

Fatigue prediction for engine bearing Prévision de la tenue mécanique d'un coussinet

Ligier J-L and Dutfoy L

Powertrain Division, Renault, 67 rue des bons raisins, 92508 Rueil Malmaison, France.

Keywords: Bearing, fatigue, stress tensor, hydrostatic compression, multilayer.

Mots clés : Coussinet, fatigue, tenseur de contrainte, compression hydrostatique, multicouche.

Fuel consumption optimization for new automotive engines needs to optimize the bearings with respect to friction, warranting the reliability of these components under new operating conditions as like "down speeding" of the engine.

The optimization quality of engine bearing is directly related to the reliability constraint and to the accuracy of its expression. Among the reliability constraints, fatigue remains a key factor for bearing design. Up to now, diametral pressure is currently used to evaluate fatigue risk. However from the field, it appears that this parameter is not sufficient to predict precisely the mechanical resistance of bearings. In fact, this parameter cannot correctly reflect the complex damage which can occur in the antifriction layers of the bearing.

In this analysis, we propose a new approach to determine the mechanical resistance of the bearing by performing a refined stress estimation and using the mechanical behavior and the intrinsic thermo-mechanical properties of antifriction bearing layers. The loadings are related to conrod bearings of an internal combustion engine.

During the approach description, details will be given on internal stress tensor, the elasto-plastic behavior, residual stress, the porosity effect and the bearing damage under high hydrostatic compressive stress.

In fine, it will be shown that the bearing fatigue can take several forms, several types and can be due to several root causes.

L'optimisation en consommation des futurs moteurs thermiques d'automobiles nécessite d'optimiser la géométrie des paliers vis-à-vis du frottement tout en garantissant la fiabilité de ceux-ci sous de nouvelles conditions de fonctionnement comme le « downspeeding ».

Or la pertinence de cette optimisation des paliers de moteurs thermiques est directement dépendante de la précision des contraintes induites par la fiabilité.

Parmi ces contraintes de fiabilité, la fatigue des coussinets constitue un des paramètres clés du dimensionnement des paliers. A ce jour, on utilise couramment la notion de pression diamétrale pour estimer ce risque d'endommagement. Toutefois, en pratique, ce critère s'avère insuffisamment précis pour évaluer la tenue mécanique des coussinets. De plus, il ne traduit pas correctement d'un point de vue mécanique l'endommagement qui survient parfois sur ceux-ci.

Dans cette étude, nous proposons une nouvelle approche de la détermination de la tenue mécanique d'un coussinet en s'appuyant sur une description fine du tenseur des contraintes, du comportement mécanique et des caractéristiques thermomécaniques intrinsèques des couches antifriction du coussinet. Les sollicitations appliquées sur le coussinet sont les chargements thermomécaniques spécifiques à une application de tête de bielle de moteur thermique.

Au cours de la description de cette approche, les points délicats tels que les spécificités des sollicitations internes des couches minces, le comportement élastoplastique, la création de contraintes résiduelles, la présence de porosités et l'endommagement sous forte compression hydrostatique seront détaillés.

In fine, il est montré que l'endommagement couramment dénommé par « fatigue des coussinets » peut prendre de multiples formes et peut être de différents types (faible, fort nombre de cycles) et peut résulter de causes multiples. Pour être plus exact, il conviendrait de délaissé le terme fatigue au profit du terme tenue mécanique.