

Rotordynamic analysis of textured annular seals with mutiphase (bubbly) flow Analyse dynamique des joints annulaires texturés en écoulement biphasique

Arghir M^a, Zerarka A^{a,b}, Pineau G^b

a Laboratoire de Mécanique des Solides, Université de Poitiers, France.

b Laboratoire d'Etudes Aerodynamiques, Université de Poitiers, France.

Keywords: annular (textured) damper seals, multiphase (bubbly) flow, dynamic coefficients.

Mots clés : joints annulaires texturés, écoulement multiphasique, coefficients dynamiques.

For some applications it must be considered that the flow in the annular seal contains a mixture of liquid and gas. The multiphase character of the flow is described by the volume fraction of gas (usually air) contained in the liquid under the form of bubbles. The fluid is then a homogenous mixture of air and liquid all thru the annular seal. Its local gas volume fraction depends on the pressure field and is calculated by using a simplified form of the Rayleigh-Plesset equation. The influence of such of a multiphase (bubbly) flow on the dynamic characteristics of a straight annular seal is minimal because the volume of the fluid is reduced. The situation is quite different for textured annular (damper) seals provided with equally spaced deep cavities intended to increase the damping capabilities and to reduce the leakage flow rate. As a by-product, the volume of the fluid in the seal increases drastically and the compressibility effects stemming from the bubbly nature of the flow are largely increased even for a low gas volume fraction. The present work depicts the influence of the gas volume fraction on the dynamic characteristics of a textured annular seal. It is shown that variations of the gas volume fraction between 1% and 0.1% can lead to frequency dependent stiffness, damping and added mass coefficients.

Pour certaines applications il faut prendre en compte que l'écoulement dans le joint annulaire contient un mélange de liquide et de gaz. Le caractère multiphasique est décrit par la fraction volumique de gaz contenu dans le liquide sous forme de bulles. Le fluide est alors un mélange homogène d'air de liquide tout le long du joint annulaire. La fraction volumique locale dépend du champ de pression étant estimée à l'aide d'une forme simplifiée de l'équation de Rayleigh-Plesset. L'influence de cet écoulement multiphasique sur les caractéristiques dynamiques d'un joint annulaire lisse est minimale parce que le volume de fluide présent dans le joint est réduit. La situation est différente pour des joints annulaires texturés munis de cavités profondes uniformément distribuées pour augmenter l'amortissement apporté par le joint et pour réduire le débit de fuite. Une conséquence est que le volume de fluide dans le joint augmente de manière importante et les effets de compressibilité issus du caractère multiphasique de l'écoulement sont beaucoup plus forts même pour une faible fraction volumique de gaz. Ce travail montre l'influence de la fraction volumique de gaz sur les caractéristiques dynamiques d'un joint annulaire texturé. Des variations de la fraction volumique de gaz comprises entre 1% et 0.1% peuvent conduire à des raideurs, des amortissements et des masses ajoutées qui dépendent de la fréquence d'excitation.