Analyse par tomographie des défauts dans les pièces moulées

05 décembre 2014, 01:00

Kurt Beghyn

Parmi les techniques de détection des défauts internes, la tomographie est la plus récente. Etant donné que cette technique permet une quantification précise, il est possible de déterminer l'incidence des défauts sur les propriétés mécaniques locales. Les appareils récents sont désormais suffisamment rapides pour permettre un contrôle de la production en temps réel.

Dans le premier article de cette série structurée en deux volets, concernant la détection et l'analyse des défauts internes, les deux techniques disponibles permettant de contrôler les objets moulés, à savoir la micrographie et la radiographie, ont été décrites de manière détaillée. Le présent volet est consacré à la tomographie (CT), une méthode relativement récente. Selon le même principe que l'application dans le secteur médical, la méthode consiste à produire des images en trois dimensions pour mettre en évidence les défauts internes. Le principe est illustré dans la photo ci-dessous. Dans ce montage réalisé en laboratoire, l'objet à analyser, un moulage, est radiographié sous différents angles. La source de rayonnement et le détecteur tournent autour de l'objet pour réaliser une succession d'images 2D. Ensuite, les données sont traitées par ordinateur pour produire des représentations en trois dimensions.



(Soruce : Ambos et al., 2012)

Les principales caractéristiques des trois méthodes sont comparées dans le tableau ci-dessous. Ce tableau a été réalisé en 2008, par conséquent les chiffres sont là uniquement pour servir à la comparaison. Comme indiqué plus loin, la durée nécessaire pour obtenir les résultats est plus courte à l'heure actuelle, au point qu'il est possible maintenant d'utiliser la méthode pour contrôler la production en temps réel.



(Cliquez pour agrandir)
(Source : Hairy et al., 2008)

Un aspect important du contrôle non destructif, par exemple, des pièces moulées, est la question de savoir si les défauts internes (en l'occurrence, il s'agit de porosités ou cavités) peuvent être mis en relation avec une modification des propriétés mécaniques dans la zone concernée. Les

chercheurs autrichiens ont réussi à engranger quelques beaux résultats à cet égard. Oberdorfer et collègues ont créé de manière intentionnelle des cavités dans des barres échantillons, pour ensuite les quantifier par tomographie. La figure ci-dessous montre que la résolution des images obtenues par CT est nettement plus élevée que celle des images radio (facteur 10). De cette manière, ils ont réussi à mettre en relation les propriétés mécaniques (limite d'élasticité $R_{p,0,2}$; résistance à la traction R_m et allongement avant la rupture A) et le volume global du défaut ($?_{tot}$), comme indiqué dans les figures ci-dessous. Les propriétés mécaniques concernent l'alliage d'aluminium Al 226 (EN AC-Al Si9Cu3). Dans les zones où la résistance à la traction et l'allongement diminuent avec l'augmentation du volume de la porosité, la limite d'élasticité reste constante. Les chercheurs peuvent réduire la dispersion sur les résultats lorsque les propriétés mécaniques sont mises en relation avec la porosité locale, mesurée au niveau de la zone de rupture, également par CT.

Hairy également (2008) est en mesure d'utiliser dans son étude les résultats de la tomographie pour prédire les augmentations locales de tension $?_{locale}$ autour d'une cavité :



où K_t est un facteur d'intensité de la tension



et d le diamètre de la cavité, et $L_{surface}$ la distance de la cavité par rapport à la surface.

Hairy a appliqué la comparaison ci-dessus pour étudier le cas de la fatigue du matériau. Il s'est avéré à présent que les cavités très proches de la surface, pourtant plus petites en général, ont une incidence plus néfaste sur la résistance à la fatigue en comparaison avec les cavités plus grandes qui, le plus souvent, se trouvent plutôt au centre de la pièce. Les exemples ci-dessus montrent que l'analyse quantitative des défauts est l'un des points forts de la tomographie.



(Source : Oberdorfer 2014)



(Source : Oberdorfer 2014)

Tomographie dans le contrôle de la production

La progression constante de la capacité de calcul des ordinateurs a permis de réduire le temps nécessaire pour produire et traiter les images : alors qu'auparavant il fallait patienter des heures, on obtient maintenant le résultat en moins d'une minute. Par conséquent, la technique est à présent utilisable pour le contrôle en continu de la production. Le secteur de la construction

automobile en Allemagne s'est emparé de cette possibilité. Volkswagen Hannover met en oeuvre au quotidien la technique de la tomographie pour le développement des produits (cfr. Hairy 2008). Dans le montage d'essai, les pièces moulées sous haute pression sont placées sur une courroie de transport et passent dans le-scanner, qui tourne autour de son axe (voir la figure ci-dessous). Dans ce montage (réalisé en 2012), le scannage nécessite 23 secondes et l'image 3D est produite en 15 secondes.



(Source : Ambos et al. 2012)

L'échantillon de pièce moulée (photo ci-dessous) est une assise de pompe à huile. Un exemple d'images produites par tomographie, avec le plus grand nombre de porosités (à gauche) et le plus petit nombre (à droite), pour une même série de moulage, est illustré en-dessous.



(Source : Ambos et al., 2012)



(Source : Ambos et al., 2012)

L'utilisation systématique de la tomographie pendant la production a permis de faire une constatation importante. La mise en oeuvre de cette technique a révélé des différences de porosités relativement importantes dans un même lot de pièces, alors que les paramètres sont restés inchangés pendant tout le processus de fabrication (voir la figure ci-dessous). On suppose de ce fait que les variations dans le nombre total des porosités pourraient être une conséquence des tolérances relatives à l'application du produit de démoulage des coquilles.



(Source : Ambos et al., 2014)

En conclusion, on peut signaler également que les systèmes modernes de tomographie en milieu industriel apportent une précision comparable à celle des systèmes traditionnels de mesurage par coordonnées 3D. Autre avantage : la tomographie permet la détection à des endroits inaccessibles pour les autres méthodes de mesurage.

Sirris dispose d'un système de tomographie à Zwijnaarde.

Article apparenté

- Techniline 28.11.2014 - Analyse des défauts dans les pièces moulées

Sources

- Ambos E., et al., “Schnelle Computertomographen in der Druckgussfertigung” Giesserei Vol. 99 2012 nr. 6 pp. 40-49.
- Ambos E., et al., “Das Druckgießen im Spannungsfeld zunehmender Anforderungen an die Gussteile und das Streben nach Optimierung des Prozesses” Giesserei Rundschau Vol. 61 2014 nr. 5/6 pp. 208-215.
- Hairy P., Buecher V., Chabod A., “Quantification of defects in pressure die casting (part III) 3D Analysis by Tomography” Fonderie 2008 nr. 271 Jan. pp. 8-23.
- Oberdorfer B., Habe D., Kaschnitz E., “Bestimmung der Porosität in Al-Gussstücken mittles CT und ihres Einflusses auf die Festigkeitseigenschaften“ Giesserei Rundschau Vol. 61 2014 nr. 5/6 pp. 138-141

Auteurs



Kurt Beghyn