

LÀ OÙ NAISSENT LES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION AVANCÉES

Autor  LA RÉDACTION

Mandelli Sistemi offre des machines spécifiques à hautes performances et haut dynamisme pour le secteur des constructions aéronautiques équipées de systèmes de capteurs et de logiciels qui améliorent ultérieurement la performance de travail.



Mandelli Sistemi, un constructeur européen leader dans le secteur des machines-outils représente un exemple de la façon dont une bonne capacité de planification et une gestion efficace des ressources, impliquent des aspects qui vont bien au-delà de la simple production industrielle. Avec ses solutions technologiques d'avant-garde unies à une tradition quasiment centenaire, Mandelli se dirige rapidement dans une direction qui vise à améliorer les prestations du traitement du titane selon les normes de l'Industria 4.0 et de l'internet des objets (IoT). Mandelli développe et applique quotidiennement de nouvelles technologies et des processus à ses centres d'usinage, appréciés depuis toujours pour leurs excellentes caractéristiques comme la puissance, la vitesse, la flexibilité et la précision le long de tout le cycle de vie, conformément à la philosophie de l'entreprise, qui comprend la recherche des solutions plus appropriées à satisfaire les exigences des clients. En outre, au cours de la dernière décennie, au-delà d'une personnalisation croissante des solutions technologiques, Mandelli a concentré son attention sur des secteurs possédant une plus grande valeur ajoutée, comme l'industrie aéronautique et l'énergie, caractérisées par des matériaux difficiles à usiner et des formes complexes qui demandent de hautes performances au cours des phases de tournage et de fraisage.

LES CENTRES D'USINAGE MANDELLI

Selon Mandelli, la solution idéale pour le traitement du titane dans le secteur aéronautique est représentée par un centre d'usinage 5 axes à haute capacité d'enlèvement. À partir de la ligne Spark, Mandelli a développé la ligne de Spark Ti qui, grâce à l'utilisation de broches en mesure de produire un couple moteur élevé et à l'introduction de systèmes anti-vibration sur tous les axes, atteint de hautes valeurs d'enlèvement et une finition superficielle de grande qualité sur chaque centre d'usinage. La méthode la plus répandue pour l'usinage des éléments en titane dans le secteur aéronautique se base sur l'utilisation de



machines 3 axes pour le dégrossissage, tandis que les centres d'usinage 5 axes entrent en jeu uniquement pour le demi-finissage et le finissage. Cette procédure implique différentes opérations d'outillage, ainsi qu'une présence significative de produits semi-finis dans l'atelier, mais, également grâce à la tête inclinable avec un couple moteur extrêmement élevé, Spark Ti peut effectuer des opérations de dégrossissage 5 axes pour obtenir, dès le premier passage, des pièces dont la forme est trop proche de l'élément fini, et ce en éliminant

pratiquement les opérations du demi-finissage pour la plupart des éléments. En outre, l'usinage de la pièce est réalisé avec un seul outillage, ce qui se traduit en une productivité et une précision très élevées. Pour atteindre cet objectif, Mandelli a équipé la tête pivotante d'un axe rotatif à double entraînement (dual-drive) capable de générer un couple de 12 000 Nm, doté d'un système automatique de récupération des jeux. Les deux moteurs actionnent l'axe pivotant en travaillant ensemble durant le dégrossissage, en doublant ainsi le

couple moteur disponible, tandis qu'au cours de la phase de finition, ils fonctionnent avec une petite précharge inverse annulant ainsi les jeux. Une solution qui, lors de l'inversion du mouvement, génère des surfaces lisses et précises sans les signes typiques provoqués par la transmission mécanique. Les tables ro-



WHERE ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGIES SPRING UP

Mandelli Sistemi, a primary European player in the international machine tool market, is an example of how good planning and efficient resource management lead beyond mere production. With its forefront technological solutions blended with an almost centenary tradition, Mandelli is moving fast in the direction of improving performance of titanium machining and in the line of the Industry 4.0 and IoT concepts. New technologies and processes are developed and applied daily to its machining centres - which have always been appreciated for their most outstanding characteristics such as power, speed, flexibility and lifetime precision - as well as to its working philosophy, always completed by the study of the most suitable solutions to successfully fulfill the customers' requirements. However, in the last decade, besides the ever-stronger customization of technological solutions, Mandelli has focused its attention on the sectors with higher added value, Aerospace and Energy, characterized by materials difficult to machine and complex shapes requiring high-performance turning and milling operations.

