Le procédé ISF - Une technologie de production de matrices pour les plastiques et composites

05 mai 2017, 02:00

Bart Verlinden

Alors que le procédé ISF (variantes SPIF et KISF) est mis en oeuvre pour fabriquer des éléments de chaudronnerie de forme libre sans utiliser de matrices, l'une des possibilités d'application du procédé ISF est, paradoxalement, la fabrication de matrices. Il s'agit plus spécialement des matrices en tôle de métal, utilisées dans les procédés de moulage basse pression des plastiques et composites.

Le procédé ISF (Incremental sheet forming : formage incrémental de tôle) peut servir à produire des matrices pour les procédés de moulage des plastiques et composites, par exemple, le thermoformage, le procédé RTM light et l'infusion sous vide. Cette technologie est une solution alternative intéressante, par rapport à la **méthode classique de production** de matrices composites basse pression (usinage) et ses **inconvénients** :

- Le temps de réalisation des moules classiques pour la production de composites est très long : le plus souvent, on commence par produire un modèle, fraisé dans un 'tooling block', qui servira à réaliser un moule en matériau composite. Une autre solution consiste à usiner les moules directement dans un bloc de métal massif.
- Beaucoup de déchets
- Consommation élevée en énergie
- L'intégration de canaux (chauffage, refroidissement, vide, résine,…) est complexe
- En raison de l'inertie thermique d'un bloc de métal massif, le temps de cycle est élevé pendant la production.

En comparaison avec la méthode classique, le procédé **ISF** présente les **avantages** suivants :

- Temps de réalisation (plus) court : uniquement une opération de détourage pour créer la géométrie, suivi d'un éventuel traitement de surface.
- Bonne accessibilité pour l'intégration d'orifices ou canaux.
- Faible inertie thermique de la tôle, ce qui permet un temps de cycle (plus) court pendant la production.
- Le coût sera éventuellement moindre, en raison de la consommation en matériau plus efficiente, consommation en énergie plus basse, coût moindre pour l'outillage et configuration moins coûteuse (coût inversement proportionnel aux dimensions de la matrice). Dans l'ensemble, il en résulte une réduction du coût d'investissement et des coûts de production.
- Les avantages par rapport à la méthode classique sont d'autant significatifs que les dimensions de la matrice sont grandes.

Limitations inhérentes à une matrice réalisée par formage de tôle

Si vous envisagez d'utiliser le procédé ISF pour produire des matrices en tôle mince, il faut tenir compte des aspects suivants :

- Une tôle mince n'a qu'une faible résistance, il sera peut-être nécessaire de la renforcer (par matériau de remplissage, à l'arrière).
- La précision géométrique est un peu moindre que celle obtenue par usinage.
- Angle de paroi maximal.
- Rayon de courbure minimal des détails géométriques. Ce n'est toutefois pas vraiment un problème, compte tenu des rayons de courbure minima inhérents aux matériaux composites.

Exemple d'application : table Lina

Le procédé de production de la matrice destinée à la fabrication de la table Lina par le SLC-Lab est un exemple d'application spectaculaire.



Le projet : réaliser une matrice fabriquée dans une tôle de métal pour produire la moitié inférieure de la matrice de la table. Le principal défi : réussir à intégrer dans une surface en creux les trois 'protubérances' ou socles de fixation pour les pieds de la table. Compte tenu de la faible rigidité de la surface, on a opté pour le formage de la tôle selon le procédé SPIF, appliqué en deux étapes, avec mise en oeuvre de deux plaques d'appui différentes.



Pendant la *première étape*, les trois 'protubérances' (coloriées en orange dans la figure ci-dessous) ont été formées en utilisant la première plaque d'appui.



Le second défi : réussir à optimaliser la géométrie des protubérances en vue de la production, compte tenu de l'angle de paroi maximal du matériau utilisé (aluminium 5182, épaisseur : 1,2 mm).



