

Mesh profiles of pressure and flux components of journal bearings of finite length Schémas de maillage des composantes de pression et de flux pour des paliers de longueur finie

Pan C

Global Technology, USA.

Keywords: Cavitation Analysis, Fluid Film Lubrication, Hydrodynamic Lubrication, Journal Bearing, Two Phase Flow, Crank Shaft Bearing.

Mots clés : Cavitation, Lubrification avec Film Mince, Lubrification Hydrodynamique, Palier, Écoulement Diphasique, Palier de vilebrequin.

This work presents a new computation algorithm for the two-dimensional fluid film lubricated eccentric journal bearing of finite length. Motivation for this effort is due to the discovery of basic flaws in commonly used computation methods to treat cavitation in the journal bearing. The underlying defect in currently used cavitation computation methods is the omission of treating the motion of the rupture boundary, owing to the inability to identify the rupture location and the subsequent determination of the velocity of the rupture boundary.

In the cited work of Pan et al, Sommerfeld's analytical formulas of an infinitely long eccentric journal bearing is used in conjunction with Olsson's condition for fluid continuity across cavitation boundaries to compute the cavitation evolution process that reaches the Swift-Stieber state asymptotically. The present work seeks a numerical computation method to deal with the two-dimensional problem. Integration of the longitudinal flux law on mesh lines between adjacent grid points is the building block for emulation of the divergence of the flux vector, yielding a five-point pressure solver that can be computed by standard matrix methods. Mean-value mid-mesh approximations make possible derivation of analytical formulas that are the foundation of the five-point algorithm. Spline operations are performed to convert the mid-mesh values of the flux components into smooth functions on mesh lines; hence pressure profiles and their longitudinal gradients are also available. Olsson's condition for cross-boundary fluid continuity can thus be examined in the interior of any mesh line as is required to deal with a variety of two-dimensional cavitation problems. Illustrative results cover the full range of bearing plan form that can be used as the initial state of time-dependent cavitation problems.

Ce travail présente un nouvel algorithme de calcul pour modéliser en deux dimensions un palier hydrodynamique de longueur finie. Ce travail est motivé par la découverte de défauts fondamentaux dans les méthodes de simulation utilisées pour modéliser le phénomène de cavitation dans les paliers fluides. Une erreur récurrente rencontrée dans les méthodes de simulation de la cavitation est l'omission de la prise en compte du mouvement de la zone de rupture de film, en raison de l'incapacité à identifier la position de la ligne de rupture ainsi que sa vitesse.

Dans un travail précédent, référencé Pan et al ci-après, les équations de la solution de Sommerfeld pour un palier infiniment long étaient utilisées, conjointement avec la condition d'Olsson pour assurer la conservation de la masse à l'interface des deux phases et modéliser le processus de cavitation en vérifiant le modèle asymptotique de Swift-Stieber. Le présent modèle consiste en une méthode numérique de calcul afin de prendre en compte la nature 2D du problème. L'intégration de l'équation de quantité de mouvement dans la direction longitudinale, sur les lignes du maillage intermédiaire situées entre les points d'une grille décalée, permet d'obtenir le divergent du vecteur de flux, conduisant à un schéma en pression à cinq points, qui peut être traité via les méthodes de calcul matriciel standard.

Les approximations du schéma à valeurs moyennes et à grilles décalées rendent possibles la discrétisation des formules analytiques qui sont à l'origine de l'algorithme à cinq points.

Des interpolations à base de spline sont effectuées pour convertir les valeurs des composantes du flux, calculées sur le maillage intermédiaire, en fonctions lissées sur le maillage principal, y rendant les profils de pression et leurs gradients longitudinaux accessibles. La condition d'Olsson vérifiant la continuité du fluide à l'interface peut ainsi être évaluée à l'intérieur de n'importe quelle ligne du maillage, de sorte qu'un grand nombre de problèmes 2D avec cavitation puissent être traités. Les résultats présentés, couvrant toute la gamme des paliers lisses, peuvent être utilisés comme point de départ pour les problèmes instationnaires avec cavitation.

- [1] Braun, M. J. and Hannon, W. M., 2010, "Cavitation formation and modelling for fluid film bearings: a review," Proc. Instn mech Engrs, 224, Part J, pp. 839-862.
- [2] Pan, C. H. T., Kim, T. H. and Rencis, J. J., 2008, "Rolling stream trails: an alternative cavitation analysis," J. Lubr. Technol., 130, 021703-1.
- [3] Olsson, K. O., 1965, "Cavitation in dynamically loaded bearings," Transactions of Chalmers University, Göteborg, Sweden, vol. 308.
- [4] Sommerfeld, A., 1904, "Zur hydrodynamischen Theorie der Schmiermittehreibung," Z. Math. Phys., 50, pp. 97-155.