

ETUDE ET SIMULATION DE L'ENDOMMAGEMENT DES PIECES MECANIQUES DE REVOLUTION

Oualid GHELLOUDJ

Soutenue en: 2018

Abstract: Les roues dentées, principales pièces mécaniques de révolution connaissent beaucoup d'amélioration grâce à l'apport de nouveaux matériaux comme les polymères. Cependant elles sont sujettes aux différents phénomènes de détérioration comme l'usure, la fatigue, le fluage, qui restent peu connus. La compréhension de ces phénomènes permet d'une part de mieux appréhender l'optimisation des paramètres de fonctionnement dans les applications industrielles et d'autre part d'augmenter leur durée de vie. Ainsi le présent travail s'inscrit dans ce cadre et consiste en une contribution à l'étude et simulation de l'endommagement des roues dentées en polyamides particulièrement l'usure des flancs des dents de roue. La première partie de cette étude est dédiée à l'approche expérimentale qui a permis de faire le suivi de l'évolution de l'usure d'une roue dentée en PA66, dans trois conditions de contact : à sec, dans l'eau et dans le mélange eau-détergent et aussi de voir le comportement tribologique des engrenages combinés, polyamide-polyamide. La deuxième partie consiste à analyser les résultats d'usure et de caractérisation du matériau avant et après usure afin de modéliser et de simuler le comportement à l'usure d'un engrenage en polyamide. Les résultats expérimentaux menés dans un cas réel comme le lave-linge qui a fait l'objet du banc d'essai, montrent que l'usure apparaît dans la saillie de la dent et est plus exprimée à la tête de la dent qu'au niveau du diamètre primitif. Par ailleurs, les dents travaillant dans l'eau subissent une usure qui mènent vers l'arrêt de la machine après 3.5 millions de cycles. Elle est deux fois plus rapide que l'usure observée dans une dent travaillant à sec. Les observations et analyses morphologiques du comportement à l'usure des dents par Microscopie Électronique à Balayage (MEB) permettent de constater que la détérioration dans les engrenages en PA66 est générée par une combinaison de deux types d'usures abrasion et adhésion avec un effet partiel de la déformation plastique dans certains endroits d'engrenage. C'est le cas de la dent d'injection où l'usure est plus exprimée. L'analyse profonde des profils de l'usure sur le flanc des dents a permis d'une part de développer un modèle géométrique qui montre l'évolution de l'usure, et d'autre part d'établir un modèle mathématique qui prend en compte le profil du nouveau flanc de la dent, provoqué par l'usure. Une loi polynomiale d'ordre deux est retenue sur la base de cinq mesures longeant le profil de la dent de la tête jusqu'au diamètre primitif. Un coefficient de correction de l'usure k_w a été intégré pour corriger les courbes de tendance avec les courbes réelles. Enfin, cette loi prend en compte le comportement à l'usure dans les flancs des dents en fonction de la nature du milieu environnant pour servir d'un modèle de prédiction de la durée de vie des engrenages en polyamide.

Keywords : tribologie, Engrenage, Polyamide PA66, Environnement, Modélisation.