Compte tenu de la géométrie (rayon de courbure minimal), on a utilisé un outil de petit diamètre (10 mm). Et compte tenu de la qualité de surface souhaitée, on a opté pour un très petit incrément, de manière à pouvoir utiliser la matrice sans traitement de finition. En bonne logique, il en résulte que le temps nécessaire à réaliser le formage est plus long, parce que le trajet de l'outil est beaucoup plus long. Temps de formage chronométré pendant cette étape : 3 heures 45 min (vitesse d'avance : 2.000 mm/min). Le temps de ce formage peut être réduit en sélectionnant une vitesse d'avance plus élevée. La vitesse d'avance maximale est toutefois déterminée par les performances de la machine.



Pendant la *seconde étape*, on a formé le contour de la table en utilisant l'autre plaque d'appui, avec pour résultat que les trois protubérances sont 'enfoncées' dans la tôle. La géométrie relative à la deuxième étape est marquée en orange dans la figure dessous. Pour le formage du contour, on a utilisé un outil de grand diamètre (25 mm). Temps de formage chronométré pendant cette étape : 52 min (vitesse d'avance : 4.000 mm/min). Le temps de ce formage peut être réduit en sélectionnant une vitesse d'avance plus élevée.



Ensuite, les autres étapes de construction de la matrice ont consisté à monter la tôle sur un cadre en bois et à renforcer l'arrière de la tôle avec un mélange de granulats d'argile expansée (Argex) et poudre d'aluminium, avec comme liant une résine acrylique. La poudre d'aluminium a été ajoutée pour améliorer la conduction thermique. Les résines utilisées pendant la fabrication du composant final réagissent de manière exotherme. Si le moule était isolant, la réaction serait encore plus rapide, ce qui pourrait endommager les fibres et la résine.

La matrice fabriquée via le procédé SPIF a fait l'objet d'une opération de finition pour produire une matrice destinée au procédé RTM 'light'. Deux types de table ont été réalisés avec cette matrice. D'une part, avec les matériaux classiques, à savoir un polyester gelcoat et des fibres de verre - soit sous la forme de fibres courtes, par exemple CSM (chopped strand mat), soit sous la forme de tissus - et des noyaux en mousse et résine de polyester. D'autre part, on a également réalisé des tables avec des fibres de verre, pour obtenir ainsi un produit à base bio.











Vous pouvez voir ici la séquence de production de la table:

Possibilités d’application

Voici quelques autres exemples de possibilités d’application, notamment dans les domaines suivants :

- Architecture : production de matrices pour le coulage du béton et le formage de panneaux vitrés
- Véhicules : éléments en tôle ou matrices pour composants en plastique ou composite pour véhicules, par exemple, locomotrices et voitures de trains, trams, autobus, engins agricoles
- Aérospatiale : prototypes, matrices de grands composants en plastique ou composite.
- Aménagement intérieur : meubles personnalisés, parois intérieures, sanitaires, mobilier de jardin
- Publicité, décoration et événements : panneaux de publicité, logos en relief et construction de stands en tôle, ou matrices pour la production de composants en plastique ou matériaux composites destinés à la construction de stands

Application lab et SLC-Lab

Pour transférer vers l’industrie le savoir et l’expérience acquise avec le procédé de formage incrémental, Sirris en partenariat avec la KU Leuven a mis en place un Application Lab (laboratoire d’application). Le but de ce laboratoire est de mettre à la disposition des entreprises l’infrastructure, le savoir, le support technologique et la possibilité d’explorer et de faire des essais avec la technologie ISF. Vous trouverez plus d’informations sur le site web de Sirris.

Pour cette application spécifique du procédé ISF, nous avons eu la possibilité de faire appel à nos collègues du SLC-Lab (Sirris Leuven-Gent Composites Application Lab), spécialisés dans les matériaux composites. Les entreprises également peuvent s’adresser au SLC Lab pour le développement de matériaux composites et d’applications. Les développements et essais sont réalisés en étroite coopération avec les universités KU Leuven et UGent.

Sirris publiera dans les prochains mois quelques **articles sur les différentes possibilités d’application du procédé de formage incrémental (ISF)**. Vous souhaitez les informations sur la parution de chaque nouvel article ? Enregistrez-vous pour recevoir en exclusivité dans votre boîte de messagerie le lien conduisant vers ces publications!

* = *obligatoire*

Email Address *

First Name

Last Name

Enregistrer

Article apparenté

- Techniline 03.03.2017 - Technologie ISF : un procédé rapide et flexible pour le formage de tôle

Auteurs



Bart Verlinden