

SOUDAGE PAR ULTRASONS DE METAUX

AVANTAGES ET LIMITES DU PROCÉDE DE SOUDAGE PAR ULTRASONS

Le soudage par ultrasons est un procédé de soudage utilisant une énergie vibratoire à haute fréquence. Il s'agit d'un procédé de soudage solid-state, ce qui signifie donc que les matériaux à souder ne subissent pas de fusion, mais sont amenés à un état plastique pour les assembler. Le procédé a été mis au point dans les années 60 et est surtout utilisé pour les plastiques. Mais il y a aussi des applications très intéressantes pour les métaux.

Koen Faes (Institut Belge de la Soudure) et Christophe Cuigniez (Alpha bvba)

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les pièces sont maintenues ensemble par une force statique assez faible. La pointe de la sonotrode est en contact direct avec une des pièces à souder. L'autre pièce est fixée à l'enclume et ne peut ainsi pas bouger pendant le soudage.

Vibrations ultrasoniques

Le système envoie de petits mouvements cycliques, linéaires vers la pointe de la sonotrode, les vibrations ultrasoniques. Sous l'effet de ces vibrations, le bout cannelé de la sonotrode est poussé dans la pièce supérieure. L'énergie ultrasonique peut ainsi réellement être transférée vers l'interface de soudage. Par conséquent, la sonotrode et la pièce supérieure vibrent selon la même phase et la même amplitude. Ces vibrations génèrent une chaleur de friction entre les matériaux à souder. Celle-ci fait en sorte que les matériaux deviennent plastiques. Le composant supérieur peut ainsi se lier simplement au composant inférieur. C'est pourquoi un assemblage apparaît à l'endroit où la pointe de la sonotrode agit.

Métaux

Dans le cas des métaux, le processus englobe généralement 2 phases: on élimine d'abord les

couches d'oxyde des surfaces de métal afin d'obtenir un contact direct entre les parties en métal et ensuite, les atomes peuvent se lier dans la zone de contact. Le soudage par ultrasons peut être exécuté sur une grande diversité de métaux et de plastiques, y compris des combinaisons de métaux dissemblables ou des matériaux revêtus. De nombreux métaux peuvent être assemblés via le soudage par ultrasons. Des combinaisons de matériaux possibles sont présentées dans le tableau de soudabilité. Les matériaux ne peuvent pas être trop épais et le soudage par ultrasons convient le mieux pour les métaux tendres, comme les matériaux non-ferreux et leurs alliages, ou les matériaux revêtus de cuivre, d'or, d'argent ou de nickel.

COMPONENTS D'UN APPAREIL DE SOUDAGE PAR ULTRASONS

Un appareil de soudage par ultrasons est composé de:

- Une presse, qui maintient les deux éléments ensemble pendant le soudage avec une certaine force.
- Une enclume, sur laquelle les éléments sont placés. Sa forme est telle que les vibrations sont amenées vers la zone de soudage.
- Une source de vibrations, constituée d'un

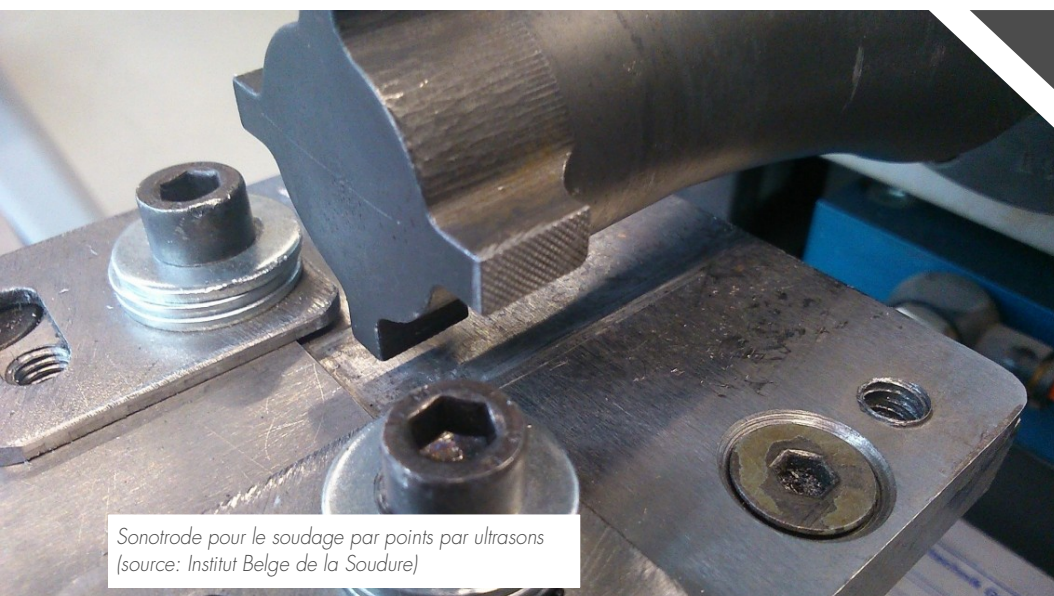
convertisseur piézoélectrique, d'un amplificateur et d'une sonotrode. La sonotrode transfère les vibrations vers la pièce.

