



ÉTUDE DE CAS

GABARITS MULTIPLES POUR L'USINAGE D'UNE PIÈCE AÉRONAUTIQUE EN TITANE À COÛT DE PRODUCTION ÉLEVÉ

PARTIE 1

OBJECTIFS VISÉS

Optimiser un gabarit d'usinage afin de réduire les coûts et les délais de production en conservant ou en améliorant les propriétés à l'aide de la fabrication additive.

Durée du projet

De 2018 à 2022

Partenaires

Centre de métallurgie du Québec (CMQ), A7 Intégration, Coalia, Electro-Kut, École de technologie supérieure (ÉTS), SphèreCo Technologies, TRAF Produits Industriels

Matériaux

Acier inoxydable à durcissement par précipitation : 15-5PH (5 pièces imprimées)

Procédés

DED hybride
(Dépôt par énergie dirigée) –
Procédé AMBIT S7 d'Hybrid Manufacturing Technologies

Domaines d'application

Aérospatiale

LE CONTEXTE

Plusieurs fixations et outils complexes et diversifiés doivent être utilisés pour produire des pièces aérospatiales par usinage. Leur fabrication implique des coûts et délais importants pour obtenir la précision requise. De surcroît, les délais d'usinage sont amplifiés par la forte demande. L'objectif du projet MANU-1707, intitulé « Création de stratégies démonstratrices de conception et de fabrication hybrides pour l'outillage aérospatial », financé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et le Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ), avait comme but d'évaluer et d'intégrer la fabrication additive dans les procédés de production d'outillage pour l'usinage de pièces aéronautiques, tout en réduisant les coûts et les délais de production.

LE DÉFI

La fabrication additive est généralement perçue comme étant trop coûteuse pour la production de pièces qui ne sont pas à très haute valeur ajoutée. Cependant, les pièces aéronautiques en inconel ou en titane aux géométries complexes et optimisables sont généralement des candidates idéales pour la fabrication additive. Les gabarits d'usinage en aluminium 6061 ou en 4340 le sont généralement beaucoup moins. Ceci s'explique en partie par le plus faible coût de la matière à usiner pour produire le gabarit ; ce sera généralement moins un enjeu d'usiner 90% d'une pièce en acier comparativement à une pièce en titane. Si on s'en tient uniquement aux coûts d'usinage, une règle de conception en fabrication additive communément utilisée est que si une pièce peut être produite par usinage, elle sera généralement moins coûteuse que produite par fabrication additive. De plus, les géométries des gabarits sont souvent moins flexibles à l'optimisation topologique, car ils sont contraints géométriquement par les pièces qu'ils maintiennent ainsi que par les autres sections des gabarits.

Les gabarits analysés dans cette étude de cas présentaient un coût de production élevé que le projet a cherché à réduire. Un dernier point spécifique à mentionner est que le gabarit étudié faisait partie d'un ensemble de fixtures comparables qui pouvaient être optimisées de manière similaire dans tous les cas.

GABARITS MULTIPLES POUR L'USINAGE D'UNE PIÈCE AÉRONAUTIQUE EN TITANE À COÛT DE PRODUCTION ÉLEVÉ



LA SOLUTION

À la suite d'une optimisation topologique, la solution d'utiliser la fabrication additive par dépôt sous énergie dirigée a été sélectionnée, plus spécifiquement le procédé DED hybride AMBIT S7 de Hybrid Manufacturing Technologies. La pièce originale contenait une grande section rectangulaire, pour laquelle il y avait une faible valeur ajoutée à faire de l'impression. Par conséquent, pour cette section, un bloc corroyé a été utilisé, sur lequel deux sections fonctionnelles ont été déposées par DED. Il est à noter que lors de la sélection préliminaire du design de cette pièce, le procédé WAAM (fabrication additive arc-fil) a été évalué. Cependant, malgré le taux de dépôt plus élevé qu'en DED, les sections massives produites par WAAM nécessitaient plus d'usinage. Le DED hybride a permis d'ajouter de la matière seulement là où c'était nécessaire.

LES BÉNÉFICES / RÉSULTATS

La solution DED hybride a permis de réduire le poids de l'ensemble de gabarits par rapport aux pièces originales ainsi que d'intégrer plusieurs éléments de quincaillerie à même la pièce. Cette quincaillerie nécessite de l'usinage, et en l'intégrant au design optimisé, il a été possible de limiter l'usinage post-impression nécessaire. L'impression a permis de réduire les coûts de la pièce. Le coût des composantes de la pièce imprimée par DED a été réduit de 39% par rapport au coût de fabrication de la pièce traditionnelle. Toutefois, avec la fabrication additive, le coût des prototypes a augmenté à cause de l'usinage subséquent qui doit être effectué. En considérant ces deux fluctuations des coûts, le coût de l'assemblage total de la pièce a diminué de 13%. La fabrication additive a donc permis d'atteindre l'objectif de réduire les coûts de manière significative pour cette pièce. Cette étude de cas démontre que plusieurs procédés de fabrication additive permettent d'obtenir des solutions à faible coût qui peuvent compétitionner ou être complémentaires à la fabrication traditionnelle par usinage.

COORDONNÉES

Howmet Aerospace

5515, rue Ernest Cormier, Laval (Québec) H7C 2S9

Benoît Pigeon, Estimation, Processus "Introduction de nouveaux produits"
(NPI : New Product Introduction) & Projet d'Ingénierie