

On the Future of Controllable Fluid Film Bearings Futur paliers à film fluide pilotables

Santos I.F.

Department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lynby, 2800, Denmark.

Keywords: controllable bearings, mechatronics, active lubrication, vibration reduction, stability.

Mots clés : paliers intelligents, Mécatronique, lubrification active, réduction de vibrations, stabilité.

This work gives an overview of the theoretical and experimental achievements of mechatronics applied to fluid film bearings. Compressible and incompressible fluids are addressed. Rigid and elastic (deformable) bearing profiles are investigated. Hydraulic, pneumatic, magnetic and piezoelectric actuators are used. The ideas of combining control techniques, informatics with hydrodynamic, thermo-hydrodynamic, elasto-hydrodynamic and thermo-elasto-hydrodynamic lubrication techniques are carefully explored in this paper, considering theoretical as well as experimental aspects. The main goal of using controllable fluid film bearings is to improve the overall machine performance by: controlling the lateral vibration of rigid and flexible rotating shafts; modifying bearing dynamic characteristics, as stiffness and damping properties; increasing the rotational speed ranges by increasing damping and eliminating instability problems, for example, by compensating cross-coupling destabilizing effects; reducing start-up torque and energy dissipation in bearings; compensating thermal effects. It is shown that such controllable fluid film bearings can act as "smart" machine components and be applied to rotating and reciprocating machines with the goal of avoiding unexpected stops of plants, performing rotordynamic tests and identifying model parameters "on site". Emphasis is given to the controllable lubrication (hybrid and active) applied to different types of oil film bearings under different lubrication regimes, i.e., as tilting-pad journal bearings, multirecess journal bearings and plain journal bearings. After a comprehensive overview of the theoretical and experimental technological advancements achieved in university laboratories, the feasibility of industrial applications are highlighted, trying the foreseeing the future trends of such mechatronic devices.

Ce travail présente une revue des études théoriques et expérimentales existant sur la mécatronique appliquée aux paliers à film fluide. Les fluides compressibles et incompressibles sont étudiés. Les paliers rigides aussi bien qu'élastiques (déformables) sont étudiés. Des actionneurs hydrauliques, pneumatiques, magnétiques et piezoélectriques ont été utilisés. L'idée de combiner les techniques de contrôle, l'informatique avec les techniques de lubrification hydrodynamique, thermohydrodynamique, élastohydrodynamique et thermoelastohydrodynamique sont étudiées avec attention dans ce papier, en considérant à la fois les aspects théoriques et expérimentaux. Le but principal de l'utilisation de paliers pilotables est d'améliorer les performances globales de la machine grâce à un certain nombre de paramètres : le contrôle des vibrations latérales des arbres tournants rigides et flexibles, la modification des paramètres dynamiques du palier, comme les propriétés de raideur et d'amortissement, l'augmentation des niveaux de vitesse de rotation en augmentant l'amortissement et en éliminant les problèmes d'instabilité par exemple en compensant les effets de déstabilisation croisés, la réduction du couple au démarrage et l'énergie dissipée ainsi que les effets thermiques. Il est montré que de tels paliers contrôlables peuvent agir comme des composants « intelligents » et être appliqués aux machines tournantes afin d'éviter des arrêts de production intempestifs, en réalisant des tests dynamiques et en identifiant les paramètres du modèle directement sur site. Une attention particulière est portée à la lubrification contrôlée (hybride et active) appliquée aux différents types de paliers soumis à différents régimes de lubrification, c'est-à-dire les

paliers à patins oscillants, les paliers multi-lobes et les paliers lisses. Après une étude détaillée des avancements technologiques à la fois théoriques et expérimentaux développés dans les laboratoires d'Université, la faisabilité d'applications industrielles est mise en avant, en essayant d'entrevoir les développements futurs de tels systèmes mécatroniques.