 30 grados (hasta 45ºC) origina un aumento de la longitud del recorrido de despegue del avión en 52%, es decir, casi en 1,5 veces. Al mismo tiempo, un incremento de la temperatura hasta 45ºC, de la humedad relativa hasta 100% y de la altura del aeródromo sobre el nivel de mar hasta 1200 metros, aumenta



la longitud del recorrido en 1,8 veces.

Como los accidentes en la etapa del despegue y del aterrizaje constituyen casi un 70% de los accidentes en todas las etapas de vuelo de un avión, entonces, desde el punto de vista de la seguridad de vuelos, surge una imperiosa necesidad de resolver el problema de la recuperación de las performances del empuje en el despegue del motor en el caso de su explotación en unas condiciones atmosféricas difíciles.

La recuperación del empuje del motor en el despegue también es sumamente importante desde el punto de vista del incremento de la carga comercial



del avión. Esto se debe a que la carga comercial se reduce proporcionalmente a la disminución del empuje del motor en el despegue.

El tema de la recuperación del empuje sera tratado en la próxima edición de esta revista, y se presentarán algunas soluciones posibles a este problema, poniendo especial énfasis en el método de la Inyección de Agua-Metanol en el compresor de alta presión como medida que se impone a otras propuestas, para el incremento del empuje en la carrera de despegue.

CONSTRUCCIONES NAVALES






REPARACIONES NAVALES



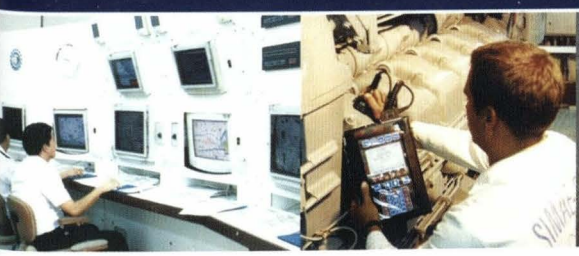
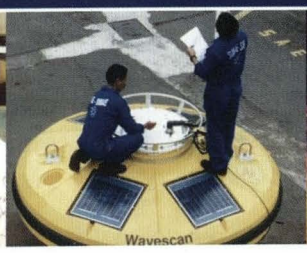


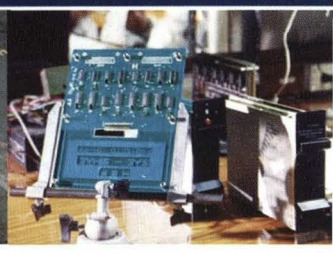
INGENIERÍA METAL MECÁNICA





SISTEMAS DE ARMAS Y ELECTRÓNICA



SIMA

SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA
CONSTRUCTORES Y REPARADORES NAVALES
DESDE 1845

LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE ISO9001 · UKAS QUALITY MANAGEMENT 001

Av. Contralmirante Mora 1102 Callao
Telf. (511) 4131100
Fax: (511) 4131107
E-mail: gcomercial@sima.com.pe
Web: www.sima.com.pe

SIMA-CALLAO

Av. Contralmirante Mora 1102
Callao
Telf. (511) 4131140 / 4131129
Fax: (511) 4131130

SIMA-CHIMBOTE

Av. Los Pescadores 151 Zona Industrial 27 de Octubre
Chimbote
Telf. (043) 350722
Fax: (043) 350725

SIMA-IQUITOS

Av. La Marina 1177—Punchana
Iquitos
Telf. (065) 251070
Fax: (065) 251986

SERVICIO NAVIERO DE LA MARINA

"Contribuyendo al Desarrollo y Defensa Nacional"

"POLÍTICA DE SEGURIDAD, CALIDAD Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE"

PRESTAR SERVICIOS DE TRANSPORTE MARÍTIMO DE MERCANCIAS, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES DE SEGURIDAD, CALIDAD Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

Nuestras certificaciones nos respaldan.

Av. Gamarra 500 Chucuito - Callao 05
Central: (00511) 613-6768 / (00511) 613-6769 Fax: (00511) 613-6764
e-mail: webmaster@servicionaviero.com