- Une source de courant alternatif à haute fréquence.
La fréquence correspond à la fréquence de soudage; 20, 30, 35 ou 40 kHz.
- Un système pour le positionnement ou l'amenée des pièces.

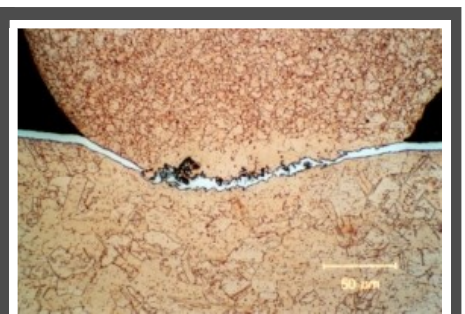
Le procédé standard est longitudinal. Ici, le frottement est linéaire. Il existe d'autres variantes du procédé, avec un frottement axial ou radial. Il est ici possible de souder avec moins de vibrations ou avec une puissance très élevée dans la pointe de centrage.

Avantages

- procédé économiquement intéressant;
- convient pour les métaux difficiles à souder ou les assemblages dissemblables;
- procédé rapide, pas besoin de pression ultérieure;
- la température de fusion du matériau n'est pas atteinte, on peut donc souder avec un apport de chaleur limité;
- les matériaux à côté de la soudure ne sont pas détériorés, vu le faible apport de chaleur;
- les paramètres de soudage pour le contrôle de



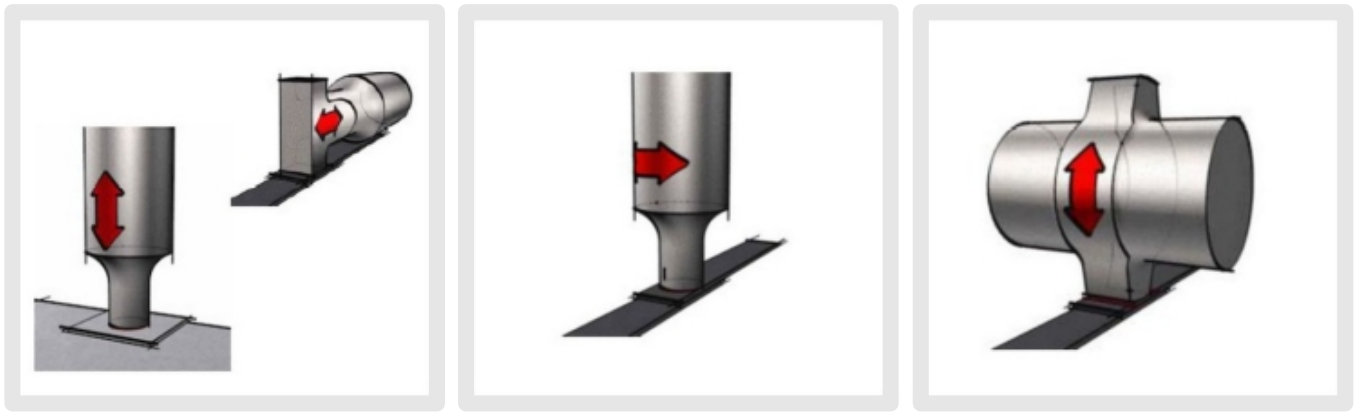
Sonotrode pour le soudage par points par ultrasons
(source: Institut Belge de la Soudure)



Soudure par ultrasons de cuivre –
cuivre revêtu d'argent

SOUDEGE PAR ULTRASONS

Soudage par ultrasons longitudinal et torsionnel (source: Alpha bvba)



- qualité sont disponibles grâce aux logiciels;
- les pièces petites ou fines peuvent aussi être soudées;
- convient pour l'automatisation;
- procédé écologique: pas de vapeurs, de fumée de soudage, ni de matériaux d'apport;
- grande résistance de la soudure.

