

Titre : Fatigue multiaxiale des élastomères : essais complexes et critère de durée de vie

Mots clés : Élastomères, Fatigue, Multiaxialité, Traction-Torsion

Résumé : Ce travail de thèse, en partenariat entre l'École Centrale de Nantes et Elanova, porte sur la fatigue multiaxiale des élastomères. Une première partie revient sur le matériau étudié et sur le phénomène de la fatigue. Le premier chapitre aborde l'histoire et la fin de vie des élastomères synthétiques, en mettant l'accent sur le styrène-butadiène (SBR), qui est étudié dans ce travail. Le deuxième chapitre est consacré à la caractérisation du SBR étudié. Enfin, le troisième chapitre conclut cette première partie en faisant l'historique du phénomène de fatigue et de son étude.

La deuxième partie de ce manuscrit est consacrée aux essais expérimentaux de traction-torsion. Le quatrième chapitre revient sur la notion de multiaxialité et introduit la

traction-torsion à travers l'exemple du cylindre parfait. Le cinquième chapitre exploite les outils théoriques précédents pour les appliquer à des éprouvettes utilisées en pratique et propose une nouvelle méthodologie d'essais basée sur la notion nouvelle de modalité. Les sixième et septième chapitres sont, respectivement, dédiés à la mise en œuvre de la méthodologie et à l'analyse des résultats expérimentaux.

La troisième et dernière partie de ce manuscrit traite de la question du critère de fatigue. Le huitième chapitre ouvre la partie sur un état de l'art des critères de fatigue existants. Le neuvième chapitre propose un nouveau critère de fatigue basé sur le gradient de la contrainte. Enfin, le manuscrit se termine sur un chapitre d'ouverture et de confrontation aux essais de la littérature.

Title : Multiaxial fatigue of elastomers: complex tests and fatigue criteria

Keywords : Elastomers, Fatigue, Multiaxiality, Tension-Torsion

Abstract :

This thesis work, in partnership between École Centrale de Nantes and Elanova, focuses on the multiaxial fatigue of elastomers. The first part reviews the material studied and the phenomenon of fatigue. The first chapter addresses the history and end of life of synthetic elastomers, with an emphasis on styrene-butadiene (SBR), which is studied in this work. The second chapter is devoted to the characterization of the SBR studied. Finally, the third chapter concludes this first part by presenting the history of the fatigue phenomenon and its study.

The second part of this manuscript is dedicated to experimental traction-torsion tests. The fourth chapter revisits the concept of multiaxiality and introduces traction-torsion through the example

of the perfect cylinder. The fifth chapter uses the previous theoretical tools to apply them to specimens used in practice and proposes a new testing methodology based on the new concept of modality. The sixth and seventh chapters are dedicated to the implementation of the methodology and the analysis of experimental results, respectively.

The third and final part of this manuscript deals with the question of the fatigue criterion. The eighth chapter opens the section with a state of the art of existing fatigue criteria. The ninth chapter proposes a new fatigue criterion based on the stress gradient. Finally, the manuscript concludes with a chapter of openness and confrontation with tests from the literature.