

Simulation numérique du choc laser pour la mise en compression en présence de contraintes résiduelles dues au soudage

Emricka Julan

Doctorante EDF / LaMSID - UMR 8193

Résumé :

Les composants de centrales nucléaires sont soumis à deux phénomènes de dégradation importants, la corrosion sous contraintes (CSC) des zones en Inconel 600 et la fatigue thermique à grand nombre de cycles des composants en aciers inoxydables 304 ou 316. Dans les problématiques citées ci-dessus, l'effet aggravant de la contrainte de traction de soudage sur la durée de vie des composants est prouvée. Les traitements de mise en compression pour réduire la contrainte de traction ou générer des contraintes de compression sont déjà utilisés sur les composants de centrales nucléaires afin d'empêcher l'amorçage de fissures ou de ralentir leur propagation. L'objectif principal de la thèse a été la maîtrise de la simulation numérique de la mise en compression par le choc laser.

Dans un premier temps, des modèles numériques axisymétriques et 3D, en mono et multi impacts ont été développés dans les codes de calcul Code_Aster et Europlexus. Ces modèles ont pu être validés à partir d'essais expérimentaux réalisés au laboratoire PIMM. Une identification des paramètres de la loi de Johnson-Cook a été réalisée à grande vitesse pour l'Inconel 600. Cependant, aucune validation du caractère isotrope de la loi de Johnson-Cook n'existait dans la littérature. C'est dans ce cadre que de nouveaux tests ont été proposés afin d'étudier ce paramètre. Ils ont permis de justifier le caractère isotrope de l'Inconel 600 à grande vitesse de déformation. Une modification de loi de Johnson-Cook a également été proposée pour prendre en compte différemment la sensibilité à la vitesse de déformation. Dans un second temps, une étude sur l'effet d'un état initial de soudage sur les contraintes résiduelles après application du choc laser a été faite. Nous avons pu conclure que cet état initial n'a pas une forte influence sur les contraintes résiduelles. Enfin, une étude qualitative sur l'effet de l'écrouissage induit sur la durée de vie en fatigue a été réalisée.

Mots clés : choc laser, simulation numérique, contraintes résiduelles, soudage, loi de comportement à grande vitesse, fatigue thermique