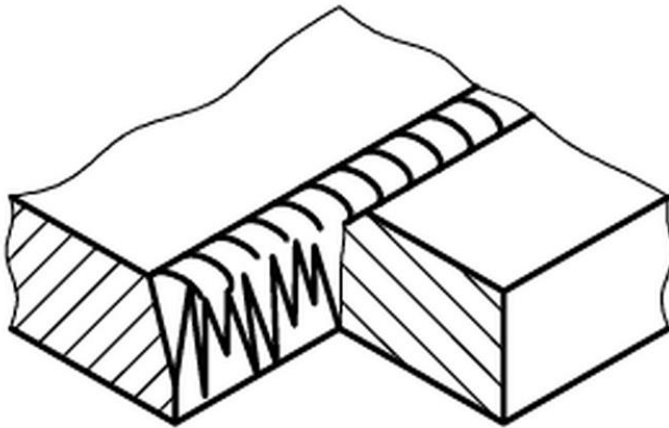


GESTION DE LA QUALITÉ DU SOUDAGE LASER MANUEL

Le soudage laser manuel gagne du terrain en tant qu'alternative au soudage TIG pour les pièces en tôle fine. Cela concerne principalement l'acier inoxydable, mais l'acier, l'aluminium et le cuivre sont également possibles. La raison de cet essor? Les grandes vitesses de soudage et le faible apport de chaleur permettent de limiter les déformations. Le résultat est une soudure esthétique. Mais qu'en est-il de l'assurance qualité du soudage laser manuel? Peut-on appliquer ici les normes actuellement utilisées pour le soudage TIG? Nous allons vous donner un aperçu de la situation actuelle.

Benny Droesbeke, IWE (B.I.L.)

► Soudage laser manuel
d'une soudure d'angle



Défaut de soudure 'spiking' avec un soudage par faisceau - Le spiking est un exemple de défaut de soudure spécifique qui peut se produire avec le soudage par faisceau: la pénétration est très irrégulière, ce qui donne un profil en dents de scie sur une coupe transversale de la soudure

PROCÉDÉ DE SOUDAGE: SOUDAGE LASER MANUEL

Dans la norme EN-ISO 4063, un numéro de référence unique est attribué à chaque procédé de soudage. Ce numéro de référence est reconnu au niveau international et peut être utilisé dans les normes de soudage, les procédures de soudage et les documents de soudage. Le soudage TIG s'est vu attribuer le numéro de référence 14. Les différentes variantes du procédé de soudage sont désignées par un troisième chiffre supplémentaire (141 à 147).

Le numéro de référence 52 a été attribué au soudage par faisceau laser en tant que procédé. Trois variantes de laser sont incluses et sont indiquées par un troisième chiffre supplémentaire: 521 - soudage avec laser solide; 522 - soudage avec laser à gaz et 523 - soudage avec laser à diodes.

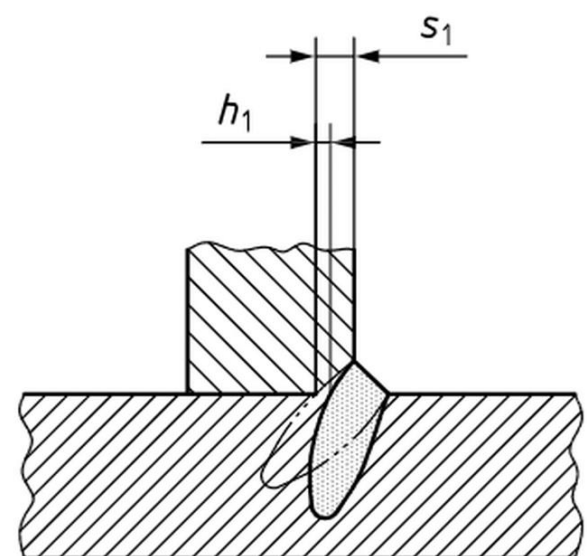
CRITÈRES D'ACCEPTATION DES DÉFAUTS DE SOUDURE

Les critères d'acceptation des défauts de soudure lors du soudage TIG de l'acier et de l'aluminium figurent respectivement dans les normes EN-ISO 5817 et EN-ISO 10042. Le soudage par faisceau (faisceau d'électrons et faisceau laser) est exclu de ces normes. Comme le soudage par faisceau présente certaines imperfections spécifiques, deux normes distinctes ont été élaborées: EN-ISO 13919-1 pour l'acier et EN-ISO 13919-2 pour l'aluminium. A l'instar de la norme EN-ISO 5817, ces deux normes utilisent les trois niveaux bien connus B, C et D, B indiquant le niveau le plus élevé et D le niveau le plus bas.

QUALIFICATION DU PERSONNEL: SOUDEUR OU OPÉRATEUR?

Quelqu'un qui soude manuellement avec un poste à souder au laser est-il un soudeur ou un opérateur? La réponse à cette question est importante pour savoir comment doit être effectuée la qualification du personnel. Étant donné que, dans le cas du soudage laser manuel, la personne en question tient elle-même la torche en main et doit donc posséder les compétences manuelles nécessaires pour la manipuler correctement, on considère qu'il s'agit d'un soudeur manuel. Si la torche de soudage laser est montée sur un robot ou un cobot, la personne est considérée comme un opérateur ou un régleur.

