

Conception et mise au point d'un essai de fatigue en pied de dent d'engrenage

Résumé

Afin de hiérarchiser les solutions matériaux utilisées pour les pignons de réducteurs aéronautiques, cette étude a pour objectif de concevoir un essai représentatif de fatigue mettant en œuvre une sollicitation localisée en pied de dent d'un pignon à denture droite. Un démonstrateur devra être réalisé à l'issue du stage permettant de solliciter mécaniquement une dent de pignon, de détecter l'apparition d'une fissure de fatigue en surface de la zone critique et éventuellement de suivre sa propagation. La conception du banc d'essai et l'analyse de la détection de fissures s'appuieront sur des calculs aux éléments finis.

Contacts

Centre des Matériaux, Mines ParisTech

Alain Köster et Vincent Maurel

01 60 76 30 58

alain.koster@mines-paristech.fr vincent.maurel@mines-paristech.fr

Safran Tech

Simon Thibault et Olivier Delcourt

simon.thibault@safran.fr olivier.delcourt@safran.fr

Descriptif étendu

La durée de vie d'engrenages est limitée par la résistance à l'usure des zones en contacts et par la fissuration par fatigue de la dent, en particulier dans la zone de pied de dent lieu du maximum de sollicitation de fatigue. L'usage d'aciers cémentés ou nitrurés est courant pour augmenter la durée de vie des pignons. Ces traitements permettent à la fois d'obtenir une couche de contact durcie et d'introduire des contraintes résiduelles de compression limitant l'apparition de fissure en traction. Les besoins accrus en performance nécessitent d'augmenter la durée de vie des aciers utilisés en modifiant à la fois les procédés de durcissement et la nature métallurgique des matériaux. L'objectif à terme sera d'évaluer la performance des matériaux, de leurs traitements de renforcement, et l'influence de l'état de surface sur la durabilité des pignons.

Afin de hiérarchiser les solutions matériaux, cette étude a pour objectif de concevoir un essai représentatif de fatigue mettant en œuvre une sollicitation localisée en pied de dent. Cette démarche s'inscrit dans une démarche globale de dimensionnement optimisé des pignons d'engrenages pour applications aéronautiques. A terme, une méthodologie devra recouvrir à la fois la caractérisation des propriétés de matériaux à gradients notamment en identifiant le comportement mécanique des zones cémentées/nitrurées et du matériau de base. L'analyse de l'influence des traitements de surface se fera notamment par des mesures de contrainte résiduelles par diffraction des rayons X ou par techniques destructives incrémentales. La tenue à la fatigue des pièces sera analysée expérimentalement pour des grands nombres de cycle. La modélisation de l'état mécanique local permettra de définir des critères d'apparition de fissure pour le dimensionnement des pignons.

L'objectif du stage est de concevoir, de réaliser et de tester un essai de fatigue de pied de dent pour un pignon à denture droite. Un état de l'art et des usages au sein de la société Safran permettra de définir la (les) géométrie(s) ainsi que les niveaux de sollicitations pertinents pour cette étude. Le dispositif expérimental s'appuiera sur une machine de fatigue servo-hydraulique et sera basé sur l'utilisation d'un pignon standard modifié pour d'une part isoler une dent à solliciter mécaniquement et d'autre part permettre la détection de l'apparition d'une fissure de fatigue en surface de la zone critique. La détection de cette fissure pourra se faire à l'aide de méthodes optiques, permettant en outre de mesurer le champ de déformation par corrélation d'images numériques. La conception du banc d'essai et l'analyse de la détection de fissures s'appuieront sur des calculs aux éléments finis.