

La tête de soudage est montée sur un centre d'usinage

LE SOUDAGE PAR FRICTION MALAXAGE EST PLUS ACCESSIBLE

TECHNIQUE PROMETTEUSE POUR LES ENTREPRISES DE PRODUCTION

Le soudage par friction malaxage (Friction Stir Welding; FSW) est une technologie prometteuse pour l'assemblage de pièces d'aluminium, puisqu'elle permet d'assembler tous les alliages d'aluminium, y compris celles à haute résistance (séries 2000, 6000 et 7000 par exemple). Ce procédé est également utilisé et très apprécié pour l'assemblage de matériaux dissemblables ou de matériaux difficiles à souder : aluminium-cuivre, aluminium-acier, éléments de fonderie. StirWeld a développé une tête de soudage qui s'adapte sur un centre d'usinage. Ceci facilite la pratique du FSW par les PME, car la plupart des entreprises en sont déjà équipées.

Koen Faes (Institut Belge de la Soudure) et Laurent Dubourg (StirWeld)

LA TECHNOLOGIE DU FSW

En 1995, une nouvelle technique de soudage a été inventée par The Welding Institute (TWI) : le Friction Stir Welding (FSW) ou soudage par friction malaxage. Début 2015, le brevet du TWI tombe dans le domaine public, ouvrant de grandes perspectives de développement pour la technologie FSW. Le soudage par friction malaxage (FSW; Friction Stir Welding) est un procédé de soudage à l'état solide, qui utilise un outil spécial pour assembler deux pièces adjacentes, sans que les matériaux ne fondent. La chaleur est générée par le frottement entre l'outil rotatif et les pièces, ce qui plastifie le matériau dans la zone de soudage.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'outil FSW est composé d'un épaulement pour chauffer la matière par friction et d'un pion pour malaxer les pièces. Les pièces sont bridées soit bord à bord, soit par recouvrement. L'outil est mis en rotation (vitesse de 400 à 1.800 tr/min) et est plongé verticalement dans la matière, et se déplace le long des pièces (vitesse de 200 à 3.000 mm/min en fonction de la nature et de l'épaisseur des pièces). Lors du déplacement, un effort piloté (3 à 18 kN) est appliqué sur l'outil FSW. La chaleur produite par le frottement rend le matériau pâteux et l'outil malaxe les pièces entre elles de proche en proche. Ce soudage est donc réalisé à l'état solide sans fusion. A la fin de la soudure, l'outil remonte verticalement laissant un trou. Ce trou est souvent vu comme un défaut, mais des solutions existent pour résoudre ce problème.

AVANTAGES

Le soudage par friction malaxage est une technologie intéressante pour l'assemblage de matériaux divers. Le processus fournit des connexions de haute qualité, avec des contraintes résiduelles et une distorsion minimale. Contrairement aux procédés de soudage convention-

nels, le FSW ne nécessite aucun matériau d'apport, gaz de protection, ou d'autres consommables, et consomme beaucoup moins d'énergie. Il ne génère aucun gaz nocif, ou bavures de soudage, et ne produit que peu de bruit. Le processus contribue activement à l'amélioration des conditions de travail et accroît en même temps la productivité. De nouvelles applications peuvent être développées via le FSW grâce à ses avantages uniques. Il est possible de souder des combinaisons de matériaux qui étaient auparavant impossibles, tels que les alliages d'aluminium à haute résistance (séries 2xxx et 7xxx), ainsi que l'assemblage de matériaux dissemblables.

Coût

- limitation des contrôles post-soudage;
- peu de consommables, pas d'apport de matière, pas de préparation de surface;
- le soudage est réalisé dans un centre d'usinage limitant l'investissement (voir plus loin);
- location possible de la tête FSW pour limiter le CAPEX.

