

La fonctionnalisation par rechargement laser

i Laserco
Xavier Hallet

LE LASER: DONNER LA VIE ET REDONNER LA VIE

La sélection des matériaux est une des étapes les plus importantes lors de la conception de nouveaux équipements. Généralement, les équipements/pièces subissent de nombreuses contraintes qui peuvent varier fortement d'un endroit à l'autre. Il y a évidemment les contraintes mécaniques (traction, compression, flexion, frottement, chocs...) mais également des contraintes plutôt environnementales telles que la température (fluage...), la corrosion, l'érosion, l'irradiation... Opter pour un matériau qui répond à toutes ces exigences est bien souvent économiquement ou techniquement impossible.

Une solution économiquement et techniquement intéressante est alors de fonctionnaliser localement la pièce. L'idée est d'utiliser un matériau « bon marché » pour le corps de la pièce et ensuite de modifier les propriétés de la matière ou d'ajouter de la matière localement pour répondre aux contraintes locales. Ceci peut être réalisé par des traitements/procédés de surface (trempe surfacique, chromage dur, nitruration, dépôts physico-chimique, projections thermiques, etc). Mais le problème de ces traitements de surface est justement leur épaisseur extrêmement fine (microns) et la difficulté de les effectuer localement sur des pièces de grandes dimensions. Le rechargement laser a, dans ce cas, une place privilégiée.

Le laser peut amener des fonctionnalisations relativement traditionnelles comme la résistance à différentes formes de corrosion et/ou d'usure en déposant l'alliage adéquat aussi bien en surface extérieure qu'en surface intérieure (voir Figure 1). Plus innovant, le laser permet d'apporter des propriétés de conductibilité thermique, électrique à certaines surfaces très localisées. De même, il permet de répondre à d'autres besoins tels le glissement ou au contraire l'accroche. Le laser permet en effet le dépôt de très nombreux alliages base Fe, base Ni, base Co, base Cu, base Al, base Ti ainsi que de texturer la surface par l'ajout de particules grossières résistantes à l'usure.

Vous rêvez d'un revêtement anti-bruit, revêtement anti-alpha... le laser est peut-être votre réponse.

RECHARGEMENT LASER DANS LE DOMAINE DE L'« ANTI-EFFRACTION »

Une autre force du rechargement laser est la possibilité de créer des alliages sur mesure lors de la fusion. En effet, la possibilité de travailler avec plusieurs alimentations en poudre permet de mélanger différents types de poudres pour arriver à la composition recherchée. Travailler avec plusieurs alimentations en poudre permet également la création de matériaux composites. Parmi ceux-ci, l'association métal-carbures de tungstène est un assortiment particulièrement efficace contre l'usure. Le

métal servant de matrice pour maintenir les particules de carbures de tungstène qui possèdent une dureté particulièrement élevée et une résistance extrême à l'usure.

Les composites métal-WC sont utilisés de manières intensives dans les applications extrêmes tels que les forages pétroliers. C'est d'ailleurs cette application qui a permis au rechargement laser son développement ces dernières dizaines d'années.

Il y a quelques années, LaserCo DT a permis de faire passer la protection contre l'usure à un niveau supérieur en mettant au point le rechargement de composites matrice Ni et particules de diamant. Les dépôts pouvant atteindre une concentration de 20%vol de diamant. La durée de vie par rapport au rechargement « classique » en composite carbure de tungstène est naturellement dépendante de l'application mais l'expérience démontre une durée de vie 3 fois supérieure.

Dans le domaine de l'« anti-effraction », la résistance à l'usure est une propriété essentielle. Les normes anti-effraction établissent différentes catégories pour lesquelles une durée minimale de résistance à l'effraction est certifiée. Pour ce faire, les équipements doivent réussir un test qui consiste à résister durant ce laps de temps à la simulation d'une effraction durant laquelle toute une gamme très variée d'outils peut être utilisée.

Afin de résister à ces différentes attaques très diverses, les équipements sont généralement composés de multicouches composées de matériaux très différents.

Pour protéger le mécanisme d'ouverture de portes anti-effraction, LaserCo DT a appliqué une couche inférieure au mm d'un composite W2C dans une base Ni sur le pourtour des serrures. Celle-ci, grâce à sa résistance extrême à l'abrasion face aux disques en corindon de la meuleuse d'angle, a permis de passer avec succès le test anti-effraction. La précision

