

Résumé

L'objectif du travail présenté est de réaliser un modèle numérique permettant de déterminer le comportement thermique et le rendement d'une transmission mécanique à engrenages. La méthode utilisée est celle des réseaux thermiques. Elle consiste à diviser le système étudié en éléments supposés isothermes, à relier ces éléments par des résistances thermiques qui tiennent compte des transferts de chaleur rencontrés (conduction, convection, rayonnement) et à injecter en différents noeuds du réseau les quantités de chaleur générées par des pertes de puissance éventuelles. Les pertes prises en compte dans le modèle sont les suivantes : frottement généré par les dentures en contact, pertes dans les paliers hydrodynamiques ou à roulements, frottement aux joints d'étanchéité et dans les synchroniseurs des boîtes de vitesses, pertes liées au phénomène de barbotage. En ce qui concerne cette dernière source de chaleur, une étude particulière a été menée via l'exploitation d'un banc d'essais spécifique et des formulations originales sont proposées pour quantifier la puissance générée. L'originalité du modèle thermique proposé réside dans le fait que chaque élément d'une transmission est assimilé à une forme géométrique simple, ceci permet l'emploi de corrélations standards et rend le modèle générique. Un logiciel a été développé afin de coupler les calculs thermiques à ceux des pertes de puissance. Ce logiciel autorise la résolution de problèmes en régime permanent et dynamique. Des campagnes d'essais ont été menées sur deux types de transmission : une boîte de vitesses manuelle à six rapports et un réducteur industriel. Les résultats obtenus montrent que l'outil numérique est tout à fait prédictif du comportement thermique et des évolutions de rendement observés sur un ensemble à engrenages.

Résumé

The objective of the work presented here is to elaborate a numerical model which can predict the thermal behaviour and the efficiency of power gearing transmission. The thermal networks method has been used. This method consists in dividing the geared unit into isothermal elements and connecting these elements by thermal resistances which depend on the kind of heat transfer encountered (conduction, convection, radiation). Some elements of the network represent heat sources and the heat generated is linked to power losses which occur in a gearing transmission. The following sources of power losses are taken into account : friction due to the meshing of gear teeth, losses in bearings, friction in shaft seals and in gearbox synchronizer sets, losses due to oil churning. As far as oil churning losses are concerned, a specific test rig has been used to study this dissipation source and some original formulations are proposed to quantify the heat generated. The originality of the model that has been developed lies in the nodal decomposition : each element is considered as having a basic shape. Then classical correlations are used to quantify heat transfers, and it allows to

simulate the thermal behaviour of any geared unit. A computational program has been designed in order to solve simultaneously power losses and thermal calculations. Steady-state and transient problems can be solved. Some measurements have been carried out with two different power trains transmissions : a manual six-speed gearbox and an industrial gear unit. The results of these experiments show that the numerical model allows to predict with a good accuracy the thermal behaviour and the efficiency.