

Effects of Oil Supply Flow Rate and Oil Spray Nozzle Design on Tilting Pad Journal Bearing Performance

Effets du débit d'alimentation d'huile et des caractéristiques des buses de pulvérisation d'huile sur les performances d'un palier à patins oscillants

Hanahashi M., Kawaike K. and Uesato M.

Daido Metal Co. Ltd., Tendoh Shinden, Maehara, Inuyama, 484-0061, JAPAN

Keywords: oil supply, nozzle design, tilting pad journal bearing.

Mots clés : alimentation en huile, buses d'alimentation, paliers à patins oscillants.

Tilting pad journal bearings are widely used for high speed rotating machines. To meet ceaseless requirements of energy and materials savings, a reduction of oil supply flow rate associated with decreasing of parasitic churning losses besides shear losses in oil film is beneficial for compact lubrication system and improving efficiency of the machines. However, this tends to increase bearing temperature in some degree, thus reduces load carrying capacity, and causes unloaded pad fluttering at starved oil condition. Former works concerning of oil supply flow rate are studied about bearing temperature, bearing loss and dynamic characteristics, but few are systematically focused on reduced oil flow rate.

Our concerns are how much oil flow rate can be reduced without penalizing reliability and how to compensate the increased bearing temperature due to reduced oil flow rate. This workshop reports the effect of reduced oil flow rate on tilting pad journal bearing performance and the comparison between experimental results and THL analysis results. Following this, the effect of oil spray bar nozzle design of directed lubrication was examined to lower bearing temperature.

In this experimental study, tilting pad journal bearings were evaluated by using a test rig. The shaft is driven by 110 kW DC motor up to 10,000 rpm. The bearings are loaded by a hydraulic cylinder. The test bearing is 170 mm diameter, 5 pad, load between pads with pivot offset ratio of 0.6. Nine bearing surface temperatures on each pad were measured by thermocouples. Shaft temperature, oil film pressure and oil film thickness were measured from the rotating shaft. In the first test, oil flow rate and shaft speed was varied. In the second test, the spacing gap between nozzle exit and shaft surface of oil spray bar nozzle were changed intending to minimize a hot oil carry over and thereby to lower bearing temperature.

With regard to the reduced oil flow rate, the bearing temperature tends to increase. It is found that the rate of temperature increase is almost constant until a certain value of oil flow rate. Below this value, the rate of bearing temperature rise significantly increases. The improvement of oil spray bar nozzle for compensating the increased bearing temperature due to reduced oil flow rate is effective to lower bearing temperature. The bearing temperature of narrow spacing gap 0.5 mm was reduced from the inlet to the exit. Maximum bearing temperature decrease about 3°C compared with spacing gap 10mm. The spacing gap between nozzle exit and shaft surface of oil nozzle influences not only bearing temperature but also shaft temperature.

Les paliers à patins oscillants sont très utilisés dans les machines à grande vitesse de rotation. Pour atteindre les objectifs en terme d'économie d'énergie et de matière, une réduction des débits d'alimentation d'huile, associée à une baisse des pertes parasites par brassage en plus des pertes par cisaillement du film d'huile, est bénéfique pour rendre plus compacte les systèmes de lubrification et améliorer le rendement des machines. Cependant, ceci tend à augmenter, dans une certaine mesure, la température des paliers, et donc réduit leur capacité de charge et peut causer un flottement du patin

déchargé en cas de sous alimentation. Les précédents travaux concernant le débit d'alimentation en huile se sont intéressés à la température, les pertes et les caractéristiques dynamiques du palier, mais peu se sont focalisés sur les débits d'huile réduits.

Nos objectifs sont de déterminer de combien le débit d'huile peut être réduit sans pénaliser la fiabilité et comment compenser l'augmentation de température résultante. Cet article rend compte de l'effet d'une réduction du débit d'alimentation en huile sur les performances d'un palier à patins oscillants et présente la comparaison entre les résultats expérimentaux et ceux d'une analyse THD. Par suite, l'effet de buses de pulvérisation directe d'huile a été examiné pour réduire la température du palier.

Dans cette analyse expérimentale, des paliers à patins oscillants ont été étudiés au moyen d'un banc d'essais. L'arbre est entraîné en rotation, jusqu'à des vitesses de 10000 tr/min, par un moteur à courant continu de 110 kW. Les paliers sont chargés par un vérin hydraulique. Le palier étudié a un diamètre de 170 mm et la charge est appliquée entre 2 de ses 5 patins dont l'offset du pivot est de 0.6. La température est mesurée en neuf points à la surface de chaque patin grâce à des thermocouples. La température de l'arbre, la pression et l'épaisseur du film d'huile sont mesurées depuis l'arbre. Dans le premier test, le débit de l'huile et la vitesse de l'arbre sont variables. Dans le second test, la distance entre la sortie de la buse de pulvérisation d'huile et la surface de l'arbre est changée de façon à minimiser le transport d'huile chaude et ainsi réduire la température du palier.

Dans le cas d'un débit d'huile réduit, la température du palier tend à augmenter. Il a été trouvé que le taux d'accroissement de la température est presque constant jusqu'à une certaine valeur du débit d'huile. En dessous de cette valeur, le taux d'accroissement de la température augmente de manière significative. L'amélioration apportée par les buses de pulvérisation d'huile pour compenser l'augmentation de température du palier due au faible débit est effective. La température du palier avec un jeu d'espacement faible (0.5 mm) diminue entre l'entrée et la sortie. La baisse de la température maximale est d'environ 3°C par rapport au cas d'un jeu d'espacement de 10 mm. La distance entre la sortie de la buse de pulvérisation d'huile et la surface de l'arbre influence non seulement la température du palier mais également celle de l'arbre.