Mandelli Sistemi offers specific high-performance and high-dynamics machines for the aeronautical sector, equipped with sensor systems and software further improving their operational performances.

generating high torque and the introduction of anti-vibration systems on all axes, reaches high stock removal and high quality surface finishing on a single MC. The most widespread method for the machining of titanium components in the Aerospace sector is based on the use of 3-axis machines for roughing while the 5-axis machining centers come into play only for semi-finishing and finishing. This procedure involves several positioning operations as well as a significant presence of semi-finished parts inside the workshop but, thanks to the tilting head with an extremely high torque, Spark Ti can perform 5-axis roughing to get with the first step very close to the shape of a finished piece, thus practically eliminating the semi-finishing operations for most components. Furthermore, the workpiece machining is carried out in a single setup which results in increased productivity and accuracy. To achieve this, Mandelli has equipped ➔

MANDELLI MACHINING CENTERS

According to Mandelli, the ideal solution for the machining of titanium in the Aerospace sector is a 5-axis machining center with high stock removal. Starting from the Spark line, Mandelli has developed the Spark Ti line that, thanks to the adoption of spindles capable of

tatives proposées par Mandelli sur Spark Ti sont dotées d'entraînement direct, du moment que la présence des jeux combinés avec les hautes forces générées par l'usinage et les basses fréquences de rotation créerait des problèmes tant à la dynamique qu'à la fluidité du mouvement.

LE SYSTÈME ANTI-VIBRATIONS

Compte tenu des forces et les valeurs de couple moteur qui se créent, l'importance d'une structure solide et résistante est évidente. Mandelli est historiquement connue pour sa capacité de concevoir et de construire des machines avec une structure rigide qui, dans les applications traditionnelles, se traduit par une haute précision et un usinage soigné qui dure dans le temps. Quand on travaille avec le titane, toutefois, la rigidité structurelle ne suffit pas à garantir une excellente qualité superficielle et la précision des parties. Les vibrations inférieures à 50 Hz générées par de basses vitesses de rotation, ne sont pas seulement nuisibles pour la structure, mais peuvent également se refléter dans la faible qualité de l'élément fini. Telle est la raison pour laquelle Mandelli a doté les machines Spark de solu-



tions spécifiques pour atténuer les vibrations montées sur les axes linéaires et rotatifs de Spark Ti et les a équipées d'une série de dispositifs qui activent les supports antivibratoires dont la tâche consiste à disperser l'énergie des vibrations et annuler les effets négatifs durant l'usinage en vue d'empêcher la résonance de la structure. Pour évaluer l'efficacité de ces dispositifs, Mandelli a effectué une série de tests en programmant la vitesse de rotation de la broche à 200 tours/min, une valeur typique dans l'usinage du titane, et a installé un accéléromètre sur le nez de la broche pour relever les vibrations. Le résultat quand les dispositifs anti-vibrations sont en marche, est une réduction de 75% des vibrations par rapport aux usinages réalisés quand les dispositifs sont désactivés. Un résultat excellent qui permet d'augmenter les paramètres de découpe ou, à défaut, de prolonger significativement la

durée de l'outil en maintenant inaltérés les paramètres de découpe.

