

Modélisation et optimisation des opérations de parachèvement de pièces en matériaux composites

La diversité des matériaux composites rend difficile la problématique de sélection qui permet d'associer à chaque pièce, le ou les procédés les plus adaptés à son parachèvement. C'est pourquoi une méthodologie globale, basée sur une analyse locale des entités géométriques de la pièce a été définie.

Afin d'alimenter la base de données nécessaire à son fonctionnement, un protocole doit être établi pour chaque procédé afin de déterminer les conditions opératoires optimales. Pour cela, la productivité doit être maximisée tout en respectant l'intégrité de la matière et l'état de surface requis. C'est pourquoi une approche complémentaire à la méthodologie globale, basée sur l'étude de l'influence des paramètres opératoires sur les phénomènes de coupe limitants et sur la qualité de la pièce a été développée, puis appliquée au détournage à l'aide de fraises à concrétions diamantées. De nombreuses expérimentations en conditions industrielles ont été analysées au travers des efforts de coupe, de mesures thermiques, de la qualité des surfaces usinées et de la géométrie réelle des outils.

Afin de pouvoir dimensionner les équipements associés à ce procédé (outillage, robot...), un modèle de prédiction des efforts, basé sur l'hypothèse d'un engagement continu de l'outil, a été construit. L'influence de l'orientation des fibres dans les CFRP stratifiés, de l'engagement de l'outil et de la vitesse d'avance a été intégrée. Ce modèle a été perfectionné et validé sur des critères de précision et de robustesse, en confrontant les simulations à nombre d'expérimentations.

Mots clés : Usinage, matériau composite, modèle effort, état de surface, intégrité matière, fraise à concrétions diamantées

Modelling and optimization of CFRP trimming operations

Due to the multiplicity of composite materials and trimming process technologies, selecting the best process for a given workpiece is difficult. That is why a global methodology, based on a local analysis of part geometric features, has been developed.

In order to fill the process database, which is necessary to its functioning, a protocol must be constructed for each process in order to determine the optimal cutting conditions. For this purpose, productivity must be maximised, while material integrity and surface roughness are respected. That is why a second approach, based on the study of the influence of process parameters on limiting cutting phenomena and surface quality, is proposed and then applied to the trimming with diamond abrasive cutters. Numerous experimentations under industrial conditions have been analysed through cutting forces, thermal measures, trimmed surfaces quality and real tools geometries (development of specific criteria).

In order to size equipments associated to the process (fixture, robot...), a cutting forces model, based on the hypothesis of a continuous tool engagement, has been constructed. Influence of fibers orientation in CFRP laminate, depth and width of cut and feedrate has been integrated. This model has been improved and validated on accuracy and robustness criteria, through the confrontation between simulations and experimentations.