

Le scanning 3D améliore la précision et l'efficacité du processus de fraisage des disques à aubes



Client :

Technopark Aviation Technologies

Industrie :

Aérospatiale

Défi :

Améliorer la précision et l'efficacité du processus de fraisage des disques aubagés.

Solution :

Système de scanning 3D sur machine avec la technologie SPRINT™.

Basé à Ufa, en Russie, Technopark Aviation Technologies, fournisseur de services d'ingénierie et de recherche scientifique et pédagogique, a travaillé en étroite collaboration avec le plus important fournisseur de turbines à gaz du pays, qui conçoit, fabrique et entretient des turbines à gaz de haute performance tant pour les avions et les hélicoptères, que pour les secteurs de la production pétrolière.

L'un des clients de Technopark voulait augmenter la précision et l'efficacité de son processus de fraisage de disques aubagés. Les surfaces complexes à forte courbure des disques aubagés utilisés dans les turbines à gaz en font des composants difficiles à fabriquer.

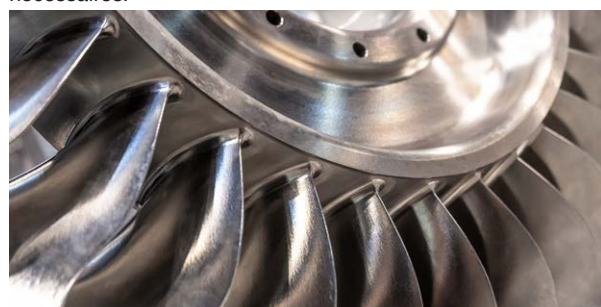
Pour relever ce défi, Technopark a utilisé le palpeur Renishaw de scanning 3D OSP60 sur machine doté de la technologie SPRINT™, ainsi que la suite logicielle Productivity+™ Scanning.

Contexte

Dans un ensemble mécanique de précision comprenant un compresseur, une chambre de combustion et une turbine, les disques aubagés jouent un rôle important pour minimiser la traînée et optimiser le flux d'air dans le moteur et la quantité de poussée qu'il produit.

Introduit au milieu des années 1980, un disque aubagé est un composant unique comprenant un disque de rotor et de multiples aubes courbes. En supprimant la nécessité de fixer des aubes séparées sur un rotor nu, les disques aubagés ont contribué à transformer la conception des turbines, en réduisant considérablement le nombre de composants, en augmentant la fiabilité et en maximisant le rendement du moteur.

Les disques aubagés sont usinés dans un métal très dur de grande qualité, généralement du titane ou des alliages à base de nickel. Le fraisage est de loin le processus d'usinage le plus important lors de leur fabrication, et en raison des surfaces à forte courbure du disque aubagés, des machines-outils à CN à axes multiples et des logiciels avancés sont nécessaires.



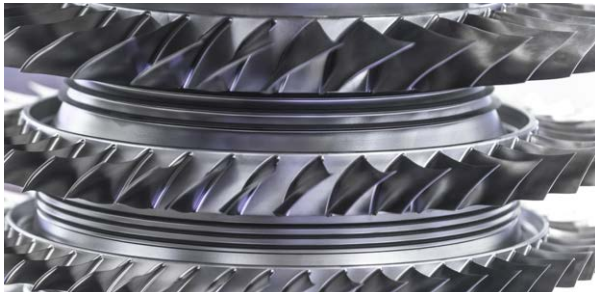
Exemple d'un disque aubagés avec des surfaces à forte courbure

Le fraisage des disques aubagés implique généralement un fraisage grossier de la fente et une semi-finition pour créer un composant presque net, suivi d'un fraisage fin pour arriver aux surfaces finies de haute précision des aubes et du rotor.

Défis

La grande complexité des disques aubagés et la précision de fabrication exigée font que le process de fraisage en finition des différents disques était une opération couteuse et nécessitant beaucoup de main d'œuvre qualifiée

Malgré l'utilisation d'un palpeur à déclenchement par contact pour la mesure du disque sur la machine, chaque pièce devait être retirée de la machine à CN après le fraisage pour une mesure et un contrôle hors ligne, puis remontée pour tout autre usinage. Ce processus devait être répété plusieurs fois et était sujet à l'erreur humaine.



Les aubes multiples nécessitent un système de mesure rapide

L'entreprise en a déduit que le processus d'inspection et de fraisage hors machine représentait entre 30 et 60 % du coût total de la main-d'œuvre impliqué dans la production de disques à aubes. En outre, l'analyse statistique de la déviation dimensionnelle des aubes (après usinage du bord d'attaque et du bord de fuite) a permis d'identifier la présence d'erreurs.

