



Título: FINITE ELEMENT MODELLING AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF FRETTING WEAR IN THIN STEEL WIRES

Nombre: CRUZADO GARCIA, AITOR

Universidad: Mondragón Unibertsitatea

Departamento: Electrónica e informática

Fecha de lectura: 01/02/2013

Mención a doctor europeo: concedido

Programa de doctorado: PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERIA

Dirección:

> **Director:** Xabier Gomez Rodriguez

Tribunal:

- > **presidente:** José María Goicolea Ruigómez
- > **secretario:** JON ANDER ESNAOLA RAMOS
- > **vocal:** Wilson Tato Vega
- > **vocal:** CARLOS NAVARRO PINTADO
- > **vocal:** ROLF WASCHE

Descriptores:

- > SIMULACION
- > MEDIDA DE PROPIEDADES MECANICAS
- > MECANICA DE SOLIDOS
- > TRIBOLOGIA

El fichero de tesis ya ha sido incorporado al sistema

> 2013cruzametod.pdf

Localización: RECTORADO

Resumen: El fretting es uno de los principales mecanismos de degradación presente en el interior de los cables metálicos. Este fenómeno conlleva la aparición de huellas de desgaste entre los hilos en contacto reduciendo considerablemente la vida a fatiga de estos componentes. El complejo ensamblaje de los hilos de acero en los cables metálicos dificulta la caracterización experimental de dicho fenómeno, resultando una tarea costosa tanto en tiempo como dinero. Con el fin de reducir estas desventajas y aumentar el conocimiento de este fenómeno en sistemas complejos como los cables metálicos, se ha desarrollado una metodología de simulación del desgaste para predecir las huellas de desgaste producidas por el fenómeno de fretting.



Para definir el comportamiento a rozamiento y desgaste de los hilos se han realizado ensayos de fretting bajo diferentes condiciones (fuerza normal, carrera y número de ciclos). Primeramente con una configuración de cilindros cruzados a 90° y a continuación con una configuración más realista a la presente en los cables metálicos de ángulos cruzados. En dicho estudio se ha mostrado la influencia de la presión de contacto y las partículas de desgaste en el comportamiento ha desgaste, observándose dos mecanismos principales de desgaste: un mecanismo de desgaste agresivo en el inicio y un mecanismo de desgaste más estable en la restante parte del ensayo.

La metodología de simulación de desgaste desarrollada, se basa en la ley de desgaste de Archard aplicada a nivel local por medio del método de los elementos finitos EF. Debido al alto coste computacional requerido por este proceso, se ha propuesto una metodología de simulación de desgaste optimizada, basada en la optimización de los principales parámetros involucrados en la simulación del desgaste (tamaño de malla, incremento de deslizamiento y acelerador de desgaste). Mediante la utilización de esta metodología se pueden identificar los parámetros óptimos para la simulación del desgaste en problemas 3D de fretting en términos de mínimo tiempo computacional y mínima diferencia en la huella de desgaste final. La metodología de simulación optimizada ha sido finalmente validada por medio de un exhaustivo procedimiento de validación. Dicha validación se ha basado en tres aspectos relacionados con las huellas de desgaste: dimensiones, profundidad de desgaste (perfil central) y volumen.

La metodología propuesta ha sido utilizada para el estudio de la severidad de las huellas de desgaste bajo los diferentes parámetros tanto operacionales como geométricos presentes en los cables. Dicho estudio se ha realizado en términos de porcentaje de área resistente perdida y factor de concentración de tensiones, conceptos relacionados con la rotura catastrófica del hilo y con la reducción de la vida a fatiga del mismo, respectivamente. Para su desarrollo se ha utilizado la metodología del diseño de experimentos (DOE). Dicho estudio ha demostrado la influencia tanto del diámetro como del ángulo de cruce en la reducción de vida de este tipo de componentes.

Finalmente se ha estudiado el efecto del fretting en la reducción de la vida a fatiga de los hilos. Para ello, a partir del modelo de simulación de desgaste de cilindros cruzados a 90° , se han utilizado las tensiones multiaxiales de contacto producidas por el rozamiento. El modelo de predicción de la vida a fatiga consiste en la implementación de la metodología del plano crítico y el modelo de fatiga SWT (Smith-Watson-Topper) en el problema 3D de cilindros cruzados. La metodología propuesta incorpora además un nuevo modelo de acumulación de daño que tiene en cuenta el desgaste cíclico en problemas 3D. El efecto de la presión de contacto y la carrera han sido analizados y contrastados con los resultados obtenidos experimentalmente. Al final de este tesis se han presentado las directrices para el desarrollo de una metodología más robusta para la predicción de la vida a fatiga en los hilos del cable sometidos a fretting.