Procédé ECM : usure négligeable de l’outil et qualité de surface élevée

30 octobre 2015, 01:00

Olivier Malek

Le procédé électrochimique d’usinage de précision (PECM : precision electro-chemical machining) permet de réaliser des formes géométriques complexes dans presque tous les métaux. Il s’agit d’une technologie qui présente un potentiel d’applications dans un grand nombre de secteurs industriels.

Le procédé PECM est un procédé électrochimique fondé sur la mise en oeuvre d’électrodes vibrantes (20-50 Hz) selon un écart prédéterminé (ordre de grandeur : quelques micromètres), l’électrode servant à creuser des microcavités dans le matériau à usiner. Un courant continu ondulatoire (intensité jusqu’à 1.000 A) est appliqué entre l’électrode et la pièce à usiner pendant le mouvement descendant de l’électrode. L’intervalle de temps pendant la remontée de l’électrode est suffisant pour évacuer la boue d’électrolyte qui se dépose sur la zone usinée. Le côté anode –la pièce à usiner – est modifié selon la géométrie de l’électrode appliquée.

De cette manière, il est possible de réaliser des formes géométriques complexes dans presque tous les métaux, par exemple, acier recuit, acier pour paliers de roulement, acier pour frittage et pour superalliages. Le procédé PECM se qualifie ainsi pour diverses applications dans le secteur de l’aérospatiale, de l’industrie automobile et du secteur médical, des applications difficiles voire irréalisables avec les technologies classiques.



Procéde ECM

Procédé

Le procédé est comparable à l’usinage classique par électro-érosion, mais se différencie par les points suivants :

- distance entre les électrodes nettement moindre, ce qui améliore le degré de précision
- l’électrode est soumise à une oscillation mécanique, ce qui favorise l’évacuation de la boue d’électrolyte
- utilisation d’un courant continu pulsatoire, ce qui améliore la qualité de surface.



Synchronisation entre les vibrations mécaniques et les ondulations du courant

Avantages et points d’usinage

Le procédé PECM présente quelques avantages intéressants :

- pas d’ébavurage à prévoir
- la microstructure du matériau en surface n’est pas modifiée par le procédé. Et donc pas de tension résiduelle dans le matériau. Il s’agit par conséquent d’une excellente technique pour la fabrication de composants destinés au secteur de l’aéronautique et de l’aérospatiale.
- aucune usure de l’appareillage
- excellente finition de la surface usinée (Ra jusqu’à 0,02 µm, selon la qualité de surface de l’électrode)
- possibilité d’usiner tout matériau conducteur d’électricité, peu importe sa dureté, même les superalliages comme Inconel et Hastelloy sont faciles à usiner avec ce procédé
- enlèvement de matériau à vitesse élevée : ca. 1,5 cm³/minute à 1.000 A (intensité du courant continu)
- précision dimensionnelle élevée

Il reste néanmoins quelques défis à relever :

- le traitement de l’électrolyte est une nécessité. Selon le matériau de la pièce à usiner, la boue d’électrolyte peut être toxique. Toutefois, à l’heure actuelle, la plus grande partie de cette boue est récupérable et utilisable dans d’autres applications
- chaque produit et matériau nécessitent à chaque fois la réalisation d’une étude préalable
- d’un point de vue économique, cette technique ne se justifie que dans les cas de fabrication en grandes séries, vu le coût d’investissement élevé pour l’acquisition de l’appareillage. Mais, d’autre part, il s’agit d’un système utilisable pendant une durée indéterminée, en raison de l’absence d’usure du matériel



Quelques exemples de pièces usinées avec le procédé PECM

Sources

- http://www.pemtec.de
- K. Rajurkar, M. Sundaram, A. Malshe, Review of electrochemical and electrodischarge machining, Procedia CIRP, Volume 6, 2013, Pages 13-26

Auteurs



Olivier Malek