

Final work : Numerical investigation of the ground vortex ingestion into the intake under crosswind

Auteur : Chennuru, Venkata Yashwanth Teja

Promoteur(s) : Dimitriadis, Grigorios

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "turbomachinery aeromechanics (THRUST)"

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/15929>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Title of the work: Numerical investigation of the ground vortex ingestion into the intake under crosswind

Author: Venkata Yashwanth Teja Chennuru

Section: Aerospace Engineering Turbomachinery Aeromechanics (THRUST)

Academic Year: 2021-2022

Supervisors: Prof. Greg Dimitriadis and Prof. Mehdi Vahdati

Summary: Aiming to increase aircraft fuel efficiency, Ultra High By-pass ratio (UHBR) engines are gaining popularity. When operated under static or near static conditions, subject to crosswind, UBHR engines can experience a lip separation on the windward side of the intake and the formation of a ground vortex extending from the stagnation point on the ground into the intake called a ground vortex. These vortices create considerable stagnation pressure losses and flow distortion at the engine fan face affecting the efficiency of the engine and structural integrity of the fan. Furthermore, the ground vortices can generate forces that can suck debris from the ground into the intake, mainly over poorly maintained runways. This Foreign Object Digestion (FOD) can lead to compressor blades' erosion, reducing the engine's service life. Considering the advantages of numerical analysis over full and scaled model experiments, the ground vortex ingestion is studied numerically. Present work aims to provide the best numerical setup to analyse this phenomenon using the experimental data for validation.

Initially, a few studies are conducted to determine the appropriate turbulence model and the significance of the boundary layer profile for simulations. A grid sensitivity study is performed using steady-state RANS, and the vortex is learned to be stable in low crosswind conditions. URANS is solved for medium and high crosswind conditions to fully understand the vortex's unsteadiness. The temporal convergence study determines the time stepping for the unsteady simulation. This research demonstrated periodic vortex motion in medium and high crosswind conditions at ≈ 10 Hz, and ≈ 22 Hz, respectively. Furthermore, the separation exists in high crosswind conditions, and the shear layer oscillates at a broadband frequency rather than a single or narrow band. Good agreement is found between the time-averaged URANS results and the experiment data using coarse mesh. The proposed numerical setup can therefore be used for further analysis of ground vortex ingestion studies.

Keywords: Ground vortex ingestion, unsteady distortion, crosswind conditions, Numerical setup.

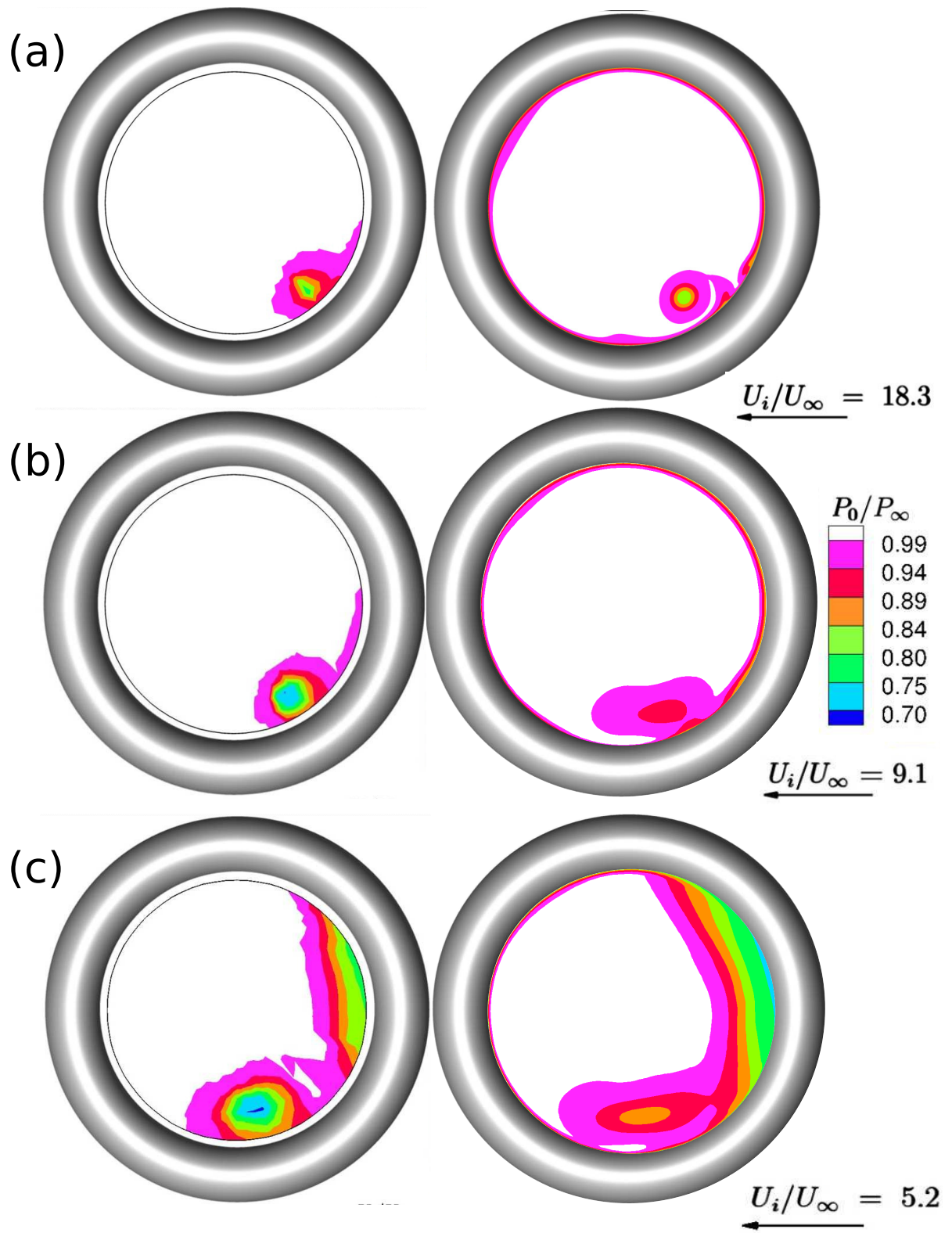


Figure 1: Comparison of IPR contour plot on Fan face (AIP) from experimental data (left) with the numerical simulations (right) for validation at different crosswind conditions. (a) steady RANS, (b) and (c) time average unsteady RANS.