



Séminaire du 06 avril 2018



Fatigue sur des alliages de Titane

Développement des alliages de titane pour applications hautes performances

Yvon MILLET^a

^a TIMET Savoie, 62 Avenue Paul Girod, 73400 Ugine, France

Le développement des alliages de titane a été relancé depuis 10 ans environ, poussé par le domaine aéronautique. Nous passons en revue les différentes applications et les challenges pour les alliages existants : haute température pour les moteurs et les structures environnantes, haute résistance pour les trains d'atterrissage. L'aspect mise en forme et usinage sera également abordé.

Strength and fatigue strength of Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo Linear Friction Welds

Juan Manuel GARCIA^a, Thilo MORGENEYER^a

^a MINES ParisTech, PSL Research University, MAT – Centre des Matériaux, UMR CNRS 7633, BP 87, 91003 Evry Cedex, France

Fracture mechanisms under monotonic and cyclic loadings of similar Ti6242 Linear Friction Welded (LFW) joints are studied. Ti6242 is near- α titanium alloy with a nominal composition of 6% Al, 2% Sn, 4% Zr and 2% Mo. Titanium alloys are widely used in the aerospace industry in which there is a need to improve the buy-to-fly ratio, e.g. by the use of novel joining techniques. LFW is a recent solid state joining process that works as follows: A cantilever work piece is in contact with another following a linear oscillatory motion. After a few seconds of friction, a forge pressure is applied in order to achieve a target axial shortening. This process is very quick, auto-cleaning and presents few defects. Ti LFW joints could be exposed to high mechanical stresses. Thus mechanical properties and fracture mechanisms need to be known, yet few results are available.

In the present work, cross-welded specimens are tested under monotonic and cyclic loading with a target fatigue life of 105 cycles. All tests are performed at room temperature in the as welded state. Fatigue life for specimens in the as EDM-machined state and with improved surface roughness are compared. Monotonic loading fracture using smooth samples takes place in the parent material showing titanium alloys classical ductile rupture. In contrast, under cyclic loading, fracture takes place on the weld line and its surroundings. The change in failure location is attributed to the residual stresses distribution. The fatigue strength for the targeted 105 cycles lifetime is enhanced with improved surface roughness.

Etude de la propagation de fissure de fatigue en mode mixte dans un joint soudé laser bi-matériaux en alliages de titane Ti17-Ti6242

Manon ABECASSIS^a, Vladimir ESIN^a, Alain KÖSTER^a, Vincent MAUREL^a

^a MINES ParisTech, PSL Research University, MAT – Centre des Matériaux, UMR CNRS 7633, BP 87, 91003 Evry Cedex, France

L'objectif de l'étude est de décrire la propagation d'une fissure de fatigue se propageant dans un joint soudé bi-matériaux en alliages de Titane sous l'effet de sollicitations multiaxiales. La méthodologie proposée est d'analyser expérimentalement le comportement en fissuration sous un chargement en équilibrage et en cisaillement macroscopique sur des éprouvettes cruciformes testées sur une machine biaxiale coplanaire. Ces essais sont réalisés pour les métaux de base, Ti17 et Ti6242, et l'assemblage soudé Ti17-Ti6242. A partir de ces essais, le chemin de fissuration, la vitesse de propagation ainsi que les interactions entre la fissure et la microstructure ont été analysés. Pour Ti17, le chemin de fissuration et la vitesse de propagation de fissure sont très réguliers alors qu'ils sont extrêmement oscillants pour Ti6242, car corrélés aux aiguilles et aux colonies d'aiguilles alpha dont la taille caractéristique est de plusieurs dizaines de microns. La vitesse de fissuration est plus faible dans Ti6242 que dans Ti17 pour une sollicitation d'équilibrage, alors qu'elle est plus élevée dans Ti6242 que dans Ti17 pour un cisaillement macroscopique. Pour les éprouvettes soudées Ti17-Ti6242, le chemin de propagation est relativement régulier dans la zone fondue (ZF) mais peut être piloté par l'interface zone affectée thermiquement (ZAT)/ZF. La vitesse est plus élevée dans la ZF que pour les deux métaux de base, alors qu'elle n'est que peu modifiée dans les ZAT. L'ensemble des conditions expérimentales a été simulé par maillage explicite du chemin de fissure 3D grâce aux outils de remaillage conforme disponibles dans Zcrack/Zset. Ainsi, on accède aux valeurs des facteurs d'intensité des contraintes (FIC) pour les modes I, II et III locaux. Cette démarche exhaustive a permis d'établir un FIC équivalent pour rendre compte de la mixité modale induite par la sollicitation macroscopique de cisaillement et la géométrie 3D de la fissure. Ainsi, on peut décrire l'ensemble des essais par matériau et finalement proposer une hiérarchie de ces matériaux en fissuration par fatigue, pour des modes de sollicitations complexes.

Etude numérique de la nocivité des défauts dans une soudure autogène TA6V/TA6V

Laurent LACOURT^{a,b,c}, Samuel FOREST^a, David RYCKELYNCK^a,
François WILLOT^b, Franck N'GUYEN^a, Sylvain FLOURIOT^c,
Victor de RANCOURT^c, Alexandre THOMAS^c

^a MINES ParisTech, PSL Research University, MAT – Centre des Matériaux, UMR CNRS 7633, BP 87, 91003 Evry Cedex, France

^b MINES ParisTech, PSL Research University, CMM – Centre de Morphologie Mathématique, 35 Rue Saint Honoré, 77300 Fontainebleau, France

^c CEA-DAM, Centre de Valduc, 21120 Is-sur-Tille

Les progrès des moyens de contrôle non destructif permettent à ce jour de détecter et de dimensionner des défauts sur des structures en cours de production. Les méthodes actuelles de prise en compte de ces défauts reposent généralement sur la définition d'une taille critique, et sont de fait conservatives. Pour éviter le rebut de pièces contenant des défauts non critiques, il est indispensable de prendre en compte ces défauts dans le dimensionnement des structures. L'objectif des travaux de thèse est de mettre en place une méthodologie permettant de quantifier l'impact de la présence de défauts sur la réponse mécanique d'une structure soumise à un chargement de fatigue. Pour définir la démarche, la structure choisie est une soudure autogène TA6V/TA6V obtenue par laser impulsif. Quatre grands axes de travail ont été dégagés :

- i) observer par tomographie X et analyser les populations de défauts présentes dans ces joints ;
- ii) mettre en place un modèle permettant de générer des populations de défauts réalistes par simulation numérique ;
- iii) caractériser le comportement mécanique du matériau et mettre en place des modèles d'estimation de durée de vie ;
- iv) construire une démarche de réduction de modèle afin de réduire les temps de calculs.

L'outil ainsi développé permettra d'explorer des configurations jugées critiques, mais aussi d'aider à la décision de rebut ou d'acceptation d'une pièce avec défauts, dans un temps compatible avec des échéances de production.



Vous pouvez nous contacter :

- Par courrier postal :

Centre des Matériaux Pierre-Marie Fourt
Mines ParisTech
CNRS UMR 7633, BP 87 91003 Evry, France

- Par téléphone : +33 (0)1 60 76 30 00
- Par fax : +33 (0)1 60 76 31 50
- Par courrier électronique : semteam@mat.mines-paristech.fr
- Site web : <http://www.mat.mines-paristech.fr>

Equipe séminaire :

Patrizio LOMONACO
Rossen TCHAKALOV
Chloé VARENNE