

Centrally pivoted tilting pad thrust bearing with inlet and outlet tapers – measurements vs. TEHD investigations

Butée à patins oscillants à pivots centraux à sections d'entrée et de sortie coniques – comparaison de prédictions TEHD avec des mesures

Pajaczkowski P., Schubert A. and Brescianini T.

ALSTOM Hydro (Switzerland) Ltd, Zentralstrasse 40, 5242 Birr, Switzerland

Keywords: Hydrodynamic thrust bearings, simulations, measurements.

Mots clés: butées hydrodynamiques, simulations, mesures.

One of the ways to improve bearing performance is finding a possibility to obtain lower operating temperatures of the bearing pads. It is well known that increased bearing temperatures can lead to disadvantageous effects like fatigue cracks in the pad lining, faster oil ageing or even bearing seizure caused by strong thermal pad deformations. In this paper authors would like to show the influence of inlet and outlet chamfers on centrally pivoted tilting pad thrust bearing characteristics. These chamfers should be relatively long in tangential direction (up to one third of the pad length) and their depth should be within the range of the expected oil film thickness. The main purpose of these additional geometrical features is to obtain lower operating bearing temperatures, thus the operational safety margin could be increased. A parametric study of the geometrical chamfer parameters and their influence on the bearing operating parameters is shown. Operating conditions, as e.g. speed, specific load or oil bath temperature are also subjected to variations in order to check the range of applicability of the proposed design. Optimization of the chamfer geometry is performed mainly with a bearing calculation program used in ALSTOM Hydro which is coupled with commercial FEM (Finite Elements Method) calculation software for the estimation of the bearing deformations. Validation of the obtained results is done in two ways.

First of all, several measurements were performed on the thrust bearing test rig, (the outer bearing diameter equals 720 mm). The measurement program contained several different configurations of the geometrical chamfer properties (totally 8 different pad designs) and covered a wide range of operating conditions (speed, load, oil bath temperature). The monitored parameters during measurements can be divided into the following groups: temperatures (5 sensors located in the pad, 15 sensors located in the runner), oil film pressures (4 rotating sensors located in the runner on the different radii), oil film thicknesses (4 sensors located on the pad corners) and generated power losses.

The second way of validation of the obtained optimization results is comparison with a developed FSI (Fluid Structure Interaction) calculation tool. This model combines CFD (Computational Fluid Dynamics) and FEM calculation software to simulate TEHD thrust bearing behavior. The main features of this bearing model are three dimensional temperature field calculation, automatic calculation of the warm oil mixing effects and convectional heat transfer through the pad surfaces.

Detailed conclusions are given regarding the optimal design of inlet and outlet chamfers together with the range of applicability and possible improvements of the bearing performance.

Une des façons d'améliorer les performances des butées consiste à trouver une solution pour réduire les températures de fonctionnement des patins. Il est bien connu que l'augmentation de température des butées peut conduire à des effets indésirables comme l'apparition de fissures de fatigue sur le côté des patins, le vieillissement prématuré de l'huile, ou encore la rupture de film en raison de grandes déformations thermiques des patins. Dans ce papier, les auteurs souhaitent montrer l'influence des

chanfreins d'entrée et de sortie sur les caractéristiques des butées à patins oscillants à pivots centraux. Ces chanfreins doivent être suffisamment longs selon la direction tangentielle (jusqu'à un tiers de la longueur du patin) et leur profondeur doit être de l'ordre de l'épaisseur du film d'huile attendue. Le principal intérêt de cette caractéristique géométrique additionnelle est l'obtention de plus faibles températures de fonctionnement et par conséquent une sécurité de fonctionnement accrue. Une étude paramétrique, portant sur la géométrie des chanfreins et de son influence sur les paramètres de fonctionnement de la butée, est ici proposée. Les conditions de fonctionnement, par exemple la vitesse, la charge ou la température de l'huile, sont également modifiées afin d'estimer les limites d'application de la solution proposée. Le processus d'optimisation de la géométrie des chanfreins est principalement élaboré en utilisant un code de calcul utilisé chez ALSTOM Hydro, couplé à un logiciel commercial de calcul par éléments finis pour l'estimation des déformations du grain fixe. La validation des résultats obtenus se fait de deux façons.

Premièrement, plusieurs mesures ont été effectuées sur un dispositif expérimental de test de butées (le diamètre extérieur du grain fixe est de 720mm). Le plan d'essais comprend plusieurs configurations des propriétés géométriques des patins (un total de 8 formes différentes de patin) et couvre une grande étendue de conditions de fonctionnement (vitesse, charge, température de l'huile). Les données enregistrées pendant les essais peuvent être réparties selon les groupes suivant : les températures (5 capteurs situés dans le patin, 15 capteurs situés sur le grain mobile), les pressions dans le film d'huile (4 capteurs tournant situés à différents rayons dans le grain mobile), les épaisseurs du film d'huile (4 capteurs situés aux coins du patin) et enfin les pertes de puissance.

La seconde méthode de validation des résultats de l'optimisation est une comparaison avec un outil de calcul d'interaction fluide-structure développé en interne. Ce modèle combine des calculs numériques de dynamique des fluides à des calculs par éléments finis pour modéliser le comportement TEHD de la butée. Les principales caractéristiques de ce modèle de butée sont le calcul 3D du champ de températures, le calcul automatique des effets du réchauffement par mélange d'huile et le calcul des flux de chaleur par convection au travers des surfaces des patins.

Des conclusions détaillées sont fournies quant à la géométrie optimale des patins à sections d'entrée et de sortie coniques, leur possibilité d'adaptation et enfin les gains de performances envisageables pour la butée.