

Design of a test-rig for tilting-pad journal bearings Conception d'un dispositif expérimental pour les paliers à patins oscillants

Pennacchi P., Chatterton S., Ricci R. and Vania A.

Dept of Mechanical Engineering, Politecnico di Milano, Via G. La Masa 1, 20156 Milan, Italy.

Keywords: Test-rig, tilting-pad journal bearing, pad fluttering, stiffness and damping coefficient.

Mots clés : Banc d'essais, paliers à patins oscillants, battement, coefficients de rigidité et d'amortissement.

In the last years in rather a lot of rotating machine applications, tilting-pad journal bearings are more often installed, typically in high rotating speed cases. An experimental test-rig (see figure) for a detailed characterization of standard size tilting-pad journal bearings have been designed and here described. In particular, Sommerfeld number, steady-state and transition temperatures, dynamic stiffness and damping coefficients in different operating conditions could be evaluated.

The rotation of the shaft representing the rotor machine is given by an asynchronous motor, driven by an inverter in order to run at different rotating speed with a maximum of 3000rpm. The shaft is supported by two tilting-pad journal bearings. Each bearing case support is connected to the machine base by two orthogonal 20kN load cells. The two directions are decoupled by means of thin steel sheets. The centre of the shaft is moved by two hydraulic cylinders and placed in an orthogonal configuration at 45° degrees with respect to load cells. The cylinders are connected to the shaft by means of two deep groove ball bearing. Both cylinders are provided by high resolution position and force transducers and could be position or force controlled. The cylinders have a nominal force of 20kN and are able to work at 50Hz with amplitude of 0.1mm. In this way it is possible to control the position of the shaft applying a defined orbit as in a real application and measure both the applied forces due to the cylinders and the corresponding forces on the support bearings. The real orbit of the shaft on each bearing support is measured by two proximity probes installed on each support.

The bearings could be installed in a load on pad (LOP) or load between pad (LBP) configurations. Each pad of the non driven side bearing is instrumented by a thermocouple and a lubricant pressure captor placed in the middle of the pad. The rotation of the pads is also measured by both proximity probes and accelerometers in order to monitor the pad-fluttering phenomenon.

The input/output temperatures and the flow of the lubricant of each bearing are also monitored.

Au cours des dernières années; dans de nombreuses applications associées au domaine des machines tournantes, les paliers à patins oscillants sont plus souvent employés, particulièrement dans les cas à grandes vitesses de rotation. Un dispositif expérimental (voir figure), pour une caractérisation complète de paliers à patins oscillants de taille standard a été conçu et est ici présenté. En particulier, le nombre de Sommerfeld, les températures en régime continu et transitoire, les coefficients dynamiques de rigidité et d'amortissement pour différentes conditions de fonctionnement ont pu être évalués.

La rotation de l'arbre, représentant le rotor de la machine, est obtenue par un moteur asynchrone, piloté par un variateur de manière à tester différentes vitesses de rotation, avec un maximum de 3000tr/min. L'arbre est guidé par deux paliers à patins oscillants. Le logement de chacun des coussinets de palier est lié au bâti de la machine par deux cellules de charge de 20kN, disposées à 90°. Les deux directions sont rendues indépendantes au moyen de fines structures en acier. Le déplacement du centre de l'arbre est obtenu au moyen de deux vérins hydrauliques déphasés de 45° par rapport aux cellules de charge. Les vérins sont liés à l'arbre par l'intermédiaire de deux roulements rigides à billes. Chaque vérin est équipé de capteurs de position et de force

de haute résolution et permettent pilotage en déplacement ou en chargement. Les vérins fournissent une charge nominale de 20kN et sont capables de travailler à 50Hz avec une amplitude de 0,1mm. Cela permet d'une part de contrôler la position de l'arbre tout en imposant une trajectoire connue telle que rencontrée en conditions réelles, et d'autre part de mesurer à la fois les forces imposées par les actionneurs et les forces supportées par les paliers. La trajectoire de l'arbre au niveau de chaque palier est mesurée par l'intermédiaire de deux capteurs de proximité, montés sur le coussinet.

Les paliers peuvent être installés dans deux configurations : chargement sur les patins (LOP) ou chargement entre les patins (LBP). Au milieu de chaque patin du palier non piloté, un thermocouple et un capteur de pression sont installés. L'angle de rotation des patins est aussi mesuré, à la fois par des capteurs de déplacement et par des accéléromètres, afin de surveiller le phénomène de battement des patins.

Les températures d'entrée et de sortie, ainsi que le débit de lubrifiant sont également mesurés pour chaque palier.