MAINTENANCE PRÉDICTIVE

Outre les innovations technologiques, Mandelli a récemment développé un nouveau logiciel pour l'autodiagnostic et la maintenance prédictive. Son nom est iPum@Suite 4.0, il a été conçu en tenant compte de trois principaux paramètres. En premier, la connexion et le contrôle numérique à distance, ce qui signifie accéder au centre d'usinage horizontal à tout moment et avec n'importe quel dispositif, de l'ordinateur au téléphone cellulaire. En second lieu, l'usage extensif de capteurs sur le centre d'usinage horizontal qui, grâce à la puissance de calcul toujours plus importante des logiciels, permet d'acquérir un grand nombre de données, afin de surveiller constamment les conditions des éléments



its tilting head with a dual drive rotary axis solution capable of generating a 12,000 Nm torque and with a backlash automatic recovery system. The two motors drive the tilting axis working together during the roughing, thus doubling the available torque, while in finishing operations they work with a small inverse pre-load zeroing the backlash. A solution that, during the inversion of motion, generates smooth precise surfaces without the typically mechanical transmission marks. The rotary tables proposed by Mandelli on Spark Ti are equipped with a direct drive solution, since the presence of backlash combined with the high forces exchanged during machining and low frequencies would create problems to both the axes dynamics and the smoothness of the movement.

VIBRATION DAMPING

Given the forces and the torque values entailed, it is therefore evident the importance of a strong and solid structure and Mandelli is historically known for its ability to design and build machines with a rigid structure which, in traditional applications, results in high machining accuracy and precision

over time. When working with titanium, however, structural rigidity is not enough to ensure excellent surface quality and precise parts. The vibrations lower than 50 Hz generated by low spindle speed, besides being harmful to the structure, also result in poor quality of the finished component and this is the reason why Mandelli has installed on the Spark line solutions dedicated to vibration damping, equipping both the linear and rotary axes of Spark Ti with a number of devices that activate vibration absorbers whose task is to disperse the vibration energy and to cancel the negative effects during machining to prevent structure resonance. To evaluate the effectiveness of these devices Mandelli has performed a series of tests by setting the spindle rotation at 200 rpm, a titanium machining typical value, and has installed an accelerometer on the spindle nose to detect vibrations, the result being a 75% vibration reduction with the active devices compared to machining operations with deactivated devices. An excellent result which allows for the increase of the cutting parameters or alternatively to keep them fixed, significantly increasing tool life.

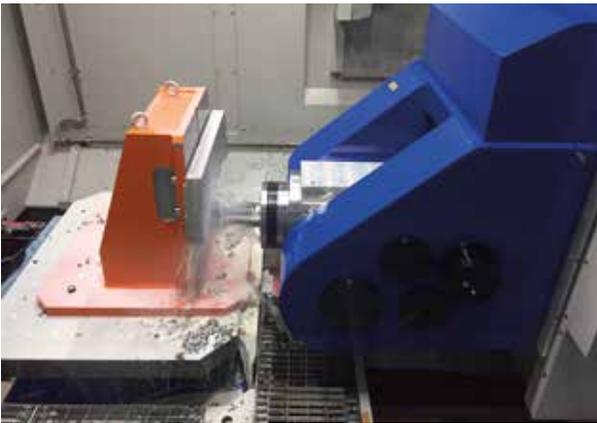


du centre d'usinage qui sont davantage sujets à l'usure provoquée par les vibrations, la température, l'accélération, la pression etc. En troisième lieu, le développement d'un système d'autodiagnostic pour exécuter la maintenance prédictive, pas préventive, ce qui permet à Mandelli de programmer les interventions dans un délai suffisant, et de signaler le besoin de maintenance uniquement quand des conditions de travail anormal se produisent. Le système iPum @ Suite 4.0 garantit la surveillance à distance à travers iControl des machines connectées en ligne



