

Le laser micro-soudage

Le soudage laser a fait d'importants progrès au cours des dernières années, de nouveaux types de lasers ont été développés (laser à disques, laser à fibres) et la qualité d'optiques s'est également améliorée. De ce fait, le soudage laser devient une technique de prédilection pour le micro-soudage. Le principe de ce procédé, ses particularités, avantages et inconvénients, avec un accent particulier sur le micro-soudage, seront abordés dans cet article.

Le soudage laser

Le faisceau laser est une source de chaleur extrêmement concentrée qui permet des soudages étroits et profonds, à une cadence rapide. La lumière hautement énergétique est utilisée pour fondre localement le métal et permettre ainsi la réalisation d'une soudure. On distingue deux modes de soudage: par conduction et par «keyhole» (trou de serrure ou capillaire). Le soudage par conduction demande des densités d'énergie moindres et s'apparente à d'autres procédés de soudage par fusion où le but est d'amener le métal à l'état de fusion, il produit des joints relativement larges et peu profonds. Le soudage en «keyhole», qu'on retrouve également dans d'autres procédés à haute énergie tels que le soudage plasma ou le soudage par faisceau d'électrons, nécessite une densité d'énergie supérieure à 10^5 W/cm². La concentration de cette énergie sur la pièce est suffisamment intense pour vaporiser le métal se trouvant directement sous le faisceau, ce qui crée un «keyhole». Les parois du capillaire sont formées de métal liquide en fusion. Le bain de fusion ainsi créé et entretenu est déplacé entre les pièces à assembler. Après le passage du faisceau, le métal se resolidifie assurant l'assemblage des pièces. On obtient des joints avec un rapport élevé entre la profondeur et la largeur, typique du soudage laser. Certaines sources produisent un faisceau pulsé. Dans ce cas le cordon est réalisé par une succession de points se recouvrant partiellement.

Mise en œuvre du procédé

Le soudage laser permet de nombreuses innovations en matière de conception notamment grâce au soudage à distance et par transparence. Pour profiter pleinement des avantages du soudage laser, il est généralement conseillé de revoir le design des pièces et des joints pour les rendre adaptés à ce procédé.

Une bonne préparation des joints est primordiale pour réussir une soudure par laser. Les joints doivent être parfaitement propres (pas de traces d'huile ou de salissure). On préférera des bords tranchants aux bords arrondis ou chanfreinés. Les joints dans la zone spécifique de soudage doivent être conçus de manière à éliminer, dans la mesure du possible, le jeu dans les pièces à assembler. Cette contrainte peut être respectée par l'utilisation d'outils de serrage ou par la géométrie des pièces. Pour obtenir un joint de qualité, il faut que le jeu entre les pièces à souder ne dépasse pas 5% de la profondeur de soudage dans le cas du soudage par point et 10% dans le cas du soudage continu.

Micro-soudage

Le faisceau laser étant très fin, il est particulièrement bien adapté pour les applications en micro-soudage. Dans le cadre du projet MICROSOUO mené par le CEWAC et l'Institut belge de la soudure, et dont le but est de mettre à disposition des entreprises, des équipements de pointe en micro-soudage et micro-contrôle, une étude a été menée sur les exigences liées à une machine de micro-soudage laser. Il s'avère que deux types de sources laser sont particulièrement bien adaptées à ce genre d'application, les lasers YAG pulsés et les lasers à fibres. En effet, ces sources disposent d'un très fin réglage de puissance, de plus les lasers à fibres ont une qualité optique exceptionnelle permettant d'obtenir des diamètres de faisceau de l'ordre de la dizaine de microns.

En plus d'une bonne source de laser, la précision du positionnement et du déplacement des pièces est tout à fait primordiale. L'utilisation des robots est donc à exclure avec ces sources car la précision atteinte actuellement n'est pas suffisante, on se dirigera plutôt vers des cabines de soudage de haute précision munie d'un marbre, voire vers des tables micrométriques. Dans le cadre de leur projet, le CEWAC et l'IBS ont opté pour une cabine de soudage reliée à deux sources laser, une source laser à fibre de 400 W et une source pulsée Nd:YAG d'une puissance moyenne de 200 W et d'une puissance de crête maximale de 8 kW (figure 1).

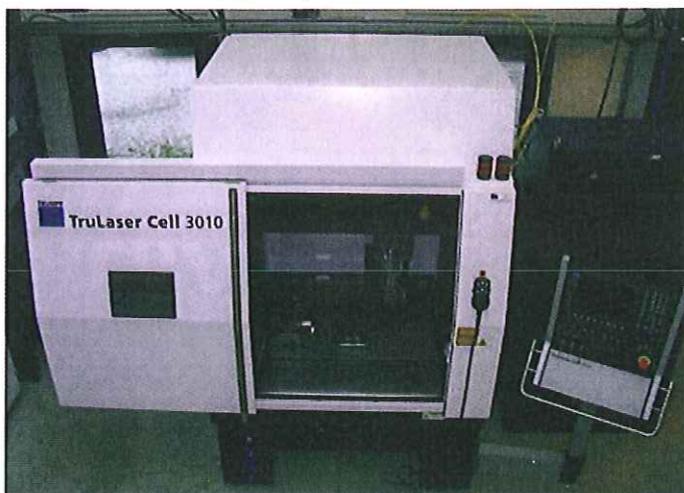


Figure 1: Cabine de soudage micro-laser installée au Cewac

Etant donné les exigences au niveau de l'accostage des tôles pour le soudage bout-à-bout, on imagine aisément l'importance de la préparation des tôles dans ce cas là. Un jeu maximum de 0,01 mm sera admissible pour le sou-

dage bout-à-bout des tôles de 0,1 mm. Dans la mesure du possible, on privilégiera donc le soudage par transparence pour les applications de micro-soudage (figure 2: exemple d'une micro-soudure par transparence du titane).

