**Titre**

Etude du phénomène de fretting-usure d’un contact plan/plan 34NiCrMo16: Application et modélisation du concept d'oxygénation de l’interface

**Résumé**

Cette thèse vise à comprendre et modéliser l'usure par fretting à sec d'un contact plan/plan en acier soumis à diverses conditions de chargement, notamment le nombre de cycles de fretting, l'amplitude de glissement, la pression de contact, la fréquence de glissement, la taille du contact et l'orientation du contact par rapport à la direction de glissement. La cinétique d'usure a été étudiée en variant ces conditions qui affectent les mécanismes d'usure, y compris la formation et l'éjection de débris en plus de la tribo-oxydation, de l'abrasion et de l'adhésion. Cette investigation montre que, dans la plupart des cas, une trace d'usure composite est détectée combinant une usure oxydo-abrasive et adhésive. Une formulation de cinétique d'usure a été proposée en étendant empiriquement les lois d'usure classiques existantes en tenant compte des paramètres de chargement susmentionnés. Néanmoins, cette formulation supposait une description du taux d'usure global moyen négligeant la nature composite abrasive-adhésive de l'usure et, par conséquent, les variations locales du taux d'usure le long de la trace d’usure.

La réalisation d'une description dynamique de la cinétique d'usure intégrant la répartition de l'usure abrasive et adhésive nécessite de comprendre l'évolution de ces mécanismes. Pour atteindre cet objectif, le Concept d’Oxygénation de Contact (COC) est supposé. Cette approche suggère que l'adhésion apparaît dans le centre de contact si la pression partielle de dioxygène est inférieure à une valeur seuil. Dans les côtés latéraux, où les molécules de dioxygène sont présentes en quantité suffisante, l'oxydation et l'abrasion prévalent. Le COC a été quantifié à l'aide du paramètre «distance d'oxygène» défini comme la largeur moyenne de la couronne d'abrasion externe. L'évolution de la distance d’oxygène a été formalisée par rapport aux conditions de chargement en utilisant une formulation de loi puissance qui a permis de prédire les transitions d'usure pour les surfaces lisses et macro-texturées. Cependant, cette formulation est restée paramétrique; par conséquent, une interprétation plus physique du COC est recherchée.

Pour atteindre ce dernier objectif, une approche d'Advection-Dispersion-Réaction (ADR) est introduite pour modéliser le transport d'oxygène dans l'interface de fretting en supposant que le lit de débris est un milieu poreux compact. Cette approche ADR a non seulement prédit la répartition de l'abrasion et de l'adhésion, mais a également capturé la transition de l'usure abrasive pure à l'usure adhésive-abrasive mixte pour différentes conditions de chargement.

**Mots-clés:** Usure-Fretting, Contact plan/plan; Concept d'Oxygénation de Contact (COC); Usure adhésive oxydo-abrasive; Modèle d'Advection-Dispersion-Réaction (ADR).

**Title**

Investigation of fretting wear of a flat-on-flat 34NiCrMo16 interface: Application and modelling of the contact oxygenation concept

**Abstract**

This PhD thesis aims at understanding and modelling dry fretting wear of a flat-on-flat steel contact submitted to various loading conditions including number of fretting cycles, sliding amplitude, contact pressure, sliding frequency, contact size and contact orientation with respect to the sliding direction. Fretting-wear kinetics was studied by varying these loading conditions which affect wear mechanisms including debris formation and ejection in addition to tribo-oxidation, abrasion and adhesion. This investigation shows that, in most cases, a composite wear scar is detected combining oxidative-abrasive and adhesive wear. A wear-kinetics model was proposed by empirically extending the existing classical wear laws taking into account the aforementioned loading parameters. Nevertheless, this model assumed an averaged global wear-rate description neglecting the composite abrasive-adhesive nature of wear and consequently the inherited wear-rate local variations along the fretting scar.

Achieving a dynamic wear-kinetics description incorporating the partition of abrasive and adhesive wear necessitates understanding the evolution of these mechanisms. To attain this goal, Contact Oxygenation Concept (COC) is assumed. This approach suggests that adhesion appears in the contact center if the di-oxygen partial pressure is below a threshold value. In the lateral sides, where di-oxygen molecules are sufficient, oxidation and abrasion prevail. COC was quantified using the “oxygen-distance” parameter defined as the averaged width of the external abrasion-corona. Oxygen-distance evolution was formalized versus loading conditions using a power-law formulation which allowed predicting wear transitions for plain and macro-textured surfaces. However, this formulation remained parametric; hence, more physical interpretation of COC is pursued.

To achieve the latter objective, an advection-dispersion-reaction approach (ADR) is introduced to model oxygen transport within fretting interface assuming debris bed as a compact porous medium. This ADR approach not only predicted the partition of abrasion and adhesion but also captured the transition from pure abrasive to mixed abrasive-adhesive wear at different loading conditions.

**Keywords:** Fretting wear; Flat-on-flat contact; Contact oxygenation concept (COC); Oxidational-abrasive adhesive wear; Advection-Dispersion-Reaction model (ADR).