

Final work : Aeroelastic tailoring of carbon fiber blades

Auteur : Chalke, Akshay Prafulla

Promoteur(s) : Hillewaert, Koen

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

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

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/13073>

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.

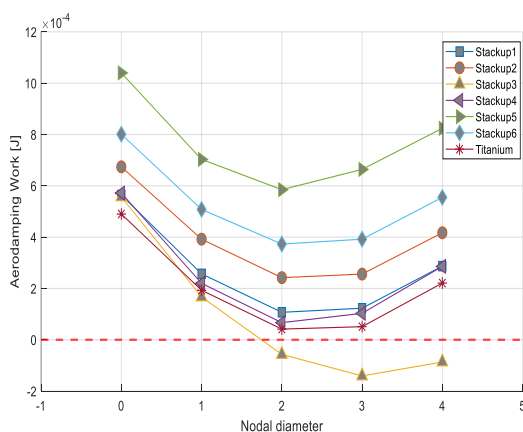
Title: Aeroelastic tailoring of carbon fiber blades
Author: Akshay Prafulla Chalke
Promoters: Prof. Koen Hillewaert & Mr. Nenad Glodic
Section: Aerospace engineering (THRUST)
Academic year: 2020-2021

Summary:

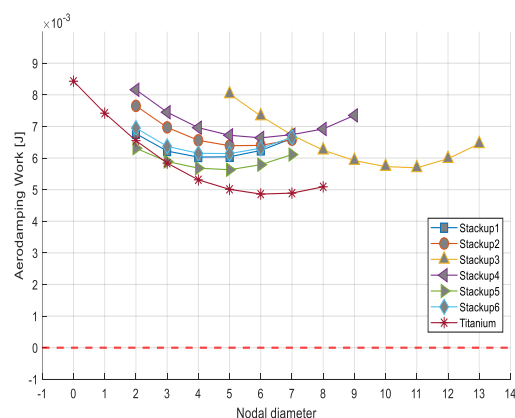
In a quest to achieve lighter and more efficient turbomachines carbon fiber has emerged as an alternative material due to its lightweight and anisotropic properties. The anisotropic nature has fuelled the curiosity to investigate if it can be used to enhance mechanical performance and provide aeroelastic stability where traditional titanium blades would fall short of requirements.

The current project aims to investigate the effects of using carbon fiber blades on the aeroelastic (flutter) stability of a first-stage compressor rotor blade. In the purview of the project, a composite blade model is built in Ansys ACP following composite design guidelines. A steady aerodynamic analysis is performed at an off-design point of interest and the obtained pressure loads are imposed in modal analysis to get modal results for the 1st bending and 1st torsion mode. The mode shapes are used in the flutter analysis to quantify aerodynamic damping which indicates the flutter stability.

A parametric study is conducted to investigate the effect of change in ply orientation of composite stackup on the static and modal properties and eventually aerodynamic damping of the blade. A set of cases are defined with different ply orientations and the stability is investigated for each case. It is found that an increase in plies with an orientation angle of 45° tends to increase the stability of the blade for the 1st bending mode. Also, the placement of more 45° plies towards the outer surface of the stackup provides higher stability. Overall a lower twisting and higher frequency are favorable for 1st bending mode. This conclusion is not strongly observed for 1st torsion mode. However, a lower value of angles is observed to deviate the vibration behavior from the classical first torsion mode and cause a shift in the least stable nodal diameter to higher values. A stable stackup in one mode could be unstable in another and thus the dependency on ply angle and arrangement of plies on aerodamping is observed to be complex and investigation in other ply angles and experimental validation is deemed necessary.



A) Mode 1: 1st bending mode



B) Mode 2: 1st torsion mode

Figure 1: Aerodynamic damping work plotted against nodal diameter for 1st two modes of vibration