Les écarts de la section transversale de l'aube ont été observés comme suit : fluctuation de la tolérance résiduelle $\pm 0,064$ mm, décalage par rapport au profil nominal 0,082 mm. Les écarts dans la section longitudinale étaient similaires : fluctuation de la tolérance résiduelle $\pm 0,082$ mm, décalage par rapport au profil nominal 0,111 mm.

Il a été conclu que les principales raisons des déviations survenant lors de l'usinage des bords étaient les suivantes : erreurs cinématiques de la machine lors du fonctionnement en cinq axes ; déformation élastique de l'aube pendant le processus de coupe en raison de sa faible rigidité ; et déformation élastique de l'outillage pendant la coupe du métal.

« Le grand nombre d'interventions des opérateurs nécessaires pour ce processus a simplement augmenté le risque de rejets irréparables dus à l'erreur humaine. Il y avait un besoin évident de développer une solution fondamentalement nouvelle pour le fraisage plus rapide et de haute précision des disques à aubes ».

Les résultats que nous avons obtenus grâce à cet investissement ont largement dépassé nos attentes. Notre précision dans le fraisage de finition des disques aubagés est plus de quatre fois supérieure et les coûts de main-d'œuvre associés ont été réduits de moitié.

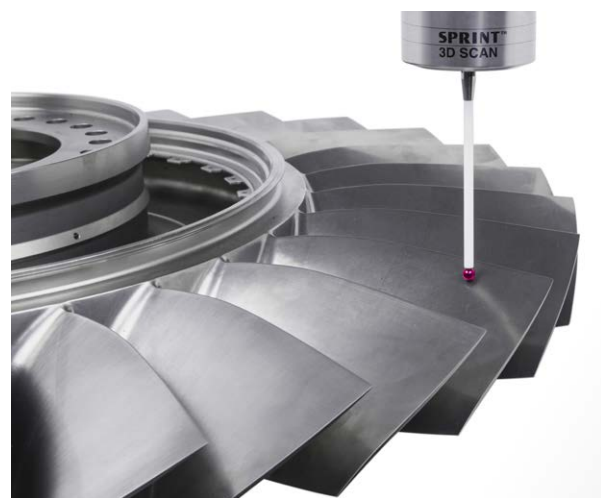
Technopark Aviation Technologies (Russie)

L'élaboration d'un process d'usinage CN pour le fraisage des disques aubagés comprenait les exigences suivantes :

- Semi-finition à l'aide d'un programme de contrôle paramétré
- Inspection des pièces sur machine
- Correction du programme de contrôle paramétré sur la base des résultats d'inspection
- Fraisage fin de la pièce à l'aide du programme de contrôle paramétré corrigé.

Solution

Technopark a été sélectionné pour développer et mettre en œuvre les contrôles de process nécessaires. Semen Starovoytov, Candidat des Sciences techniques et directeur du département de l'innovation chez Technopark a déclaré : « Nous travaillons avec succès avec Renishaw depuis de nombreuses années, en équipant les machines de palpeurs à déclenchement par contact Renishaw pour obtenir une précision de mesure sans faille ».



Scanning par contact des surfaces de forme libre des aubes

« Dans le cas de l'application, il est apparu clairement qu'il fallait développer un logiciel basé sur un palpeur de scanning, c'est pourquoi nous avons contacté nos partenaires de Renishaw. Leur technologie de mesure par scanning 3D SPRINT pour les machines-outils nous a fourni toutes les capacités techniques dont nous avons besoin ».

Technologie SPRINT™

Le palpeur de scanning 3D sur machine OSP60 est équipé de la technologie SPRINT unique de Renishaw.

Comme la bille du stylet du palpeur suit précisément la surface d'un disque aubagé, elle permet d'enregistrer avec une précision exceptionnelle les données de déviation du stylet avec une haute résolution, en enregistrant tous les mouvements X, Y et Z inférieurs au micron en bout de stylet équipant ce palpeur ultra sensible.

Un millier de triplets XYZ du centre bille sont envoyés chaque seconde au récepteur OMM-S via une transmission optique sécurisée. Des algorithmes avancés traitent ensuite les données de la déviation palpeur avec les données du codeur de position de la machine-outil pour produire des données précises sur la surface du disque aubagé, qui sont utilisées pour calculer la position, la taille et la forme précises des éléments.

