

Low frequency shaft vibration tests and analyses Analyses et essais sur les vibrations basse fréquence de l'arbre en rotation

DeCamillo S^a, Cloud C H^b, Byrne J M^c and He M^d

^a Kingsbury, Inc., 10385 Drummond Road Philadelphia, PA 19154, USA.

^{b,c,d} BRG Machinery Consulting, LLC, 703 Highland Avenue, Charlottesville, Virginia 22903, USA.

Keywords: hydrodynamic, tilt pad journal bearing, subsynchronous vibration.

Mots-clés : hydrodynamique, palier à patins oscillants, vibration sous synchrone.

Tilt pad journal bearings are well known for overcoming vibration limitations of fixed geometry bearings. There are, however, other vibration phenomena associated with tilt pad bearings that are topics of past and present research. Over the past few years, unusual, low-frequency, radial vibrations have been observed in different types of machines using tilt pad journal bearings. The vibrations are not like sharp, subsynchronous spikes that often indicate a serious problem. They are of low frequency and amplitude, and fluctuate randomly. These low level vibrations have raised concern in acceptance tests of critical machinery, even in cases that comply with industry specifications, because their cause and nature are unknown.

This paper presents shaft and pad vibration data from tilt pad journal bearing tests that were performed to investigate and better understand these subsynchronous indications. The low frequency vibrations are compared under the influence of speed, load, oil flow, and bearing orientation. Results are presented for conventional and direct lube tilt pad bearings, along with discussions of parameters and methods that were successful in reducing and eliminating these low level vibrations.

Theoretical analyses are also presented and discussed in relation to the test observations. The analyses use an algorithm that accounts for effects when there is insufficient flow for the oil films, and the resulting full matrix dynamic coefficients are used to examine the frequency response characteristics of each pad in relation to test measured pad vibration. The model correlates well with test results, thereby providing a useful tool to assess the effects of multiple factors and complex pad/shaft interactions that influence these low level vibrations.

The intention is that this information will be of value to researchers, analysts, and other personnel involved with design and prediction of hydrodynamic bearings in high-speed machinery.

Les paliers à patins oscillants sont connus pour surmonter les limitations imposées par les vibrations qui existent pour les paliers à géométrie fixe. Il existe cependant d'autres phénomènes vibratoires sur les paliers à patins oscillants qui sont l'objet de recherches passées et présentes. Depuis quelques années, des vibrations radiales, inhabituelles, de fréquence basse, ont été observées sur différents types de machines comportant des paliers à patins oscillants. Ces vibrations ne sont pas des pics transitoires sous synchrones qui indiquent souvent un problème grave. Elles ont une fréquence basse et une faible amplitude, et fluctuent aléatoirement. Ces vibrations de bas niveau ont soulevé l'inquiétude dans des contrôles de réception des machines critiques, même dans les cas qui sont conformes aux caractéristiques d'industrie, du fait de leur cause et de leur nature inconnues.

Afin de mieux comprendre ce phénomène de vibration sous synchrone, cette étude présente les données de vibration de l'arbre et d'un patin issus de tests qui ont été réalisés sur un palier à patins oscillants. Les vibrations de basse fréquence sont comparées en faisant varier la vitesse, la charge, le débit et de l'orientation du palier. Les résultats sont présentés pour des paliers avec une alimentation conventionnelle ou directe, et discutés en fonction des paramètres et des méthodes mises en œuvre pour limiter et éliminer ces vibrations de basse fréquence.

Les analyses théoriques sont également présentées et discutées par rapport aux résultats expérimentaux. Elles sont réalisées grâce à un algorithme qui prend en compte les effets d'une sous alimentation, et la matrice complète des coefficients dynamiques en résultant est employée pour examiner les caractéristiques de réponse en fréquence de chaque patin par rapport à la vibration mesurée lors des essais. La corrélation entre le modèle et les résultats expérimentaux est satisfaisante, fournissant de ce fait un outil utile pour évaluer les effets des facteurs multiples et des interactions complexes de patin/arbre qui influencent ces vibrations.

L'intention est que cette étude puisse être utilisée par des chercheurs, des analystes, et tout autre personnel impliqué de la conception de paliers hydrodynamiques de machines tournantes à grande vitesse.