Il n'existe actuellement aucune norme spécifique pour la qualification d'un soudeur pour le soudage laser manuel. Dans le cas du soudage TIG manuel de l'acier, on utilise la norme EN-ISO 9606-1 pour qualifier le soudeur. Actuellement, le procédé de soudage 52 (soudage par faisceau laser) n'est pas repris dans la liste au §4.2 de la norme EN-ISO 9606-1. Toutefois, une note figure à la fin du paragraphe 4.2: "Les principes de cette partie de l'EN-ISO 9606 peuvent s'appliquer à d'autres procédés de soudage par fusion". Le soudage laser de l'acier étant considéré comme un procédé de soudage par fusion, la norme EN-ISO 9606-1 peut donc également être utilisée



Défaut de soudure 'pénétration insuffisante' avec un soudage par faisceau - Dans le cas d'un assemblage en T, le soudage par faisceau laser n'atteindra pas une grande valeur α , mais on s'appuiera sur une pénétration profonde (complète). Étant donné que cette pénétration est plus étroite qu'avec le soudage TIG, il y a une plus grande probabilité que la pénétration ne soit pas réalisée à l'endroit souhaité

pour qualifier la personne qui soude manuellement à l'aide d'un poste à souder au laser. Dans le cas du soudage TIG manuel de l'aluminium, on utilise la norme EN-ISO 9606-2 pour qualifier le soudeur. On trouve le même commentaire à la fin du §4.2 de cette section, de sorte qu'on peut également appliquer la norme EN-ISO 9606-2 pour le soudage laser manuel de l'aluminium.

DESCRIPTIF DU MODE OPÉRATOIRE DE SOUDAGE (LMB)

Etant donné que l'installation d'un poste de soudage laser est différente de celle d'un poste de soudage TIG, la description du mode opératoire de soudage (LMB) devra également être différente. Dans le cas du soudage TIG, on utilise généralement la norme EN-ISO 15609-1 pour établir la LMB. Dans le cas du soudage au laser, on peut utiliser la norme EN-ISO 15609-4. Cette partie fournit un large éventail de variables qui peuvent être mentionnées dans la procédure de soudage. Il appartient à l'utilisateur de vérifier soigneusement quelles variables pertinentes s'appliquent et doivent donc être incluses dans la procédure de soudage. Les paramètres typiques qui seront définis dans le soudage laser sont le réglage de la distance focale, la puissance du laser, la fréquence d'oscillation, la largeur d'oscillation...

Demandez-vous toujours si, dans votre cas particulier, il y a d'autres variables qui affectent la qualité de la soudure. Il peut être judicieux de spécifier ces variables supplémentaires dans la procédure de soudage.

QUALIFICATION DU MODE OPÉRATOIRE DE SOUDAGE (LMK)

Pour démontrer avec quels paramètres de soudage on peut obtenir des soudures au laser avec de bonnes propriétés mécaniques, la meilleure façon de qualifier notre méthode de soudage est de souder puis de tester une pièce d'essai. La norme EN-ISO 15614-11 décrit comment doit être effectuée la qualification du soudage au laser pour l'acier et l'aluminium.

La norme spécifie cinq pièces d'essai standard, mais autorise également l'utilisation d'une pièce d'essai de production si les pièces d'essai standard s'écartent trop de ce qui doit être soudé en production. Il s'agit d'une

TABLEAU DE LA NORME ISO 15614-11		
Echantillon	Type d'essai	Taille de l'essai
Soudure bout à bout	Examen visuel	100%
	Examen radiographique et/ou	100%
	Examen par ultrasons	
	Examen des fissures superficielles	100%
	Examen métallographique	Plaque: 1 section Tube: 3 sections
	Essai de traction transversale	2 barres d'essai (pas pour le tube sur plaque)
	Essai de résilience	1 série de barres d'essai
Assemblage en T	<u>Si nécessaire:</u> Essai de dureté	—
	Essai de pliage latéral	2 barres d'essai de pliage normal et 2 barres d'essai de contre-pliage
	Essai de pliage longitudinal	1 barre d'essai de pliage normal et 1 barre d'essai de contre-pliage
	Examen visuel	100%
	Examen des fissures superficielles	100%
Soudure par chevauchement	Examen par ultrasons	100% si possible
	Examen métallographique	2 sections
	<u>Si nécessaire:</u> Essai de dureté	—
	Autres essais	—
	Examen visuel	100%
Soudure par chevauchement	Examen métallographique	2 sections
	<u>Si nécessaire:</u> Autres épreuves (par ex. dureté, essai d'étanchéité, essai de pelage...)	—

Tableau 1 de la norme EN ISO 15614-11 sans note en bas de page

plaque soudée bout à bout, d'un tube soudé bout à bout, d'un tube sur plaque, d'un assemblage en T et d'une plaque avec soudure par chevauchement.

En fonction de l'application, le concepteur ou la norme d'application doit spécifier le niveau de qualité (B, C ou D) conformément à la norme EN-ISO 13919-1 ou -2. Outre l'acceptation des défauts de soudure, cela a également une incidence sur les essais à réaliser sur l'échantillon. Ainsi, le nombre d'essais imposés pour le niveau de qualité D sera inférieur à celui des niveaux de qualité B et C. La norme décrit, pour chacun des niveaux de qualité, les essais prescrits, les conditions-cadres et les niveaux d'acceptation pour chacun des essais.

Voici à titre d'exemple un tableau tiré de la norme EN-ISO 15614-11 indiquant les essais pour le niveau de qualité B. Par souci de lisibilité, les notes de bas de page ont été omises.

Si les essais sont réussis, une qualification du mode opératoire de soudage (LMK) peut être établie avec une zone de validité décrite dans la norme. L'utilisateur peut alors rédiger les descriptifs de mode opératoire de soudage (LMB) nécessaires dans cette zone de validité afin de garantir la reproductibilité de la qualité du soudage dans la production.