

Résumé

L'objectif de ce travail est de prédire la réduction de durée de vie et de comprendre les phénomènes physiques mis en jeu dans les processus d'endommagements des contacts ponctuels lubrifiés en présence d'indentations. Une étude numérique et analytique complète de l'influence d'un 'indent sur la répartition du champ de pression et de contraintes est effectuée. La surpression est obtenue analytiquement en fonction de deux paramètres géométriques de l'indent: sa pente, rapport de la profondeur sur le diamètre, et le rayon de courbure de ses épaulements. L'analyse des contraintes conduit à un critère local appelé limite d'endurance, basé sur le dépassement d'une contrainte limite du matériau. La prise en compte du volume contraint permet de définir des abaques de prédiction du risque d'endommagement, critère global, en fonction des paramètres cités précédemment. Ces deux outils de prédiction de la nocivité d'un indent pour la durée de vie du contact sont validés par des essais de fatigue effectués sur une machine à galets. Les phénomènes mis en jeu dans les processus d'endommagements sont ensuite analysés. Deux types de défauts sont testés, les indents artificiels obtenus à l'aide d'un pénétrateur Rockwell et les indents naturels obtenus par passage de particules dans la zone de contact. Quel que soit le type d'indents, les déformations plastiques liées au passage de la charge s'effectuent dans les tous premiers cycles, conduisant rapidement à une géométrie stabilisée du défaut. En fonction des conditions d'essais (chargement, cinématique), des phénomènes géométriques et hydrodynamiques responsables de l'endommagement sont mis en évidence. Enfin, l'analyse des directions de propagation des fissures est effectuée à partir de coupes métallographiques. Ce travail constitue une étape supplémentaire dans la prédiction et la compréhension de l'influence des polluants solides présents dans les lubrifiants sur la durée de vie des surfaces de mécanismes.

Résumé

The purpose of this work is to predict the rolling contact fatigue (RCF) life reduction and analyze the failure process for lubricated indented point contacts. A first part studies the influence of a dent on the pressure and stress field from a numerical and analytical point of view. An analytical relation of the pressure peak versus two geometric dent parameters is obtained: slope, ratio between the dent depth over the dent diameter, and shoulder radius of curvature. The stress analysis leads to a damage criterion. Based on a local approach, the endurance limit criterion is representative of the contact severity. Complemented with a stressed volume analysis, a damaged risk is defined. Finally, a damage risk abacus as a function of the two parameters mentioned previously is presented. The results predicted with these two criteria are compared to RCF tests performed on a two disk-machine. A second part is dedicated to the damage process and its analysis. Two kinds of defects are studied, artificial ones made with a Rockwell

penetrator, and natural ones obtained from solid particles passing through the contact. Whatever the considered dent, the plastic deformation due to the over rolling occurs in the very first cycles, quickly leading to a stabilized geometry. Depending on the test conditions (load, speed, slide to roll ratio), geometric and hydrodynamic damage effects are identified. The analysis of the direction of the crack propagation is studied using cross-sections. This work represents a step forward in the prediction and understanding of the influence of solid particle contamination on fatigue life.