En 2009, J.A. Lorentz et B.T. Murphy[ ] ont proposé une approche linéaire en se basant sur les coefficients d’influence pour analyser l’instabilité vibratoire provoquée par l’effet Morton. Cette approche suppose que la réponse thermique ne dépende que de la réponse dynamique en régime stationnaire, ainsi la vibration du rotor est assumée tous les temps en quasi-statique.

Cette approche décrit l’effet Morton par trois coefficients d’influence. Ces trois coefficients d’influence sont exprimés sous forme de vecteur et peuvent être représentés par le nombre complexe. Quantité des coefficients signifie une sensibilité qui contribue au déclenchement de l’instabilité vibratoire causée par l’effet Morton. Phase des coefficients décrit un déphasage entre deux vecteurs qui sont utilisés pour décrire les informations physiques concernés. Le détail de ces trois coefficients d’influence est présenté dans la partie suivante.

* Coefficient d’influence

décrit la relation linéaire entre le vecteur de vibration et le vecteur du balourd (Eq.1).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

La quantité du vecteur présente le niveau de vibration crêt-à-crêt au niveau du palier et sa phase permet de positionner le point haut à la surface du rotor. Le vecteur du balourd permet de connaitre la quantité du balourd et l’endroit du balourd (le point lourd) dans la direction circonférentielle de rotor. La quantité du vecteur montre une sensibilité du niveau de vibration par rapport au balourd présent sur le rotor. Sa phase définit le déphasage entre le point lourd et le point haut à la surface de rotor. La phase des vecteurs peut être déterminée en se référant à une position fixe marquée à la surface d’un rotor.

* Coefficient d’influence

est un coefficient important pour détecter l’existence de l’instabilité provoquée par l’effet Morton. Il caractérise la sensibilité de la différence de la température à la surface de rotor par rapport à la vibration. En régime stationnaire, il est assumé que cette différence de température varie linéairement en fonction de l’amplitude de vibration synchrone.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

La phase du vecteur donne la position du point chaud dans la direction circonférentielle du rotor. La phase donnée par le coefficient montre le déphasage entre le point haut et le point chaud. Cette phase ne peut pas être déterminée par la méthode proposée ici, car l’approche n’a pas pris en compte l’effet en régime transitoire et ce déphasage dépende fortement la réponse thermique en transitoire. Ainsi, une valeur approximative et empirique de 30 dégrée (retard du point chaud par rapport à point haut) est proposée par les auteurs.

En fait, selon les données mesurée publiée dans la littérature, cette valeur est reconnue d’être compris entre 0 à 60 dégrée (retard du point chaud) et la valeur médian est utilisé pour approximer la valeur réelle.

* Coefficient d’influence

permet d’exprimer la sensibilité du balourd thermiquegénéré par la déformation thermique de rotor par rapport à la différence de la température de rotor.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Le balourd thermique va être combiné avec le balourd mécanique pour donner le balourd total qui contribue à la vibration synchrone.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Contrairement aux deux autres coefficients, est indépendant de la vibration ainsi que de la vitesse de rotation. Pour déterminer, il suffit de connaitre la configuration géométrique du banc et les caractéristiques du matériau de rotor. D’après [] et Eq.3, l’expression du vecteur est déduite :

|  |  |
| --- | --- |
| *: masse du disque au porte-à-faux en [g] : coefficient de dilatation thermique : largeur du palier en [mm] : distance axiale entre le milieu du disque et le milieu du palier [mm] : Rayon de l’arbre [mm] : 180 degré à cause de la courbure de rotor générée par* |  |

Un critère de stabilité (Eq.6) est proposé dans [] pour prédire si le système comporte une instabilité vibratoire provoquée par l’effet Morton.

|  |  |
| --- | --- |
| stable |  |

Le critère de stabilité montre que cette instabilité vibratoire dépend uniquement des trois vecteurs de coefficient d’influence. Plus la valeur de chaque vecteur est importante, plus le système pourrait être instable. Cependant, la phase associée avec ces coefficients joue aussi un rôle important. Malgré de valeur importante de ces trois vecteurs, le système du rotor pourrait rester stable si la partie réelle du produit vectoriel de ne dépasse pas 1.

Grâce à cette approche simple, l’analyse simple de l’effet Morton devient possible avec les outils numériques universels en dynamique de rotor et en lubrification. Cependant, le fait que la méthode utilise seulement les informations en régime stationnaire, ce qui rend la méthode dédiée à prédire l’existence de l’effet Morton et ne permet pas de l’analyse de l’effet Morton en régime transitoire.

Référence :

[1], Murphy,B.T., and Lorenz, J.A., 2010, « Simplified Morton Effect Analysis for Synchronous Spiral Instability », ASME Journal of Vibration and Acoustics, Vol. 132, October, 2010

[2], Lorenz J. A., Murphy B. T., Case Study of Morton Effect Shaft Differential Heating in a Variable-Speed Rotating Electric Machine, Proceedings of GT2011, ASME Turbo Expo, June 6-11 2011, BC, Canada