Niveau du produit

- soudage de toutes les nuances d'aluminium (1xxx, 2xxx, 4xxx, 5xxx, 6xxx, 7xxx);
- résistances mécaniques proches du matériau de base;
- soudage simple des aluminiums de fonderie;
- soudure étanche à l'eau, à l'acide, à l'air;
- excellente conduction thermique et électrique.

Niveau du processus

- solution répondant à la pénurie de soudeurs qualifiés;
- après soudage : soudure invisible face envers, pas ou peu de reprise face endroit;
- soudure froide : déformations minimales des pièces soudées;
- pas de projection, pas de fumée.

Client

- démocratisé dans les secteurs aéronautique, automobile, spatial, ferroviaire et naval;
- norme de soudage existante : ISO 25239.

NOUVEAUX DEVELOPPEMENTS

StirWeld, a développé une tête de soudage qui s'adapte sur un centre d'usinage. Ceci facilite la pratique du FSW par les PME, car la plupart des entreprises en sont déjà équipées.

Son utilisation en tant qu'outil de soudage ne nécessite que quelques heures de formation et devient un véritable outil hybride combinant soudage et usinage. Cette technique permet un gain de temps ; en effet, les pièces peuvent être soudées et usinées au même endroit, avec la même machine. Ce système convient aux pièces de petites ou de grandes dimensions, pour des épaisseurs de soudure inférieure à 15 mm en une seule passe, ce qui est suffisant pour de nombreuses applications réalisées au sein d'une PME. Cette tête FSW à destination des MOCN (Machine Outil à Commande Numérique) permet de baisser drastiquement le coût de la technologie FSW tout en proposant des performances identiques à une machine spéciale FSW (contrôle d'effort, enregistrement de la qualité, ...). L'innovation de StirWeld offre aux entreprises une optimisation de leur parc machine et l'intégration d'un nouveau savoir-faire à proposer à ses clients.

POURSUITE DE LA RECHERCHE

Dans le but de répertorier les possibilités de cette technique et de la considérer dans la pratique, l'IBS, en cas d'intérêt industriel suffisant, lancera un projet de recherche. L'objectif est d'évaluer cette technique par rapport à différentes applications. En outre, des cas industriels seront développés pour démontrer le potentiel de la technique. L'apport de l'industrie est donc nécessaire. Les entreprises qui souhaitent suivre cette recherche ou y participer activement, peuvent contacter l'Institut Belge de la Soudure. □

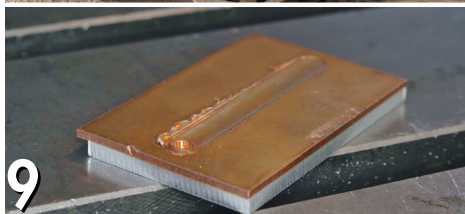
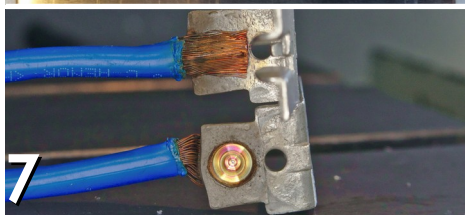
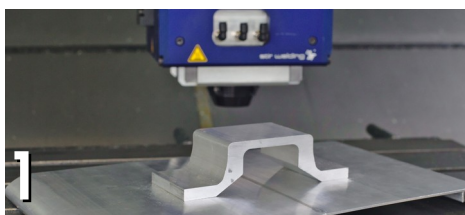
Plus d'informations?

www.bil-ibs.be/fr/

soudage-parfriction-malaxage

Contactez Koen Faes – koen.faes@bil-ibs.be

APPLICATIONS



1. Le rabotage de profilés d'aluminium

L'extrusion de pièces en aluminium est parfois limitée à une largeur de 500 mm (problématique économique au-delà de cette dimension). Le soudage FSW permet de réaliser des pièces dont les dimensions ne sont pas réalisables en une seule extrusion. Exemples de secteurs d'application : automobile, ferroviaire, naval, aéronautique.

