

Steady-state EHL analysis of the journal bearings and comparisons of the results with experimental work

Analyse EHL de paliers en conditions établies et comparaison théorie/expérimentation.

Pal M^{a,b}, Kerr I^a, Fooks M^b, Priest M^c and Okamoto Y^d

^a Daido Metal EHQ, Winterhay Lane, Ilminster, TA19 9RT, UK.

^b Daido Metal Europe, Winterhay Lane, Ilminster, TA19 9RT, UK.

^c School of Mechanical Engineering, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK.

^d Daido Metal Company, Tendoh Shinden, Maehara, Inuyama, Japan.

Keywords: EHL, shape distortion, elastic distortion, friction, lubrication regimes.

Mots-clés : Elasto-hydrodynamique, déformation élastique, frottement, régimes de lubrification.

The vehicle emission regulations and the ever increasing fuel prices are pushing the European automotive industry to produce energy efficient vehicles. The performance of an engine under varying lubricating conditions originated from the stop/start and the cruising applications of the vehicle plays a significant role on the overall fuel efficiency of the vehicle and hence the emissions produced by the vehicle.

It is well established that during an engine cycle the dynamic loading conditions results in the distortion of the journal bearings. This elastic distortion of the bearings avoids the metal to metal contact between the journal and the bearing and in longer terms improves the performance of the bearings. Hence, it is a common practice in industry to use the EHL analysis to predict the performance of the journal bearings, which takes into account the elastic distortion of the bearings.

A common assumption made during the EHL analysis considers the assembled journal bearings of perfect circular shape. However, in practice all journal bearings undergo some sort of shape distortion due to the clamping forces applied during the assembly. Thus, the consideration of bearing shape distortion in EHL analysis may result into a more realistic prediction of the journal bearing performance.

Our present study focuses on the EHL analysis of the journal bearings considering the steady-state loading conditions and the bearing shape distortion. A tribometer has been developed to compare the performance of the journal bearings as predicted by the EHL analysis. The developed tribometer is capable in testing the performance of the journal bearings from boundary to hydrodynamic lubrication regimes. The lubrication conditions similar to a modern automobile engine are replicated by varying the load and the speed from very light to the extreme conditions. The results obtained from the experiments are plotted in the form Stribeck curves.

Les normes de pollution et les prix de carburant toujours croissants poussent l'industrie automobile européenne à produire des véhicules ayant un rendement optimum. Les performances d'un moteur dans des conditions de lubrification variables, qui sont induites par les arrêts/démarrages et la croisière du véhicule, jouent un rôle significatif sur le rendement global en carburant du véhicule et par conséquent sur les émissions produites par le véhicule.

Il est bien établi que pendant un cycle de moteur les conditions de charge dynamiques entraînent une déformation des coussinets. Cette déformation élastique permet d'éviter le contact métal sur métal entre le coussinet et l'arbre et à plus long terme améliore les performances des paliers. Par conséquent, l'analyse EHL, qui tient compte des déformations élastiques des paliers, est souvent employée dans l'industrie pour prévoir leurs performances.

Une hypothèse commune faite dans les analyses EHL est que les coussinets assemblés ont une forme circulaire parfaite. Cependant, dans la pratique tous les coussinets subissent une certaine déformation due aux forces de fixation appliquées lors de l'assemblage. Ainsi, la prise en compte de cette déformation des coussinets dans l'analyse EHL peut conduire à une meilleure prédiction des performances des paliers.

Notre étude est consacrée à l'analyse EHL des coussinets en régime établi, prenant en compte la déformation des coussinets engendrée par le montage. Un tribomètre a été développé pour réaliser la comparaison des résultats

numériques et expérimentaux. Le tribomètre développé permet d’étudier les paliers fonctionnant sous différents régimes de lubrification, de la lubrification limite à la lubrification hydrodynamique. Des conditions de lubrification similaires à celle d’un moteur automobile moderne sont reproduites en faisant varier la charge et la vitesse de très faibles jusqu’à des conditions extrêmes. Les résultats obtenus à partir des expériences sont tracés sous forme de courbes de Stribeck.