Technologie Productivity+™

Grâce au plug-in CNC Productivity+, il est possible d'atteindre des vitesses de scanning allant jusqu'à 15 000 mm/min, ce qui permet d'effectuer des mesures sur la machine parfois 6 fois plus rapidement que les systèmes traditionnels à déclenchement par contact. Les disques à aubes sont scannés sur la machine-outil et il n'est plus nécessaire d'enlever les pièces pendant l'usinage.

Le logiciel affiche les résultats des mesures de haute précision à l'écran en temps réel et les utilise pour ajuster automatiquement les réglages de la machine-outil en vue du processus de fraisage de finition qui s'ensuit. Les rapports de mesure peuvent être exportés dans un fichier à des fins d'analyse ou d'assurance qualité.

Les programmes d'inspection de disques aubagés peuvent être générés rapidement et facilement à partir de la géométrie d'un modèle solide en utilisant les outils de programmation graphique hors machine existants, tandis que l'interface interactive de Productivity+ est utilisée pour éditer et exécuter des routines d'inspection de palpeurs avec des écrans graphiques faciles à comprendre, au lieu de codes NC complexes pour afficher le programme à l'utilisateur.

Résultats

L'introduction de Productivity+ et du palpeur OSP60 a eu un impact significatif sur le processus de fabrication des disques aubagés en termes de précision d'usinage, de vitesse et de coûts de main-d'œuvre.

Le scanning en 3D et la mesure des disques aubagés sur la machine-outil et à très grande vitesse ont généré un gain de temps exceptionnel de la production, ce qui a entraîné une augmentation marquée de la productivité des machines CN.

Concernant la qualité du fraisage de finition obtenue entre les deux processus d'usinage, les relevés de cotes sur les sections montrent une amélioration de la précision passant de 82 µm à 1 µm pour une section et de 111 µm à 28 µm.

Sur les implications pour le personnel de la machine, M. Starovoytov a déclaré : « Le mode d'exécution du système de contrôle assure l'ajustement automatique du programme de contrôle CN en fonction des données de scanning 3D de l'aube obtenues par le palpeur OSP60. Cela signifie qu'il n'est plus nécessaire qu'un ingénieur soit constamment sur la machine ».

Il a conclu : « La combinaison de la technologie de scanning 3D SPRINT et du logiciel CNC Productivity+ signifie que même les moindres écarts dans la forme du disque aubagé sont toujours identifiés en temps réel. Avec les systèmes de déclenchement par contact, cela serait passé inaperçu ».

« Les résultats que nous avons obtenus grâce à cet investissement ont largement dépassé nos attentes. Notre précision dans le fraisage de finition des disques aubagés est plus de quatre fois supérieure et les coûts de main-d'œuvre associés ont été réduits de moitié ».

Pour plus d'informations, rendez-vous sur www.renishaw.fr/technopark

Renishaw S.A.S

15 rue Albert Einstein,
Champs sur Marne, 77447,
Marne la Vallée, Cedex 2, France

T +33 1 64 61 84 84
F +33 1 64 61 65 26
E france@renishaw.com
www.renishaw.fr

Pour nous contacter dans le monde : www.renishaw.fr/contacter

RENISHAW A FAIT DES EFFORTS CONSIDÉRABLES POUR S'ASSURER QUE LE CONTENU DE CE DOCUMENT EST CORRECT À LA DATE DE PUBLICATION, MAIS N'OFFRE AUCUNE GARANTIE ET N'ACCÉPTE AUCUNE RESPONSABILITÉ EN CE QUI CONCERNE SON CONTENU. RENISHAW EXCLUT TOUTE RESPONSABILITÉ, QUELLE QU'ELLE SOIT, POUR TOUTE INEXACTITUDE CONTENUE DANS CE DOCUMENT.

© 2019 Renishaw plc. Tous droits réservés.

Renishaw se réserve le droit de modifier toutes caractéristiques techniques avertissement préalable.

RENISHAW et l'emblème de palpeur utilisé dans le logo RENISHAW sont des marques déposées de Renishaw plc au Royaume Uni et dans d'autres pays. apply innovation ainsi que les noms et désignations d'autres produits et technologies Renishaw sont des marques déposées de Renishaw plc ou de ses filiales.

Tous les noms de marques et noms de produits utilisés dans ce document sont des marques de commerce, marques de fabrique ou marques déposées de leurs propriétaires respectifs.



H - 5 6 5 0 - 4 1 3 2 - 0 1

Réf.: H-5650-4132-01-A
Édition: 01.2021