

Sujet de stage M2

Département Physique et Mécanique des Matériaux – Axe SIMAC

Caractérisation des modifications chimico-structurales d'alliages Ni-Cr nitrurés plasma

Encadrants :

- Jean-Baptiste Dubois (MdC) : jean.baptiste.dubois@univ-poitiers.fr - 05 49 49 67 27
- Luc Pichon (PR) : luc.pichon@univ-poitiers.fr

Date et durée : 5 mois à partir de février ou mars 2019

Gratification : selon règlementation en vigueur

Mots-Clés : Nitruration plasma, alliages Ni-Cr, DRX, MET

Sujet :

L'activité du groupe est focalisée sur la nitruration plasma de superalliages à base Ni. Ces alliages, utilisés par exemple dans les parties chaudes des turboréacteurs, présentent des propriétés en conditions extrêmes remarquables (résistance au fluage, durée de vie en fatigue, résistance à la corrosion). Ces dernières sont expliquées par le durcissement en solution solide (addition de divers éléments Cr, Al, Ti, Ta, W, Co, Fe,...) d'une phase austénitique dite γ et par un durcissement structural lié à la présence de précipités intermétalliques cohérents (γ' : $\text{Ni}_3(\text{Al,Ti,Ta})$ et/ou γ'' , ...). Les différentes études menées ont permis de mieux comprendre la réponse à la nitruration de ce type d'alliages [1, 2, 3] et l'influence des conditions de nitruration. En particulier, la phase γ nitrurée montre un comportement relativement similaire à d'autres alliages austénitiques (base Fe, Co ou Ni) : la nitruration à température modérée avec assistance plasma peut conduire à la formation d'une phase austénitique expansée métastable appelée γ_N , où l'azote se trouve en solution solide. L'amélioration des propriétés induites par la nitruration passe par un contrôle optimisé de la teneur en azote et des phases formées, elles-mêmes liées à la composition des alliages et aux conditions de traitement. En raison de la complexité des alliages étudiés jusqu'à présent, l'influence des éléments d'addition sur la nitruration reste difficile à établir.

Le sujet du stage se focalisera donc sur des alliages binaires Ni-Cr, de teneurs en Cr variables, avec pour objectif de comprendre précisément l'influence des conditions de nitruration et de la teneur en Cr sur la formation de la couche nitrurée et de ses caractéristiques (phases formées, quantité d'azote introduite et concentration en surface, profondeur de nitruration, plasticité induite, endommagement...). Au cours de cette étude, le stagiaire sera amené à effectuer des caractérisations des échantillons traités plasma par diffraction des rayons X, par MEB et par des techniques d'analyses (EDS, spectrométrie à décharge lumineuse). Des préparations de lames MET suivies de caractérisations locales (TEM BF-DF-diffraction et STEM-EDS) sont à prévoir pour certains échantillons. De nouveaux essais de nitruration pourront être planifiés si nécessaire. Les

résultats obtenus devront être mis en relation avec ceux issus de l'étude des superalliages base Ni, pour lesquels d'autres caractérisations (TEM) seront à envisager, en particulier pour l'alliage Haynes 230.

- [1] L. Pichon et al., *Journal of Materials Science*, 48(4), 1585-1592 (2013)
- [2] S. Chollet et al., *Surface and Coatings Technology*, 235, 318-325 (2013)
- [3] L. Pichon et al., *Journal of Alloys and Compounds* (2018)