Solidité et rigidité accrues de l'acier grâce au durcissement laser

08 septembre 2017, 02:00

Olivier Malek

Une série d’essais montre qu’outre une plus grande résistance à l’usure, le durcissement laser accroît la solidité et la rigidité des pièces en acier.

Déjà présentée en détail dans de précédents articles techniline, la technologie du durcissement laser intégré permet de durcir rapidement et facilement des pièces fraisées ou tournées. Les duretés ainsi obtenues sont ainsi de loin supérieures au durcissement classique grâce aux vitesses élevées de refroidissement. Vu la rapidité de réalisation et l'absence de déformation, et donc de coûteux traitements ultérieurs, ce durcissement laser intégré constitue une technologie intéressante pour bien des usineurs.

En plus de donner de la dureté, le durcissement laser peut aussi accroître sensiblement la solidité et la rigidité des surfaces et des pièces plus fines. En l’occurrence, ce n’est pas seulement la couche superficielle qui est durcie, mais toute la pièce, grâce à l’utilisation d’un grand spot et d’une puissance élevée. Les modifications dans la distribution des phases et la microstructure confèrent de meilleures propriétés mécaniques, notamment une plus grande solidité et plus de dureté. Les forgerons dans le monde appliquent déjà ce procédé métallurgique depuis des siècles, mais avec la technologie laser, il est désormais possible de l'appliquer aussi à certaines géométries en production, de manière rapide et automatisée, sans utiliser de fours ou de bobines d’induction.

Campagne d’essais



Barre durcie complètement à une vitesse de 200 mm/minute et une puissance de 1.000 W (spot de 6 mm de diamètre)

Dans le cadre du projet Flanders Make ICON, Sirris a fait quelques essais sur des barres en 42CrMo4. La comparaison a été établie entre un durcissement superficiel rapide (durcissement laser normal) et un durcissement complet. Outre la dureté, on a examiné en particulier la rigidité et la solidité.

Sur les nombreux échantillons réalisés, nous en présentons quatre. Les deux premiers ont été obtenus avec un durcissement laser classique, donc uniquement superficiel avec une puissance de 1.000 W, un spot de 2,5 mm de diamètre et une vitesse d'avance de 3.000 (1) ou 5.000 mm/minute (2). Voir figures (a) et (b). Le troisième échantillon a été durci beaucoup plus

lentement, avec un plus grand spot. La microstructure a donc été modifiée sur toute l'épaisseur de l’échantillon. Voir figure (c). Pour référence, une barre non durcie a une dureté de 265 HV et une solidité d’environ 500 N.



Échantillons durcis (1-3) et non durci (4)



(a) 3.000 mm/min, spot 2,5 mm, 1.000 W (1)



(b) 5.000 mm/min, spot 2.5 mm, 1.000 W (2)



(c) 200 mm/min, spot 6 mm, 1.000 W (3)

Coupes montrant clairement à la figure (a) une zone de martensite blanche avec une zone de transition où on trouve aussi des carbures (gris foncé)



(Cliquez pour agrandir)
Essais de flexion sur trois points, résultats

Dans le tableau, on peut voir que les échantillons durcis en surface (1 et 2) ont atteint une très grande dureté, typique du durcissement laser. Dans les procédés de production classiques, ce matériau est durci jusqu’à environ 560 HV (dans un bain de sel). La dureté de 823 HV atteinte est donc considérable et la résistance à l’usure est plus que doublée. La profondeur de durcissement est suffisante, mais elle est limitée à quelques dixièmes de millimètre en raison de la vitesse d'avance. Pour les engrenages et de nombreuses pièces mécaniques de précision, ce n’est plus nécessaire.

Au niveau de la solidité, on voit à l'essai de flexion sur trois points que le durcissement laser superficiel rend les barres un peu plus solides (cf. figure ci-dessus), avec une limite d'élasticité légèrement supérieure. C’est dû au fait que la surface est mise sous pression avec le durcissement laser. Comme la surface reste caractérisée par des tensions de traction au durcissement au four, une rectification par meulage est nécessaire pour introduire des tensions de compression. Si le

durcissement est lent avec un grand spot et qu’on chauffe donc toute la barre, la limite d'élasticité augmente de façon spectaculaire. On n’observe plus de cassure nette et la déformation plastique des barres n’est pas non plus marquée durant l’essai. L’essai a légèrement dépassé une charge de 2,5 kN. Ces essais montrent que le durcissement laser peut aussi être utilisé pour consolider facilement et sensiblement certaines pièces.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d’un projet Flanders Make ICON INTLAS en collaboration avec la KU Leuven, Flanders Make, la VUB, VCST, Dana, Defawes et Maex.

Articles apparentés

- Simulations comme préalable à l’application du procédé ‘durcissage intégré au laser’ (17-02-2017)
- Lames plus dures grâce à la méthode de durcissage (intégré) au laser (13-01-2017)

Auteurs



Olivier Malek