

## Modeling the dynamics of ball bearings with flexible, through-fractured cages Modélisation de la dynamique des roulements à billes avec cages flexibles fissurées

Weinzapfel N and Sadeghi F

*School of Mechanical Engineering, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA*

**Keywords:** bearing, dynamics, cage, flexible, fractured.

**Mots-clés :** palier, dynamique, cage, flexible, rupture.

Traditional bearing dynamics models idealize the cage as rigid and undamaged. However, the behavior of failed cages differs dramatically from that of intact cages. This study examines the dynamics of a deep-groove ball bearing for the novel scenario of a flexible stamped-style cage with a through-fracture. The flexible cage model was developed using the discrete element method and implemented in an existing dynamic bearing model. The cage model represents the cage bridge material as assemblies of discrete elements while maintaining rigid pocket geometry. Visco-elastic fibers connect the discrete elements to enable compliance in the cage bridges. Correlating deflections of the discrete element cage model with those of a finite element cage model determined the relationships between the cage material and fiber properties. Severing the connecting fibers effectively generates a through-fracture in the cage. The presence of such a fracture increases the extent of cage expansion due to centrifugal force more than an order of magnitude over an undamaged cage. This increased expansion produces an enlarged whirl radius and continual contact between all cage pockets and the corresponding balls retained by the pockets. Side effects of the continual contact include alteration in trends of cage stability versus shaft speed, increased frictional losses and heat generation, and dramatic changes in the ball-race slip velocity profiles.

Les modèles traditionnels de dynamique de roulements idéalisent la cage comme rigide et intacte. Cependant, le comportement des cages abîmées diffère de façon significative de celui des cages intactes. Cette étude examine la dynamique des roulements à guidage profond équipés d'une cage flexible fissurée. Le modèle de cage flexible a été développé suivre la méthode des éléments discrets et a été implémenté dans un modèle de dynamique de roulements existant. Le modèle de cage représente le matériau de pont de cage comme un assemblage d'éléments discrets tout en maintenant la forme de poche rigide. Des fibres visco-élastiques connectent les éléments discrets pour permettre l'interaction des ponts de cage. La corrélation des déplacements du modèle de cages à éléments discrets avec ceux d'un modèle de cage éléments finis a déterminé les relations entre le matériau des cages et les propriétés des fibres. La rupture des fibres produit une rupture à travers dans la cage. La présence d'une telle fissure augmente l'expansion de la cage due à la force centrifuge de plus d'un ordre de grandeur par rapport à celle d'une cage intacte. Cette augmentation de l'expansion produit une augmentation du rayon de balourd et un contact continu entre toutes les poches de cage et les billes correspondantes retenues par les poches. Les effets secondaires du contact permanent sont une altération de la stabilité des cages avec la vitesse d'arbre, l'augmentation des pertes par frottement et de la puissance dissipée, et des changements significatifs sur la vitesse de glissement au niveau des pistes de roulements.