

Etude du comportement mécanique de tôles en alliage de titane et des paramètres procédés dans les opérations d'emboutissage à hautes températures

Thèse soutenue le 06-09-2018

Dans l'industrie aéronautique, les alliages de titane sont utilisés pour leur excellent comportement mécanique associé à une faible masse volumique. Ils sont largement employés sous forme de tôles dont la mise en forme peut se faire par le biais de trois procédés : à température ambiante par opération d'emboutissage, à très hautes températures ($T = 900^{\circ}\text{C}$) par formage superplastique (SPF) et à des températures intermédiaires ($T = 730^{\circ}\text{C}$, 880°C) par formage à chaud (HF). Le projet repose sur le développement du procédé d'emboutissage à chaud d'une tôle d'alliage de titane Ti-6Al-4V en conditions isothermes à des températures inférieures à 700°C . Par conséquent, la détermination des paramètres procédés et matériaux constitue une étape importante pour la mise en oeuvre de simulations numériques et contribue à la réussite des opérations d'emboutissage de pièces industrielles. Ces paramètres procédés sont liés à la vitesse du poinçon, aux efforts de serre-flan et au frottement induit entre le flan et l'outillage. Leur analyse permis de déterminer deux niveaux de températures (400°C et 500°C) offrant une chute drastique du côté énergétique, en comparaison des procédés HF ou SPF, tout en conservant des niveaux d'allongement suffisants. Les paramètres matériaux influençant le comportement de l'alliage sont analysés et quantifiés. Ils peuvent être influencés par plusieurs mécanismes : Elasticité, viscosité, anisotropie (Hill48, Barlat91) et nature de l'érouissage (isotrope, cinématique). Dans cette étude, un modèle de comportement élasto-viscoplastique anisotrope, capable de considérer les trajets de chargement subis par la tôle lors de sa mise en forme, a été formulé pour les deux niveaux de température. L'implantation du modèle de comportement a été réalisée dans le code de calcul Eléments finis Abaqus/Standard 6.14© interfacé avec le logiciel ZMAT©. Elle a permis d'une part des simulations d'emboutissage de profil Omega pour lesquelles des comparaisons avec les expériences ont été réalisées et d'autre part, des calculs sur une pièce de forme complexe.

Mots-clés : Alliage de titane (Ti-6Al-4V), Emboutissage à chaud, Grandes déformations, Comportement mécanique, Modélisation, Simulation numérique.