

Improving performance of large thrust bearings through modeling and experimentation Amélioration des performances des butées de grande dimension grâce à la modélisation et à l'expérimentation

Dąbrowski L, Pajczkowski P, Rotta G, Wasilczuk M and Wodtke M

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

Keywords: thrust bearings, fluid film models, thermoelastic deformation, transient behaviour, hydrostatic jacking.

Mots-clés : butées, modèles de film fluide, déformation thermoélastique, régime transitoire, poches de soulèvement hydrostatiques.

Large thrust bearings used in hydro generators are highly loaded machine elements and their failures may cause serious losses because of damage and long outages of machinery. Main problems in their design and operation are thermoelastic deformations, excessive temperature dangerous for bearing alloys. Start ups and stoppages of the bearing loaded with the weight of the rotating parts are especially critical regimes of operation.

Load carrying capacity based on hydrodynamic pressure generation depends on the profile of the oil gap, which is a result of deformations and displacements of bearing elements. In transient states this profile is also changing. In the design of large thrust bearings limiting thermoelastic deformation of the pads is an important goal. Accomplishment of this goal at the design stage is based on application of realistic models of the bearing comprising heat exchange phenomena in the film, between the pads and on the film-structure boundaries, as well as elastic and thermal behaviour of the bearing structure. Such models are not commonly available even for application in steady state regimes. On the other hand the models used at the design stage should be applicable to a variety of bearing structures since many original designs of bearings with limited deformations are known. Modeling of transient states becomes even more complex since there is a dynamic development of temperature distribution and deformations. Additionally in most of the cases hydrostatic jacking systems are used so that hydrodynamic lubrication is changed into a hybrid mode of lubrication.

Advanced bearing models may be applied not only at the design stage but also in monitoring systems as a tool for fast on-line analysis of measurement data. Such analysis may be helpful in assessment of current bearing status – especially in early warning of dangerous situations.

Material issues create a separate problem for modeling and experimentation, being more important nowadays as polymer lined bearings become more frequently used. The models used for polymer lined bearings require realistic treatment of heat exchange and resilience of the bearing surface layer which, in turn, requires relevant input of data describing conductivity and elasticity of composite metal-polymer layers. Because of complex structure of surface layers such data can only be obtained from specially planned experiments.

Les butées de grandes dimensions utilisées dans les générateurs hydrauliques sont des composants de machine fortement chargés et leur casse peut causer des pertes sérieuses en raison des dommages et des longues pannes qu'elle peut occasionner. Les problèmes principaux dans leur conception et leur fonctionnement sont les déformations thermoélastiques et la température excessive, dangereuses pour les alliages constituant les butées. Les démarrages et les arrêts de la butée chargée par le poids des éléments tournants, constituent des régimes de fonctionnement très spéciaux.

La capacité de charge basée sur la génération hydrodynamique de pression dépend du profil du film d'huile, qui résulte des déformations et des déplacements des éléments de la butée. En régime transitoire, ce profil évolue également. Dans la conception de butées de grandes dimensions, la limitation des déformations thermoélastiques est un but important. Afin d'atteindre ce but lors de la conception, il est nécessaire d'appliquer des modèles réalistes de la butée, comportant des phénomènes d'échange thermique dans le film, entre les patins et à l'interface film-structure, comme le comportement élastique et thermique de la structure. De tels modèles ne sont pas généralement disponibles même pour des applications en régime permanent. Cependant, considérant le fait que plusieurs conceptions originales de butées avec des déformations limitées sont connues, les modèles utilisés lors de la conception devraient s'appliquer à un grand nombre de structures.

La modélisation du régime transitoire devient bien plus complexe en raison du développement dynamique de la distribution de température et des déformations. De plus, dans la plupart des cas, des systèmes de soulèvement hydrostatiques sont employés, de sorte que la lubrification hydrodynamique soit changée en lubrification hybride.

Les modèles avancés de butées peuvent être appliqués non seulement à l'étape de conception mais également dans des systèmes de surveillance comme outil pour l'analyse en ligne rapide des données de mesure. Une telle analyse peut être utile dans l'évaluation de l'état courant de la butée, particulièrement dans la détection précoce des situations dangereuses.

Les matériaux créent un problème séparé pour la modélisation et l'expérimentation, plus important de nos jours du fait que les butées revêtues avec un polymère deviennent de plus en plus utilisées. Les modèles utilisés pour les butées revêtues exigent un traitement réaliste de l'échange thermique et de la résilience de la couche de revêtement qui, en fonctionnement, nécessite l'entrée appropriée des données décrivant la conductivité et l'élasticité des couches composées de métal-polymère. En raison de la structure complexe de ces couches, de telles données ne peuvent être obtenues qu'à partir d'expériences spécifiquement conçues dans cet objectif.