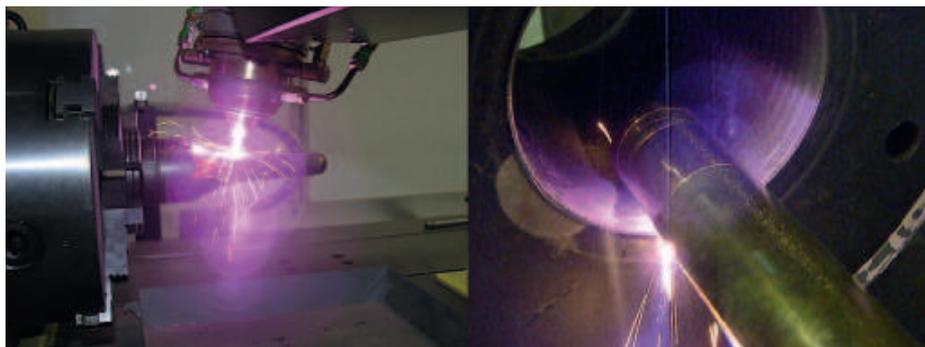
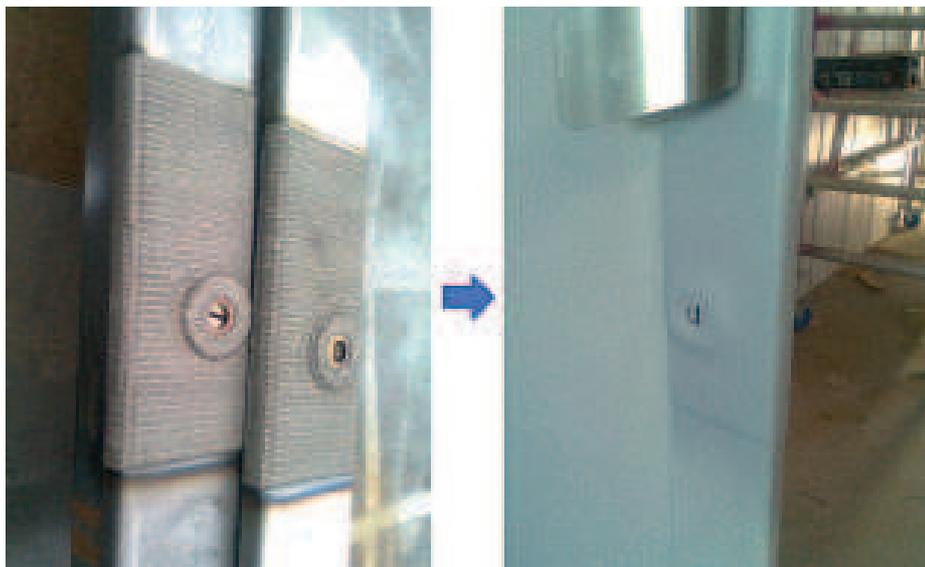


Figure 1: dépôts laser. Tête extérieure (gauche) et tête intérieure (droite).



▲ **Figure 2: rechargement laser sur porte anti-effraction. Etat brut (gauche) et état fini (droite).**

très importante du rechargement laser (0,2mm latéralement et verticalement) a permis de déposer une couche fine et d'éviter un usinage de finition. Seul un revêtement synthétique a été placé sur le revêtement pour des raisons esthétiques. De plus, l'apport limité de chaleur lors du dépôt a permis d'éviter la déformation de la porte malgré sa faible épaisseur. L'utilisation du rechargement laser a dans ce cas-ci permis de réduire considérablement l'épaisseur de la porte par rapport aux portes anti-effraction traditionnelles basées sur le principe du «sandwich multi-matériaux».

DONNER LA VIE...

Au-delà de la fonctionnalisation de surface via le dépôt d'une fine couche, le rechargement laser permet également la construction d'une partie de pièce (additive manufacturing) de propriétés complètement différentes du corps de la pièce. En effet, la liaison métallurgique avec le substrat assure la meilleure adhésion qui soit et donc aucun problème de décollement. De plus, la vitesse de refroidissement extrêmement élevée permet l'obtention d'une microstructure très fine dont résultent des propriétés mécaniques inégalées. Un exemple d'« additive manufacturing » par rechargement laser est montré à la Figure 3: la construction d'un pas de vis à l'intérieur d'un tube.

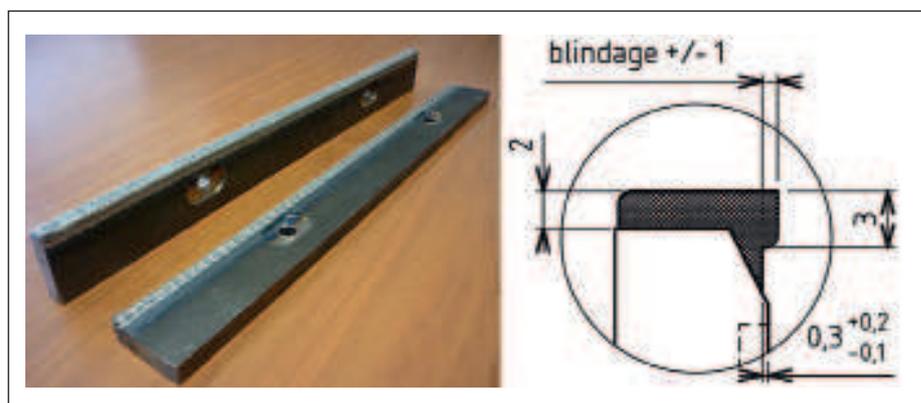
Une autre application (récurrente) en « additive manufacturing » chez LaserCo

DT est la construction du taillant de couteaux. Ces couteaux de dimension 300x30x8mm sont rechargés sur une épaisseur de 2mm et de largeur 8mm avec un composite Ni-WC. La complexité du dépôt provient des tolérances très strictes et de la partie sortante du dépôt de 1mm (voir Figure 4). Pour cette application, la durée de vie a été multipliée par 4.

Une des grandes forces de notre procédé de rechargement laser est qu'il est complètement automatisé, ce qui garantit la qualité, la reproductibilité et la traçabilité.

... ET REDONNER LA VIE

Mais le rechargement laser n'est pas qu'un atout pour la fonctionnalisation des nouvelles pièces! Le rechargement laser peut également redonner une seconde vie aux pièces usées par reconstruction des parties endommagées. C'est d'ailleurs actuel-



▲ **Figure 4: construction de la lame du coupant par laser. Pièces après rechargement laser (gauche). Cahier des charges (droite).**



▲ **Figure 3: construction d'un pas de vis dans un alésage par rechargement laser**

lement la majeure partie du marché du rechargement laser. Grâce à l'apport de chaleur minimale, le rechargement peut avoir lieu sans déformation de la pièce mais également sans démontage préalable de composant sensible. LaserCo DT recharge par exemple très régulièrement des arbres de moteurs sans le démontage préalable du moteur et de l'arbre.

Le rechargement laser est une technique qui est amenée à se développer de manière importante dans les années à venir de par la multiplicité des solutions qu'il offre. ■