

Hydrodynamique des particules dans le procédé d'usinage par électro-érosion en enfonçage

Patrick Haas

Descriptif

En collaboration avec la société AgieCharmilles SA, hepia est active depuis de nombreuses années dans le domaine des procédés d'usinage de type électro-érosion par enfonçage. Ces procédés, qui permettent la mise en forme de matériaux de dureté très élevée, génèrent des particules ou des débris qui doivent être évacués. Aujourd'hui, la partie électrique du procédé est bien maîtrisée car elle fait l'objet de développements continus depuis plusieurs années. Par contre, la technique d'élimination des débris en cours d'usinage constitue un élément, qui influe très nettement sur la vitesse d'usinage.



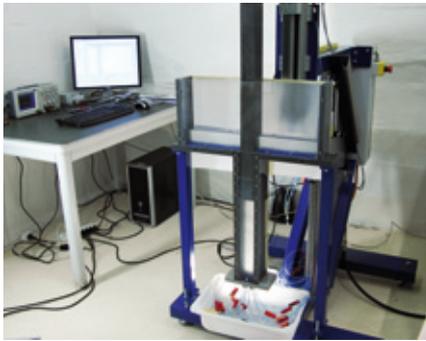
Usinage d'un moule d'injection plastique par EDM enfonçage.

Points forts

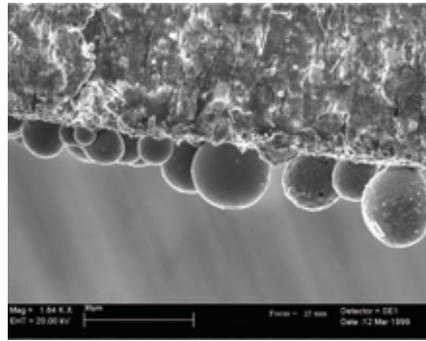
Une approche multidisciplinaire comprenant 3 chapitres est choisie. Le premier chapitre est expérimental en conditions de similitude, le second est numérique de type simulation CFD et le troisième est *in situ*. Chaque approche présente des avantages, et réunies, elles permettent de réaliser une étude crédible et efficace. L'approche expérimentale est réalisée en conditions de similitude à l'échelle 50:1. Les trajectoires des particules lors des mouvements de nettoyage sont analysées par traitement d'images ; des grandeurs physiques, telles que la pression sont mesurées en continu.

Lors de l'usinage par électro-érosion, une différence de potentiel est établie entre la pièce et une électrode. Lorsque la valeur de celle-ci est suffisante, une étincelle est générée à l'endroit où la résistance est la plus faible. Il s'agit en principe de l'endroit où la distance entre les deux pièces est la plus petite. Un canal ionique est créé au-travers de cette étincelle. Le générateur d'étincelles stabilise le courant pendant une durée déterminée (régime d'usinage). Les températures augmentent et un plasma est créé. Après ce temps, l'étincelle est interrompue. Le plasma disparaît et le fluide est à nouveau condensé. Ce phénomène crée localement un abaissement rapide de la pression. La matière de la pièce à usiner, liquide ou gazeuse, se solidifie rapidement sous forme de particules sphériques (voir les photos). A ce stade, le processus a terminé un cycle et le système est prêt pour générer une nouvelle étincelle, qui ne se produira pas au même endroit car la distance entre les deux pièces a été augmentée. On « usine » l'endroit où la distance est la plus courte. L'électrode peut alors pénétrer dans la pièce à usiner sans qu'aucun contact physique n'existe. Toutefois, et c'est là que l'hydrodynamique intervient, il est nécessaire d'évacuer les débris, faute de quoi l'étincelle peut se reproduire au même endroit. Ceci provient du fait que les débris sont des corps conducteurs qui ont tendance à diminuer la résistance électrique du lieu où ils se trouvent. La vitesse d'usinage est donc gouvernée par notre capacité à évacuer les débris.

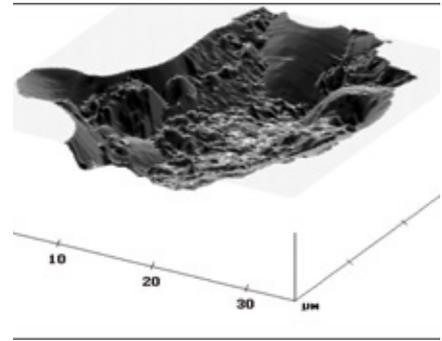
L'ensemble du système est immergé dans un fluide diélectrique, généralement de l'huile. L'évacuation des débris en usinage par enfonçage consiste à réaliser, après un temps d'usinage donné, des mouvements de va-et-vient de l'électrode de manière à générer un écoulement du fluide diélectrique dans les fentes autour de l'électrode et de la cavité. Ce mouvement doit permettre le brassage des débris, puis leur évacuation par les fentes latérales. La question qui nous importe est d'optimiser cette évacuation en jouant sur les paramètres tels que la fréquence des « sauts », leurs amplitudes ainsi que d'autres facteurs physiques.



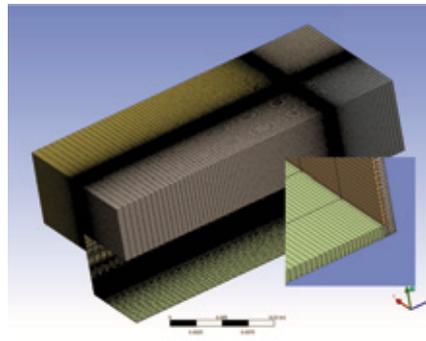
1



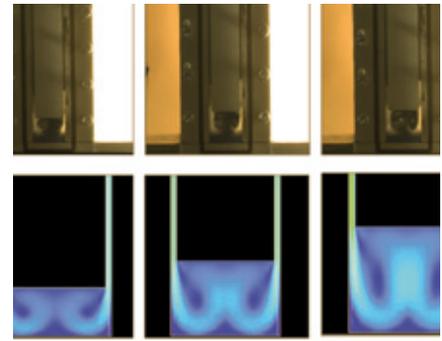
2



3



4



5

Valorisation

Ce projet permet d'augmenter la vitesse d'usinage en optimisant le temps d'évacuation des débris. Ainsi, le partenaire industriel du projet pourra offrir à la vente des machines d'usinage plus productives. Une partie des résultats de ce projet seront présentés au 17^e International Symposium on Electromachining ISEM 2013 à Leuven (Belgique) en mars 2013.

Equipement particulier

hepia a développé et mis en service un banc d'essais à l'échelle 50 : 1. Elle utilise des caméras et des logiciels d'analyse d'images. Pour la partie simulation CFD, elle utilise le code Fluent en situation instationnaire et maillage dynamique. Les ordinateurs utilisés sont des serveurs SUN puissants et des stations de travail de type HP Z800 (96 Go RAM et 12 cores à 3 Ghz).

Légendes

- 1 - Banc d'essais en similitude à l'échelle 50:1.
 - 2 - Particules de débris formées par les étincelles.
 - 3 - Cratère après formation d'une étincelle.
 - 4 - Maillage de simulation CFD.
 - 5 - Structure de l'écoulement généré dans la première phase du retrait de l'électrode.
- ©hepia - AgieCharmilles SA