
Engine Intake Aerothermal Design: Subsonic to High Speed Applications

(RTO-EN-AVT-195)

Executive Summary

Aircraft engine intakes are critical components that ensure the proper performance of the engine compression unit. Intake efficiency must be guaranteed over a wide range of operation to ensure the required thrust of the propulsion system. The objective of these Lecture Series proceedings is to provide clear guidelines regarding the design of the intake and integration into the engine and airframe for subsonic and supersonic applications. The course starts with a general lecture covering the intake requirements for the engine. Then FOD in intakes and a case study of ice accretion of high bypass ratio turbofan engine will be presented. An important issue is the thermal integration of the intakes in the engine analysis. Modern and green engine architectures must cope with high thermal loads in the lubrication system, ongoing development programs propose to cool down the oil circuit within the engine intake. The experience acquired in the frame of the DARPA funded project is presented. The subsonic part of the intake study is concluded with the study of noise generation and related issues.

The second part of the note is dedicated to the particular physics related to supersonic and hypersonic applications. The first lecture presents guidelines on the design of high speed intakes. A specific lecture reviews the experience on materials and thermo-mechanical loads on sharp leading edges. Intakes for high-speed flight are subject to shock waves whose subsequent interaction with laminar or turbulent boundary layers is critical to the overall performance. The flow physics of shock-wave/boundary-layer interactions is reviewed with an emphasis on unsteady flow phenomena, using examples from recent experiments and direct and large-eddy simulations. Further insight on the thermal loads on intakes is presented based on ground testing facilities experience. Fundamentals of supersonic intake starting, systematic overview and gas dynamic interpretation of intake starting techniques is analyzed. Detailed experimental and numerical modeling of the intake physics and starting process is demonstrated.

Conception aérothermique de l'entrée d'air du réacteur : Des applications subsoniques aux applications à grande vitesse

(RTO-EN-AVT-195)

Synthèse

Les entrées d'air des réacteurs d'aéronef sont des éléments cruciaux qui assurent le fonctionnement correct du compresseur. L'efficacité de l'admission d'air doit être garantie sur une large plage de fonctionnement pour que le système de propulsion fournisse la poussée requise. L'objectif du compte rendu de cette série de conférences est de donner des lignes directrices claires concernant la conception de l'entrée d'air et son intégration dans le réacteur et la cellule pour les applications subsoniques et supersoniques. Le cours commence par un exposé général traitant des exigences d'admission d'air du réacteur. Sont ensuite présentés les dommages par ingestion de corps étranger et une étude de cas de la formation de glace dans les turboréacteurs à double flux à fort taux de dilution. L'intégration thermique de l'admission d'air dans l'analyse des réacteurs est une question importante. Les architectures écologiques modernes doivent faire face à des charges thermiques élevées dans le système de lubrification ; les programmes de développement en cours proposent de refroidir le circuit d'huile au sein de l'entrée d'air du réacteur. L'expérience acquise dans le cadre du projet financé par la DARPA est présentée. La partie subsonique de l'étude de l'admission d'air se conclut sur l'étude du bruit émis et des problèmes y afférents.

La seconde partie de la conférence est consacrée à la physique particulière aux applications supersoniques et hypersoniques. Le premier exposé magistral présente les lignes directrices sur la conception des entrées d'air à grande vitesse. Un exposé spécifique passe en revue l'expérience des matériaux et des charges thermomécaniques sur les bords d'attaque aigus. Les entrées d'air en vol à grande vitesse sont soumises à des ondes de choc dont l'interaction consécutive avec des couches limites laminares ou turbulentes est dangereuse pour le fonctionnement général. La physique des écoulements concernant les interactions entre onde de choc et couche limite est étudiée en mettant l'accent sur les phénomènes d'écoulement instationnaire, à l'aide d'exemples tirés d'expérimentations récentes et de grandes simulations directes des turbulences. D'autres connaissances sur les charges thermiques des entrées d'air sont présentées sur la base de l'expérience dans les installations d'essai au sol. Les principes fondamentaux du démarrage de l'admission d'air supersonique, une vue générale systématique et l'interprétation par la dynamique des gaz des techniques de démarrage de l'admission d'air sont analysés. La modélisation expérimentale et numérique détaillée de la physique de l'admission d'air et du processus de démarrage a fait l'objet d'une démonstration.