

Formation Spécialisée MASTERE DMS Design des Matériaux et des Structures

OFFRE DE SUJET MASTERE DMS 2021/2022

Encadrement

Virginie Jaquet, Amar Saboundji, Vincent Maguin (Safran), Vladimir Esin et Sylvain Dépinoy (CDM – Mines Paris)

Titre

Etude de l'influence des traitements thermiques de revêtement sur les propriétés mécaniques. Application à un superalliage monocristallin pour aubes de turbines haute pression

Contexte

Les aubes de turbine haute pression, positionnées derrière la chambre de combustion du moteur sont particulièrement sollicitées (sollicitations thermiques, thermomécaniques et environnementales). Pour répondre à ces sollicitations, elles sont conçues en superalliage base Nickel, de structure monocristalline (constitué d'une matrice gamma et de précipité gamma'), creuses pour aménager un circuit d'air permettant de refroidir la pièce en fonctionnement et revêtues pour les protéger de l'oxydation. Pour satisfaire les objectifs des projets de moteurs d'avions et d'hélicoptères de Safran Aircraft Engines et Safran Helicopter Engines, SAFRAN a décidé de lancer un projet d'acquisition d'une plateforme de recherche et de maîtrise de la fabrication d'aubes de turbines haute pression de nouvelles technologies. Les 2 principaux leviers identifiés sont :

- un design et des technologies plus performantes en terme de refroidissement des aubes de turbines haute pression (enjeux bureau d'Etudes et Matériaux & Procédés) ;
- un système matériaux (superalliage + revêtements (sous-couche de liaison et barrière thermique)) plus performant en terme de tenues mécanique et environnementale (enjeux Matériaux & Procédés)

C'est dans ce 2^{ème} axe que le stage proposé s'inscrit. Il vise à accompagner le développement de nouveaux systèmes matériaux (monocristaux et revêtements associés).

Les nuances de monocristaux les plus performantes mécaniquement sont généralement les moins performantes en terme de tenues environnementales. Il faut donc les protéger notamment contre l'oxydation en surface de la pale (revêtement externe) et / ou au niveau des cavités de refroidissements (revêtement interne). La surface extérieure de la pale, comme celle à cœur au niveau des cavités ne subissent pas les mêmes sollicitations (température, nature des gaz) : deux dépôts différents (en terme de chimie, épaisseur ou microstructure du revêtement et procédés de dépôt) sont donc à envisager. Ces dépôts peuvent être déposés ou diffusés. Dans les deux cas, pour leur mise en œuvre, il est nécessaire de recourir à des cycles thermiques. Ces derniers doivent être compatibles de la gamme de fabrication complète d'une aube de turbine, et de l'alliage - plus particulièrement les traitements thermiques qui lui sont propres.

Objectif et travail proposé

L'objectif du stage est de déterminer les macros gammes de fabrication notamment les enveloppes de cycles thermiques possibles pour les revêtements, d'identifier leurs positions en

gammes et bornes (température, durée) vis-à-vis de leurs impacts sur les propriétés mécaniques du superalliage (traction, fluage, fatigue) et de sa microstructure (taille des précipités gamma'). Les caractérisations se feront sur du superalliage nu sur lequel les cycles thermiques liés aux revêtements type sous-couche de liaison seront simulés.

L'impact de la microstructure sur les propriétés mécaniques sera analysé pour déterminer les fenêtres optimales de traitement thermique de chacun des revêtements. Dans la mesure du possible un modèle empirique ou autre pourra être proposé pour prédire la taille des précipités gamma' en fonction des cycles thermiques appliqués.

Profil demandé

De bonnes connaissances en matériaux et en mécanique. Un goût prononcé pour le travail expérimental serait un atout.