2. Remplacement des assemblages traditionnels

Rivetage, MIG, collage, ... Les alliages d'aluminium les plus résistants ne sont pas soudables avec les technologies conventionnelles en raison de leur composition chimique (série 2000 et 7000). Ces alliages sont actuellement assemblés par vissage, collage ou rivetage. De nombreuses entreprises veulent les remplacer pour réduire le coût de fabrication tout en augmentant la résistance mécanique des assemblages. Le FSW permet un assemblage rapide et résistant de tous les alliages d'aluminium. Exemples de secteurs d'application : aéronautique, génie civil (ponts). Le FSW a été une des avancées les plus significatives dans la fabrication des réservoirs de la navette spatiale de la NASA, ainsi que dans celle des fusées ARIANE et SPACE X.

3. La fabrication des plaques froides (caloducs) ou autres systèmes étanches

Une plaque froide active est un élément en aluminium dans lequel circule un fluide permettant le refroidissement de composants électroniques. Les technologies conventionnelles d'assemblage peuvent entraîner des problèmes de qualité (fuites, résistance mécanique), de conception (géométries complexes impossibles) et de fabrication (mise au point très longue). Le soudage FSW permet la réalisation d'une soudure parfaitement étanche et résistante à de fortes pressions, la fabrication de géométries complexes. De plus, le FSW est très simple de mise en œuvre, même pour des petites séries. Exemples de secteurs d'application: aéronautique, ferroviaire, éolien, militaire.

4. Soudage des pièces de fonderie

Les pièces de fonderie en aluminium ne sont pas soudables ou difficilement avec les procédés conventionnels (dégazage de l'aluminium moulé) limitant leur utilisation. Le FSW permet le soudage de pièces moulées en aluminium (soudage à l'état solide), même les fonderies sous pression. Exemples de secteurs d'application: automobile, boîtiers électroniques.

Plusieurs constructeurs automobiles ont adopté le FSW pour optimiser les gains de masse. L'industrie automobile utilise déjà le FSW pour les jantes aluminium, les bacs de batterie et les échangeurs de chaleur. Ci-dessous, ailettes de refroidissement sur un boîtier électronique, avec 2 soudures FSW pour assurer la conductivité thermique.

5. Le remplacement de l'usinage dans la masse

De nombreuses pièces mécaniques sont usinées à partir d'un bloc massif d'aluminium allant jusqu'à 90% d'enlèvement de matière. De nombreuses entreprises veulent réduire leur coût de matière première et leur temps d'usinage. La solution est le rabotage de pièces par FSW pour avoir un *brut* au plus près de la forme finale. Exemples de secteurs d'application : aéronautique, militaire, nucléaires, spatial.

6. Remplacement du soudage par point

Contrairement au soudage par points de l'acier, l'assemblage de l'aluminium avec ce processus de soudage va de pair avec quelques grosses difficultés dues à la détérioration plus rapide des électrodes de soudage par point. Pour garantir la qualité de la soudure par points, les électrodes doivent être brossées régulièrement. Le nettoyage régulier des électrodes ralentit le processus, ce qui augmente les coûts de production. Le soudage FSW par transparence laisse intacte la face envers des pièces et permet de s'affranchir du meulage. Exemples de secteurs d'application : tôlerie industrielle, aéronautique.

7. Soudage de pièces en cuivre

Le FSW remplace le soudage par résistance en améliorant la qualité de la jonction et en réduisant le coût de fabrication (plus d'usure d'électrodes). Exemple de secteur d'application : énergie.

Autres

La photo 8 montre l'assemblage FSW de pièces en aluminium réalisées par fabrication additive (SLM). Le soudage FSW à l'état solide permet d'éviter les défauts de type porosités tout en préservant les résistances mécaniques. La photo 9 montre une connexion FSW du cuivre à l'aluminium.