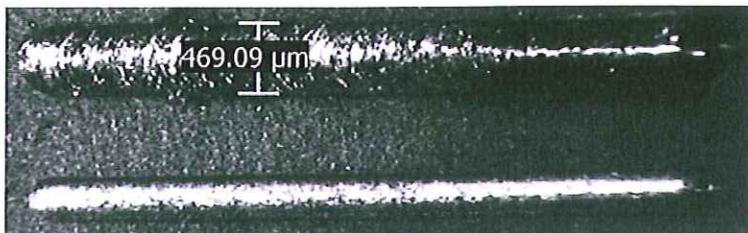


Figure 2: Micro-soudage laser pulsé de 2 pastilles en titane (0,18 mm d'épaisseur) superposées

Avantages et inconvénients

Le soudage laser présente de nombreux avantages, on peut citer:

- rapidité et précision du procédé;
- répétitivité de la qualité des soudures;
- absence de métal d'apport;
- soudage sans contact et sans application d'efforts;
- peu d'espace requis pour l'accès du faisceau à la pièce;
- zone thermiquement affectée réduite;
- bel aspect général de la soudure (sans déformation et sans coloration);
- bonne résistance mécanique du joint soudé;
- possibilité de soudage hétérogène;
- propreté.

Les principaux désavantages sont le coût d'acquisition et de maintenance d'une installation laser (bien que ces coûts ont fortement diminué ces dernières années), le niveau important de formation nécessaire pour les opérateurs et les précisions requises pour la préparation des joints. On peut également y ajouter les aspects liés à la sécurité, en effet le faisceau laser étant invisible et très énergétique représente un réel danger pour la sécurité de travailleurs. Le port des moyens de protection individuels adaptés est obligatoire.

Applications

Les premières applications industrielles du soudage laser ont été réalisées par les constructeurs automobiles qui ont commencé à remplacer dans les années 1980 le soudage par résistance par le soudage laser. Aujourd'hui, on le retrouve dans les domaines très variés, on peut citer l'horlogerie, la bijouterie, la micromécanique, le médical, l'aérospatiale, l'électronique,...

Le laser permet de souder une large gamme de matériaux, les plus courants étant les aciers doux ou inoxydables, les alliages d'aluminium, de cuivre et de nickel, les

métaux précieux (or, platine, etc.), le titane ainsi que les thermoplastiques. Généralement le soudage laser sera utilisé pour les grandes séries de pièces ou pour les soudures délicates ou difficilement accessibles. Les figures 3 et 4 montrent quelques exemples d'applications réalisées au Cewac.

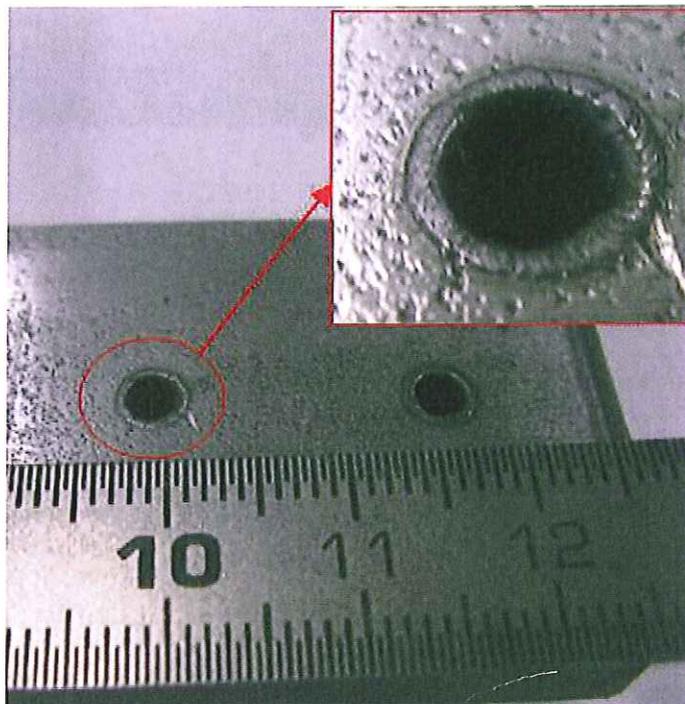


Figure 3: Soudage laser de fins tubes en inox sur un support massif

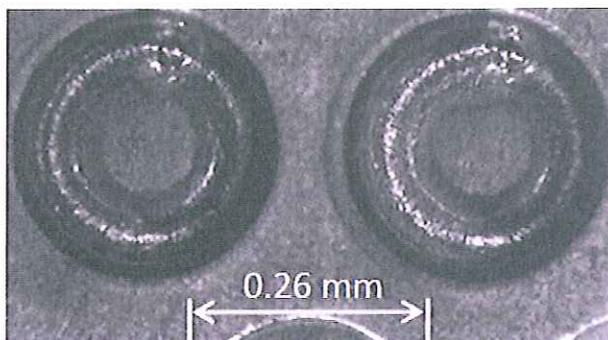


Figure 4: Soudage laser d'une plaque perforée (0,5 mm) sur un support

Sébastien Dupont
Ir. Nicolas Debrox
Ing. Petra Svarova
IWE



MAZOUT LERUSE-CHAULIVER S.A.
CHAUFFAGE LIÈGE VERVIERS



DISTRIBUTION DE PRODUITS PÉTROLIERS

TÉL. 04/384 41 83