

FISSURATION TRANSVERSE DES ARBRES DE TURBINES DU SEUIL DE PROPAGATION AU COMPORTEMENT VIBRATOIRE

Serge NICOLET (EDF-R&D/RNE/AMV)

Les rotors Basse Pression des turbines à vapeur des paliers CP0/CP1 sont affectés par un problème générique de fissuration. La fissure la plus importante du parc atteint une profondeur de 90 mm (10% du diamètre du rotor). Ces défauts posent un problème majeur à l'entreprise en terme de sécurité des personnes et des matériels, de disponibilité des tranches et de coût de maintenance. Les fissures s'initient en partie centrale des arbres Basse Pression à technologie frettée à proximité de l'entretoise centrale et prennent leur origine dans le logement de clavettes anti-rotation. La gestion industrielle de ce dossier impose de traiter deux aspects complémentaires :

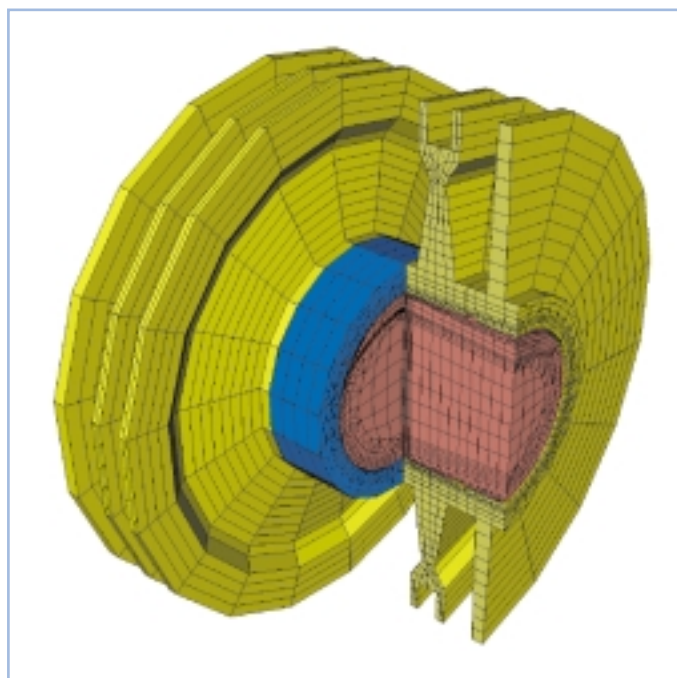
- la surveillance vibratoire des lignes d'arbres qui impose de connaître les symptômes et les critères permettant de diagnostiquer la présence d'une fissure de grande taille,
- la définition d'une taille limite de fissures (identifiable à partir de mesures non destructives) au-delà de laquelle il est nécessaire de remplacer un rotor fissuré.

Les traitements de ces problématiques parallèles ont fait appel, dans les deux cas, à l'exploitation du Code_Aster.

En terme de taille limite d'exploitation des rotors fissurés, la cinétique déduite du REX et des conditions de sollicitations de la zone de la fissure nous indique une propension des défauts à se propager tout d'abord en régime de virage de la turbine (rotation à quelques dizaines de tours par minute), avant d'atteindre le seuil de fissuration en fatigue en régime de vitesse nominale (1500 tr/min) qui conduit à accumuler très rapidement un nombre important de cycles. La définition de cette taille limite passe par la réalisation de modèles 3D complets incorporant l'arbre fissuré, les disques porte-aubages et l'entretoise centrale. Ces modèles doivent pouvoir tenir compte des effets du frettage, du poids propre et surtout du

contact unilatéral entre les lèvres de la fissure. Sur la base de la réalisation de ces calculs, une refonte importante des algorithmes de contact unilatéral du Code_Aster a été menée ainsi qu'une optimisation des solveurs associés. De plus, les données matériaux disponibles nécessitent de disposer en 3D des valeurs de facteurs d'intensité de contraintes K1, K2 et K3 dans les différents modes d'ouverture de la fissure : fonctionnalité aujourd'hui opérationnelle dans le Code_Aster.

La détermination des valeurs de K nécessite des modélisations particulières prenant en compte des éléments finis quadratiques avec noeuds au quart à proximité du fond de fissure qu'il a fallu intégrer dans un maillage nécessairement linéaire pour assurer des durées de calcul raisonnables.



En terme de surveillance vibratoire, les critères caractéristiques de la présence d'une fissure sont calculés à partir de modélisations de lignes d'arbres fissurés avec le code CADYRO.

Ces modèles présentant des hypothèses de poutre, ils nécessitent d'intégrer un élément 1D de modélisation de la section fissurée dont la raideur en fonction de l'ouverture ou du contact entre les lèvres de la fissure doit être évaluée par un calcul

3D avec le Code_Aster en non linéaire. Une fois déterminée la procédure de calcul de la loi de comportement en flexion d'une section de rotor fissurée, une validation expérimentale a été menée avec succès sur le banc EUROPE du Département AMV. Le modèle développé est maintenant appliqué à la ligne d'arbre complète CP0/CP1.

Recherche
& Développement