Limites

- Uniquement pour les métaux tendres.
- Protection auditive obligatoire dans l'atelier. Les fréquences utilisées se situent au-delà des fréquences perceptibles par l'homme. Des vibrations sous-harmoniques peuvent toutefois survenir accidentellement, produisant un bruit déroutant. En cas de soudage dans la plage de 15 à 20 kHz (encore audible), cela peut provoquer des traumatismes sonores.
- En raison du frottement et de la pression, la soudure a un aspect typique avec des

nervures.

- Uniquement pour les assemblages à chevauchement.
- L'épaisseur à souder dépend du matériau. Il est toutefois possible de souder des matériaux fins sur des matériaux épais.

APPLICATIONS

On retrouve déjà le soudage par ultrasons dans de nombreuses applications; dans l'industrie de l'emballage, l'électronique, l'automobile, les applications médicales ou la navigation spatiale. Des exemples d'applications sont des assemblages de cuivre-nickel pour les batteries, les câbles, les barres de distribution ou les assemblages de connecteurs. Une application intéressante est le soudage d'emballages de substances explosives ou inflammables, alors que le produit se trouve déjà dans l'emballage.

Le soudage par ultrasons peut être utilisé pour assembler des câbles électriques. Des combinaisons de matériaux possibles sont ici le cuivre au cuivre, mais aussi l'aluminium à l'aluminium ou le cuivre à l'aluminium. Une variante est le compactage des câbles pour rendre l'utilisation de culots superflue.

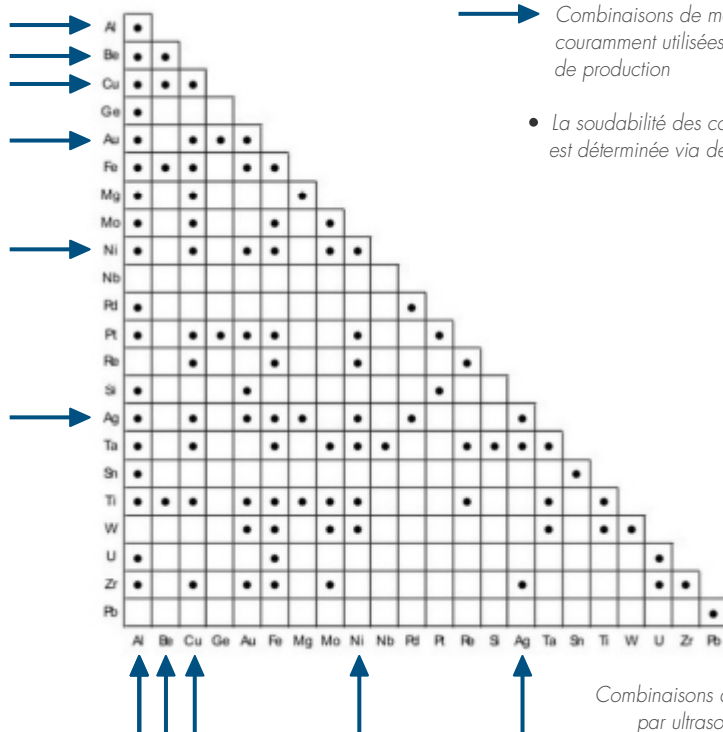
Matériaux dissemblables

Le procédé convient aussi pour assembler des matériaux dissemblables; p.ex. le soudage d'aluminium à du cuivre, d'aluminium à de l'acier, ou de plastique à du métal. Le soudage par ultrasons est également utilisé pour le soudage de plastiques, ou pour le nettoyage, la découpe/le poinçonnage ou le tamisage. □

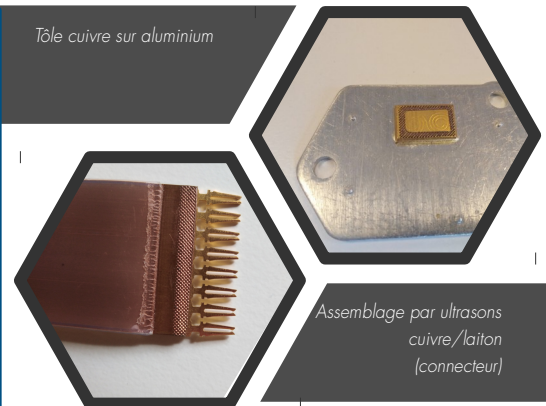
Plus d'informations?

Contactez Koen Faes (I.B.S.) via koen.faes@bil-ibs.be ou 09/292.14.03

COMBINAISONS DE MATERIAUX SOUDABLES



Tôle cuivre sur aluminium



Assemblage par ultrasons cuivre/laiton (connecteur)

Soudage par ultrasons de 50 mm² entre aluminium et cuivre (source: Alpha bvba)



Soudage par ultrasons de câbles en cuivre (source: Alpha bvba)