

Résumé

Ce mémoire présente une étude sur l'usure générée par des impacts glissants obliques faiblement chargés, et plus particulièrement par les impacts répétés entre les tubes de générateur de vapeur et les barres antivibratoires dans les réacteurs à eau pressurisée.

L'étude expérimentale de la dynamique des impacts obliques montre une très forte dépendance de leurs caractéristiques à l'angle d'incidence, avec l'existence de deux régimes de frottement distincts, caractérisés par du glissement pendant tout l'impact pour les angles rasants et par une phase de glissement suivi d'une phase d'adhérence pour les angles proches de la normale. Les caractéristiques dynamiques des impacts, telles que le rapport de percussion, la perte d'énergie ou la distance glissée au cours d'un impact, sont exprimées en fonction des paramètres incidents, du coefficient de frottement cinétique et du coefficient de restitution, en étendant les formulations érosives de Brach au cas d'impacts percussifs multi-aspérités faiblement chargés.

L'étude de l'usure générée par des impacts obliques en air et en eau à température ambiante montre que celle-ci est reliée linéairement à la perte d'énergie sans période d'incubation, par un coefficient constant en air, et par un coefficient qui dépend fortement de l'angle d'incidence en eau. Les surfaces usées présentent des stries semblables à de fines rayures d'abrasion, sans trace d'adhésion ou de déformation plastique importante, incitant à proposer un scénario d'endommagement fondé sur un enlèvement de matière uniquement généré par des micro-rayures d'abrasion.

Deux modèles d'usure par impacts en eau sont formulés, exprimant d'une part le volume usé et d'autre part la profondeur usée en fonction des paramètres incidents des impacts, du coefficient de restitution, du coefficient de frottement cinétique, des caractéristiques géométriques du tube GV et de la BAV et d'un coefficient d'usure constant.

Abstract

This thesis presents a study on wear induced by low-loaded sliding impacts in general and on wear induced by repetitive impacts between steam generator tubes and antivibration bars in pressurized water reactors in particular.

The experimental study of the impacts dynamics shows that their characteristics strongly depend on the incidence angle. Two friction regimes are observed, characterized by sliding throughout the impact for grazing angles and by the existence of a sliding phase followed by an adhesion phase for the angles close to normal. The dynamic characteristics of the impacts, such as the impulse ratio, the energy loss or the sliding distance during an impact, are expressed as functions of the incident parameters, the kinetic friction coefficient and the restitution coefficient. These expressions extend the erosive formulations of Brach to the case of low-loaded percussive multi-asperities impacts.

The study of wear induced by oblique impacts at ambient temperature in air and water environment shows a linear relationship between the wear volume and the energy loss without any incubation period, with a constant proportionality coefficient in air, and with a proportionality coefficient which strongly depends on the incidence angle in water environment. Ridges similar to thin abrasion scratches are observed on the worn surfaces, without any mark of adhesion or significant plastic deformation. Thus, a damage scenario based on micro-scratching abrasion only is proposed.

Two impacts wear models in water environment are proposed, which express firstly the worn volume and secondly the maximal worn depth as functions of the impacts incident parameters, the restitution coefficient, the kinetic friction coefficient, the SG tube and AVB geometrical characteristics and a constant wear coefficient.