Lames plus dures grâce à la méthode de durcissage (intégré) au laser

13 janvier 2017, 01:00

Olivier Malek

Le durcissage intégré au laser est une solution pour durcir les objets longs et de faible épaisseur, qui risquent de se déformer pendant le procédé classique de durcissage. Plusieurs autres avantages sont également apportés par le durcissage intégré au laser.



Dans une usine moderne de fabrication d'outils, la plupart des composants en acier sont soumis à un procédé de durcissage en vue d'améliorer la durabilité des produits. Il s'agit principalement des matrices, buses d'injection, outils d'estampage. Mais également les glissières et lames : dans ces deux cas, le processus de production doit d'ailleurs répondre à des exigences très spécifiques. En effet, vu leur forme particulière, souvent de faible épaisseur et très allongée, ces objets ont tendance à se déformer pendant le durcissage, ce qui nécessite ensuite beaucoup de travail d'usinage (rectification par meulage). Avec pour conséquence un temps de réalisation plus long et un surcoût très élevé.

Le durcissage (intégré) au laser apporte une solution : pour ce type de composants, il est possible de mettre en oeuvre un procédé (simultané) de fraisage et durcissage au laser. Etant donné que le procédé de durcissage au laser ne porte que sur des zones déterminées, les déformations géométriques sont très limitées, nettement en-dessous des tolérances limites, ce qui supprime les opérations d'usinage par enlèvement de matière, par exemple, le meulage. Le durcissage laser permet également d'espérer obtenir des duretés plus élevées, en raison des vitesses de refroidissement très élevées inhérentes à cette technique.

Etude préliminaire

Dans cette étude, on a appliqué un traitement de durcissement sur des lames 45° fabriqués en acier C45. Les duretés sont mesurées en fonction des paramètres du laser (alimentation électrique, puissance) et la longueur de la zone durcie à la surface de la lame a fait également l'objet d'un complément d'analyse.



Pour le durcissage au laser, on a utilisé un spot de 4 mm diamètre. Les mesures de la dureté ont été réalisées à 0,5 mm du bord, par une mesure HR15N (15 kgf, indentation au diamant). Les essais ont été réalisés en fonction de la puissance du laser et de la vitesse d'avancement, ces deux paramètres ayant un impact important sur le développement de chaleur dans la zone à durcir. Dans les circonstances idéales, la pièce est réchauffée à une température juste sous la température de fusion, avant d'être refroidie instantanément, soit par conductibilité thermique ou par radiation.



Un premier contrôle de la qualité est une inspection visuelle des lames, destinée à rechercher des éventuelles traces de fusion. Les surfaces ayant été fondues se caractérisent par une dureté plus élevée, mais également par une plus grande rugosité, ce qui compromet la fonctionnalité. Par exemple : à 250 W, nous constatons une fusion à la vitesse d'avancement de 600 mm/min, et une absence totale de fusion à 800 mm/min. La zone gris clair dans ces photos résulte de la modification dans la microstructure (martensite au lieu de ferrite et perlite). Les traces de fusion dans une surface sont également néfastes en raison des tensions de traction (non souhaitées) qui se forment dans le métal, au détriment de la résistance à l'usure. Pour sa part, lorsqu'il est réalisé correctement, le durcissage au laser introduit des tensions de compression.



En examinant les mesures de dureté à 200 W et 250 W à différentes vitesses d'avancement, on constate la présence de crêtes aux différentes puissances, respectivement à 700 et 800 mm/min. Ces crêtes représentent les paramètres du laser qui ne produisent aucune fusion, tout en permettant une transformation quasi complète en martensite. A une vitesse d'avancement plus basse, la dureté reste très élevée (> 700 HV), mais une fusion se produit dans le métal. En augmentant la vitesse d'avancement, respectivement 700 et 800 mm/min, on introduit moins de chaleur par unité de temps et par unité de surface, avec pour résultat une moindre formation de martensite. Une diminution qui se poursuit jusqu'à l'état du métal non durci. Par conséquent, on peut en conclure que, pour autant que l'on utilise les paramètres adéquats, le durcissage au laser permet de durcir le métal jusqu'à 830 HV (> 64 HRC) : un degré de dureté nettement plus élevé que celui réalisable avec le procédé classique de durcissage de l'acier C45 (58 HRC).

Le durcissage intégré au laser présente des nettes perspectives pour allonger la durée de vie de cette sorte de lames. La littérature technique mentionne un doublement de la durée de vie, en cas de mise en oeuvre du durcissage au laser pour élever la dureté de 58 HRC à 65 HRC. En plus de l'élévation de la dureté, les tensions de compression jouent également un rôle important.



En inspectant la zone durcie, on constate pour les échantillons ayant une dureté maximale que la rugosité est inchangée (1 µm Ra) et que le durcissage au laser n’a pas eu d’incidence négative sur la précision de la pièce. A mesure que se rapproche la température de fusion, on constate un allongement de la zone durcie à la surface de la lame, mesurée à partir de la pointe de la lame. Ces lignes convergent vers le rayon du spot, restriction géométrique pour la zone de dureté maximale.



Conclusion

Sur base de cette étude préliminaire, on peut conclure que le durcissage au laser est une méthode très intéressante pour durcir les lames. Cette technique permet d’obtenir des duretés plus élevées et de supprimer des coûteuses étapes d’usinage en aval. Dans une étude ultérieure, on analysera d’autres matériaux, géométries et applications.

Source

- Sirris, Service interne de développement du savoir

Auteurs



Olivier Malek