

Modélisation de l'écaillage du système barrière thermique Safran sous sollicitations thermiques

**Mélanie Theveneau^a, Basile Marchand^a, Vincent Guipont^a, Alexandre Cottin^a,
Vincent Maurel^a, Florent Coudon^b**

a. MINES ParisTech, PSL Research University, MAT - Centre des Matériaux, CNRS UMR
7633, BP 87 91003 Evry : melanie.theveneau@mines-paristech.fr

b. Pôle Matériaux et Procédés (M&P), Safran Tech, Safran SA, Rue des Jeunes Bois,
Châteaufort 78772 MagnyLes-Hameaux : florent.coudon@safrangroup.com

Mots clés : Barrière thermique, Écaillage, Endommagement, Modélisation, Lasat

Résumé

Les systèmes barrières thermiques permettent la protection et l'utilisation des aubes de turbine haute pression pour des températures plus élevées. Safran a développé, pour les aubes de turbine haute pression dont le substrat est un AM1 bas soufre, le système barrière thermique suivant : une zircone yttrée déposée par EBPVD sur une sous-couche métallique, à savoir un aluminure de nickel modifié platine. Un oxyde se forme à l'interface sous-couche/céramique créant ainsi le lien physique entre les différentes couches du système complexe barrière thermique.

Les endommagements liés à l'utilisation de cette technologie doivent alors être étudiés afin d'être pris en compte dans la modélisation de la durée de vie des aubes de turbine. On parle ici de phénomènes d'interdiffusion [3], de croissance de la couche d'oxyde [5], de propagation de fissures interfaciales [1] engendrant le délaminage et enfin l'écaillage du système barrière thermique.

Plusieurs travaux ont été menés pour modéliser la durée de vie à écaillage du système barrière thermique présenté précédemment [1][4][6].

Afin de discriminer les différents modèles de calcul de durée de vie du système barrière thermique, nous avons mené des essais Lasat (LAser Shock Adhesion Test) [2] sur des échantillons à l'état brut de dépôt et après différents vieillissements. L'essai Lasat permet de qualifier la perte d'adhérence d'un revêtement sur un substrat en fonction du vieillissement des échantillons. Une loi d'endommagement de type flambage/écaillage est alors proposée à partir des résultats provenant des essais Lasat.

De plus, une étude paramétrique est effectuée afin de comparer deux types de modélisations : un premier modèle supposant une description simple des couches et une description plus précise de l'endommagement [1] et un second modèle proposant une description simple de l'endommagement avec une description plus détaillée des couches du système barrière thermique [6].

Références

- [1] C. Courcier : Modélisation de la durée de vie à l'écaillage des revêtements barrières thermiques pour aubes de turbine aéronautique. Thèse de doctorat, Mines ParisTech, France, 2009.
- [2] V. Guipont : Interfacial toughness evolution under thermal cycling by laser shock and mechanical testing of an EBPVD coating system. 2018.
- [3] P. Sallot , V. Maurel et L. Remy : Analysis of the interdiffusion zone reduction used as a damage criterion for nialpt coatings, 2013.
- [4] R. Soullignac : Prévion de la durée de vie à l'écaillage des barrières thermiques, Thèse de doctorat, Mines ParisTech, France, 2014
- [5] V.K. Tolpygo et D.R. Clarke : On the rumpling mechanism in nickel-aluminide coatings. Part I : an experimental assesment. Acta Mater., 2004.
- [6] J.R. Vaunois : Modélisation de la durée de vie des barrières thermiques, par le développement et l'exploitation d'essais d'adhérence, Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 2013