

Predicting performance of thrust bearings with use of contemporary models Prédire les performances des butées grâce à l'utilisation des modèles contemporains

Wodtke M^a, Fillon M^b, Wasilczuk M^a

a Gdansk University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, 80-952 Gdansk, Narutowicza 11/12, POLAND

b Université de Poitiers, UFR Sciences, UMR CNRS 6610, Laboratoire de Mécanique des Solides, SP2MI, Bd Pierre et Marie Curie, BP 30179, 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex, FRANCE

Keywords: thrust bearing model, TEHD calculations, CFD systems, large bearings.

Mots-clés : modèle de butée, calculs TEHD, systèmes CFD, butées de grandes dimensions.

Over last decades, together with development of computational methods and techniques a lot of analytical models were built dedicated to predicting performance of thrust bearings through numerical calculations. They allow to take into account many phenomena and design features important for bearing properties such as: lubricant flow through oil gap, heat generation due to shearing of the oil, heat conduction in bearing elements and oil film, heat transfer by lubricant surrounding the bearing pad, thermal and mechanical deformations of the bearing elements and their influence on gap profile (especially important for large bearings), pad support design, presence of hydrostatic pocket or polymer lined bearing pads.

Numerous phenomena occurring in thrust bearings operation cause problems with modelling and make solution difficult. Simultaneously, models known from the literature developed to evaluate thrust bearing performance use different computational methods and different sets of simplifying assumptions to solve the problem. As a consequence, some inaccuracies may be introduced into the results. Additionally, accuracy of thrust bearings models was usually checked with the use of experimental data which come from bearings of relatively small diameter, because of limited access to large bearings test rigs and detailed operational data, as well testing. This is the reason why such models seem unfit for evaluation of large thrust bearings performance. On the other hand contemporary Computational Fluid Dynamics (CFD) systems contain sophisticated fluid film models and numerical solutions offering opportunities of building reliable models of fluid film bearings, provided some specific problems are solved.

Separate problem of modelling is limited knowledge concerning boundary conditions necessary for solutions, such as: oil inlet temperature to the oil gap or lubricant ambient temperature. Reliable defined boundary conditions can assure correctness of bearing analysis or with the use of them it is possible to calibrate the model if experimental data are available.

In this paper calculations of several bearings of different diameters and loads were carried out with the use of different independently developed bearings models. Main differences between the models comprise assumptions taken for fluid flow part of the model. Calculations were carried out for the same boundary conditions applied in both codes. Analysis of the obtained results was aimed at revealing differences in calculated bearing characteristic caused by different solutions of fluid flow model part. Results were compared to experimental data available in the literature and conclusions were drawn concerning relevance of simplified assumptions.

Durant les dernières décennies, en même temps que le développement des méthodes et des techniques informatiques de nombreux modèles analytiques ont été établis consacrés à la prévision des performances des butées par des calculs numériques. Ces derniers permettent de prendre en compte beaucoup de phénomènes et de caractéristiques de conception importantes pour les propriétés des butées comme : le débit, la génération de chaleur due au cisaillement de l'huile, la conduction de chaleur dans les éléments de la butée et le film d'huile, le transfert de chaleur par le lubrifiant entourant le patin, les déformations thermiques et mécaniques des éléments de la butée et leur influence sur le profil du coin d'huile (particulièrement important pour de grandes butées), la conception des supports de patins, la présence de la poche hydrostatique ou les revêtements de patins.

Les nombreux phénomènes se produisant durant le fonctionnement des butées posent des problèmes de modélisation et rendent la recherche de solution difficile. Simultanément, les modèles connus de la littérature développés pour évaluer les performances des butées utilisent différentes méthodes informatiques et différents ensembles d'hypothèses simplificatrices pour résoudre le problème. Par conséquent, quelques inexactitudes

peuvent apparaître dans les résultats. De plus, l'exactitude des modèles de butée a été habituellement vérifiée avec l'utilisation des données expérimentales provenant de butées de relativement faible diamètre, en raison de l'accès limité à de grands bancs d'essai de butées et à des données opérationnelles détaillées. C'est la raison pour laquelle de tels modèles semblent inadaptés à l'évaluation des performances des butées de grandes dimensions. D'autre part, les systèmes informatiques contemporains de la dynamique des fluides (CFD) contiennent des modèles sophistiqués de film fluide et des solutions numériques offrant des opportunités de concevoir des modèles fiables de butées à film fluide, si quelques problèmes spécifiques sont résolus.

Le problème séparé de la modélisation est la connaissance limitée au sujet des conditions aux limites nécessaires aux solutions, comme : la température d'alimentation du coin d'huile ou à la température ambiante de lubrifiant. Des conditions aux limites fiables peuvent assurer l'exactitude de l'analyse de la butée ou, avec leur utilisation, elles peuvent permettre la validation du modèle lorsque des données expérimentales sont disponibles.

Cette étude présente des calculs de plusieurs butées de différents diamètres et charges qui ont été effectués avec différents modèles développés indépendamment. Les différences principales entre les modèles comportent des hypothèses prises pour la partie écoulement du modèle. Des calculs ont été effectués pour les mêmes conditions aux limites appliquées dans les deux codes de calcul. L'analyse des résultats obtenus a été effectuée afin de révéler les différences dans les caractéristiques calculées de la butée provoquées par les différentes solutions de la partie modélisation de l'écoulement. Les résultats ont été comparés aux données expérimentales disponibles dans la littérature et des conclusions ont été tirées au sujet de la pertinence des hypothèses simplifiées.