

ECOLE DOCTORALE EMMA : Energie Mécanique Matériaux

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE LORRAINE

Spécialité : Sciences des Matériaux
Option : Mécanique des matériaux

Gaël LE COZ

USINAGE DE L'INCONEL 718 : INTEGRITE DE SURFACE, MESURE DE
TEMPERATURE ET MODELE ANALYTIQUE DU FRAISAGE PERIPHERIQUE

Soutenance le 13 décembre 2012 à 14h au centre Arts et Métiers de Metz

Directeur de thèse : **Daniel DUDZINSKI**
Co-directeur de thèse : **Abdelhadi MOUFGI**

Jury :

Pr. O. CAHUC	Professeur I2M, Université Bordeaux	Rapporteur
Pr. P. LAGARRIGUE	Professeur LGMT, UPS Toulouse	Rapporteur
Pr. P. POULACHON	Professeur LaBoMaP, Arts et Métiers Paris Tech Cluny	Examineur
Pr. D. DUDZINSKI	Professeur LEM3, UDL Metz	Directeur
Pr. A. MOUFGI	Professeur LEM3, UDL Metz	Co-directeur

RESUME

Les composants des industries de l'aéronautique, du spatial ou de l'énergie sont souvent en fonctionnement dans des environnements sévères où les températures et les pressions peuvent atteindre des valeurs importantes. Les matériaux traditionnels sont alors remplacés par des superalliages dits réfractaires ; l'Inconel 718 est un de ces matériaux. Ils sont en particulier caractérisés par la conservation de leurs propriétés mécaniques à hautes températures.

L'Inconel 718 est un alliage à base nickel, réputé comme difficile à usiner. Cette difficulté de mise en forme, liée à ses caractéristiques physiques et mécaniques, impose généralement une utilisation très importante de fluides de coupe ; ceux-ci représentent une fraction significative du coût de la pièce usinée. L'objectif est alors de migrer vers l'usinage à sec et grande vitesse. Cependant, du fait des caractéristiques mécaniques et du caractère réfractaire de l'Inconel 718, les surfaces générées peuvent être affectées thermiquement durant l'opération d'usinage avec la mise en place de contraintes résiduelles en traction néfastes pour la tenue en service des pièces usinées.

Au travers des travaux présentés, nous nous proposons de montrer la faisabilité de l'usinage à sec de l'Inconel 718 et ses conséquences sur l'intégrité des surfaces réalisées. Des essais de tournage sous lubrification et à sec ont été réalisés dans des conditions de semi-finition avec un outil en carbure de tungstène revêtu. Les surfaces et sous surfaces ont été observées et qualifiées par un ensemble de moyens : microscope à interférométrie, microscope électronique à balayage, microduromètre, goniomètre rayons X pour l'analyse des contraintes résiduelles. L'analyse de l'intégrité des surfaces a permis de mettre en évidence les principaux facteurs influents.

La qualité des surfaces produites dépendant de la maîtrise de la température de coupe, une technique de mesure des températures a alors été développée pour une opération de fraisage ; elle est basée sur la technologie des thermocouples. Les essais menés ont permis de déterminer la température en surface et en sous surface ; ces informations sont des éléments importants de validation d'un modèle thermique de la coupe.

Enfin, à la suite d'essais de fraisage périphérique et de la mesure des efforts pour différentes conditions de coupe, nous présentons une comparaison entre ces résultats expérimentaux et une modélisation du procédé. La modélisation correspond à une approche thermomécanique de la coupe. En termes d'efforts, la comparaison est tout à fait satisfaisante ; un prolongement de cette approche pour valider l'aspect thermique, est toutefois envisagé.