

Résumé :

Les paliers à feuilles sont des organes de guidage en rotation adaptés pour des rotors légers fonctionnant à des grandes vitesses de rotation. Leur fonctionnement ne nécessite aucun apport d'huile ni de graisse. Ces paliers sont réalisés avec une structure compliant. La présence de frottements dans la structure apporte l'amortissement nécessaire au système rotor-palier.

Après une présentation de la technologie, un tour d'horizon des modèles existants et des limitations de chacun d'eux est exposé. Par la suite, un modèle non-linéaire du coussinet compliant est introduit. Dans ce modèle les feuilles sont considérées comme des solides élastiques. Les forces de frottement et les jeux entre les feuilles sont pris en compte par l'utilisation de la condition de non-interférence de Moreau-Signorini. Les efforts normaux et les forces de frottement sont calculés respectivement par la méthode des multiplicateurs de Lagrange augmentés et la méthode des pénalités. Ensuite, cette structure compliant est couplée au film fluide, traité par la résolution de l'équation de Reynolds en conditions de lubrification mixte.

L'intérêt est ensuite accordé au palier dans sa globalité : structure déformable, film fluide, rotor. En régime statique, cette étude passe par l'analyse des démarrages du rotor puis de son fonctionnement à des hautes vitesses de rotation et sous de très fortes charges statiques. L'effet des erreurs d'usinage est mis en évidence. En régime dynamique, l'étude se fait par l'analyse non-linéaire d'un rotor à 2ddl supporté par des paliers à feuilles. Les résultats montrent les limites de stabilité du système rotor-paliers et l'influence du balourd.

Mots clés : Paliers à feuilles – Lubrification aérodynamique – Frottement sec – Dynamique des rotors – Mécanique des structures – Tribologie.

Abstract:

The foil bearings are used for guiding and supporting small rotors with high rotational speeds. Their operating functioning does not require any oil or grease. These bearings have a compliant structure. The presence of friction in the compliant structure brings damping, which is necessary for the rotor-bearing system operating at high speeds.

After a presentation of the technology, an overview of the existing models and the limitations of each of them is exposed. Subsequently, a nonlinear model of the compliant structure is introduced. In this model, foils are considered as elastic solids. The friction forces and the gaps between the foils are taken into account by using the Moreau-Signorini non-interference condition. Normal forces and friction forces are calculated by using the augmented Lagrange multiplier method and the penalty method. Then, the compliant structure is coupled to the fluid film, dealt with the Reynolds equation for mixed lubrication conditions.

The study is then focused on the bearing as a whole: compliant structure, fluid film, and rotor. The start-up torque, the lift-off speed as well as operating conditions at high speeds and important static loads are part of the steady regime analyses. The effect of machining errors is highlighted. For the dynamic regime, the study consists of the non-linear analysis of a 2dof rotor supported by foil bearings. The results show the stability limits of the rotor-bearing system and the influence of unbalance.

Keywords: Foil bearings – Aerodynamic lubrication – Dry friction – Rotors dynamic – Structural mechanics – Tribology.