

Identification of Force Coefficients in a 5-pad Tilting Pad Bearing with an Integral Squeeze Film Damper

Identification des coefficients dynamiques d'un palier hydrodynamique à 5 patins oscillants combiné à un amortisseur à film fluide intégral

Delgado A^a, Mitaritonna N^b, Catanzaro M^c and Gerbet M^d

a Machines Lab, GE Global Research, One Research Cr., Niskayuna, New York 12309, USA.

b Centrifugal Compressors NPI, GE Oil&Gas, Via F. Matteucci, 2, 50127 Firenze, Italy.

c Engineering E.E.D.P., GE Oil&Gas, Via F. Matteucci, 2, 50127 Firenze, Italy.

d Mechanical Design NPI, GE Oil&Gas, 480 Allée Gustave Eiffel, 71203 Le Creusot, France

Keywords: Squeeze film, force coefficient, damper, bearing, rotordynamics.

Mots clés : Amortisseur à film fluide, coefficients dynamiques, amortisseur, paliers, dynamique de rotors.

Squeeze film dampers (SFDs) are commonly used in aircraft gas turbines rotor systems to mitigate synchronous vibration response through critical speed transition and also to ensure stable rotordynamic operation at supercritical rotor speeds. For oil and gas turbomachinery, SFDs are not typically used by equipment manufacturers, but are more commonly used as a retrofit by end users to mitigate instability or high synchronous vibration issues after commissioning of the machine. This paper presents the dynamic characterization of integral squeeze film damper (I-SFD) as part of a research program to incorporate these components in the initial design of centrifugal compressors in efforts to limit rotor bending, increase system damping and enable high speed operation. I-SFDs are a compact damper design in which the structural support is machined integrally to the bearing housing, thus eliminating the axial space required by other centering devices like squirrel cages. This paper presents results from a component level testing of a combined 5-pad tilting pad bearing (TPJB) with an I-SFD. The experiments aimed to identify the rotordynamic force coefficients for load on pad configurations of the baseline bearing (no damper), the isolated damper and the combined system of TPJB and SFD as a function of rotor speed vibration amplitude and frequency. Results also include pressure measurements for evaluating the onset conditions for vapor and gaseous cavitation in the damper lands. The results indicate that the damper operates as intended throughout the operating range of interest, significantly increasing the system damping ratio. In addition, experimental results do show significant added mass coefficient associated to fluid film inertia effects in the damper land.

Les amortisseurs à film fluide (SFD) sont très largement utilisés dans les applications aéronautiques pour deux principales raisons : premièrement afin de réduire les vibrations synchrones des turboréacteurs au passage des vitesses critiques et deuxièmement afin de garantir un comportement dynamique stable des rotors dits « super critiques ». Pour les applications « huile & gaz », les SFD ne sont pas couramment utilisés par les équipementiers, mais plutôt par les utilisateurs en tant que solution de rechange après la mise en service de la machine afin de parer à des problèmes de stabilité ou de vibrations synchrones élevées. Cet article s'inscrit dans le cadre d'un programme de recherche visant à intégrer les amortisseurs à film fluide intégraux (I-SFD) dès la phase de conception des compresseurs centrifuges, et dans cet objectif, présente une caractérisation dynamique d'un I-SFD. L'intérêt des I-SFD est triple : limitation de la flexion des rotors, gain en termes d'amortissement et augmentation des vitesses de rotation. L'I-SFD repose sur un design compact, disposant de supports usinés

intégralement dans le corps du palier, ce qui apporte l'avantage d'un encombrement axial réduit par rapport aux solutions nécessitant des dispositifs de centrage comme les cages d'écureuil. Cet article présente les résultats d'essais réalisés sur un palier combinant la technologie d'un palier hydrodynamique à 5 patins oscillants et l'I-SFD. Les coefficients dynamiques ont été déterminés pour différentes vitesses de rotation du rotor en fonction de l'amplitude et de la fréquence d'excitation pour trois configurations différentes de ce palier : une configuration de référence, charge sur patin, sans utilisation de l'amortisseur I-SFD, une configuration amortisseur I-SFD seul, et une configuration combinée. En plus des coefficients dynamiques, les résultats incluent également des mesures de la pression dans les poches du I-SFD afin d'évaluer les conditions d'initiation de la cavitation. Les résultats des essais sont très satisfaisants dans le sens où il a été vérifié que les I-SFD fonctionnaient parfaitement pour la gamme considérée, apportant l'amortissement escompté au système. Ils ont également permis d'identifier un coefficient de masse ajoutée significatif dû à l'inertie de l'huile dans les poches de l'I-SFD.