par ordinateur, tablette ou smartphone de la part du producteur, ainsi que de la part des responsables de maintenance et de production et des managers du client. Les Apps IReality en réalité augmentée, sont dédiées à l'opérateur et au personnel de maintenance, en simplifiant considérablement le diagnostic et la correction des éventuels dysfonctionnements du centre d'usinage. Les capteurs positionnés sur tous les principaux éléments de la machine-outil connectés à travers cloud, enrichissent une base de données d'informations qui, à travers le logiciel de calcul statistique iPredict, prévoit les futures maintenances en vue de planifier uniquement les interventions strictement nécessaires pour limiter au minimum

leur impact sur le système de production. Le système de contrôle intelligent des vibrations iSmartcut relève, à travers les capteurs spéciaux, les éventuelles anomalies dans les opérations de fraisage/tournage en cours et recalibre les paramètres d'usinage de façon optimale, en garantissant l'exécution sans problèmes de l'usinage et une finition de haute qualité. iScada, qui concentre toute l'expérience trentenaire de l'entreprise dans la réalisation de cellules flexibles d'usinage, est le nouveau et puissant système de gestion de production FMS. Grâce à iPum @ Suite 4.0 Mandelli ouvre la voie à de nouveaux modèles d'assistance au client: comme toujours, Mandelli considère le client comme un véritable partenaire commercial.



PREDICTIVE MAINTENANCE

In addition to the technological innovations, Mandelli has recently developed a new self-diagnosis and predictive maintenance software. It's called iPum@Suite 4.0 and it has been designed along three main lines.

Firstly, the connection and the NC remote control which means accessing the HMC at any time and with any device, from PCs to mobile phones. Secondly, the HMC sensorization which, thanks to ever growing SW computing powers, allows for the acquisition of a large number of data, further to which the conditions of those HMC parts which are more subjected to wear are constantly monitored with vibration, temperature, acceleration, pressure sensors and more.

Thirdly, the development of a self-diagnostic system to perform predictive maintenance - not preventive - allowing Mandelli to plan an intervention with a sufficient margin signaling the need for maintenance only when anomalous working conditions are identified. iPum @ Suite 4.0 ensures the network connected machines to be monitored through iControl by means of a remote PC, Tablet or Smartphone by the manufacturer himself,

by the customer's Maintenance and Production departments and by the company management.

Augmented reality iReality Apps, dedicated to the operator and maintenance staff, greatly simplify the diagnosis and correction of possible malfunctions of the HMC. The widespread sensorization of the main components of the machine tool via cloud enriches a database of information which, through the statistical calculation software named iPredict, forecasts a future downtime in order to plan a maintenance intervention with minimal impact on the production system and only if necessary. An intelligent vibration control system, called iSmartcut, through special sensors detects any anomalies in the milling / turning operations in progress and optimally recalibrates the working parameters ensuring a smooth execution and a high-quality finishing. iScada, in which the thirty-year experience in the implementation of flexible manufacturing cells has been fully reversed, is the new, powerful FMS production management system. Thanks to iPum @ Suite 4.0 Mandelli opens the way to new customer care models: as always, the customer is considered by Mandelli as a real business partner.

MANDELLI SISTEMI / Une 5 axes conçues des performances au top

Grande rigidité structurelle, précision niveau « top », couple à la broche élevée, contrôle de vibrations, grand débit du liquide d'arrosage par l'intérieur et l'extérieur de la broche.

Ce sont les caractéristiques de la Spark Ti, le centre d'usinage Mandelli à 5 axes dédié à l'usinage des alliages de titane, d'acier et des matériaux HRSA pour assurer un enlèvement de copeaux remarquable sur des formes complexes, en évitant les fréquences critiques.

Une tête pivotante avec couple résistante élevée et systèmes anti-vibration qui contrôlent l'usinage en permanence sur tous les axes sont le cœur de Spark Ti, effectuant des opérations d'ébauche à 5 axes qui donnent des formes proches à celles de la pièce finie, assurant ainsi la plus grande productivité et précision. Mandelli a équipé la tête pivotante avec un axe rotatif à double entraînement, capable de générer un couple de 12.000 Nm et doté d'un système automatique de récupération

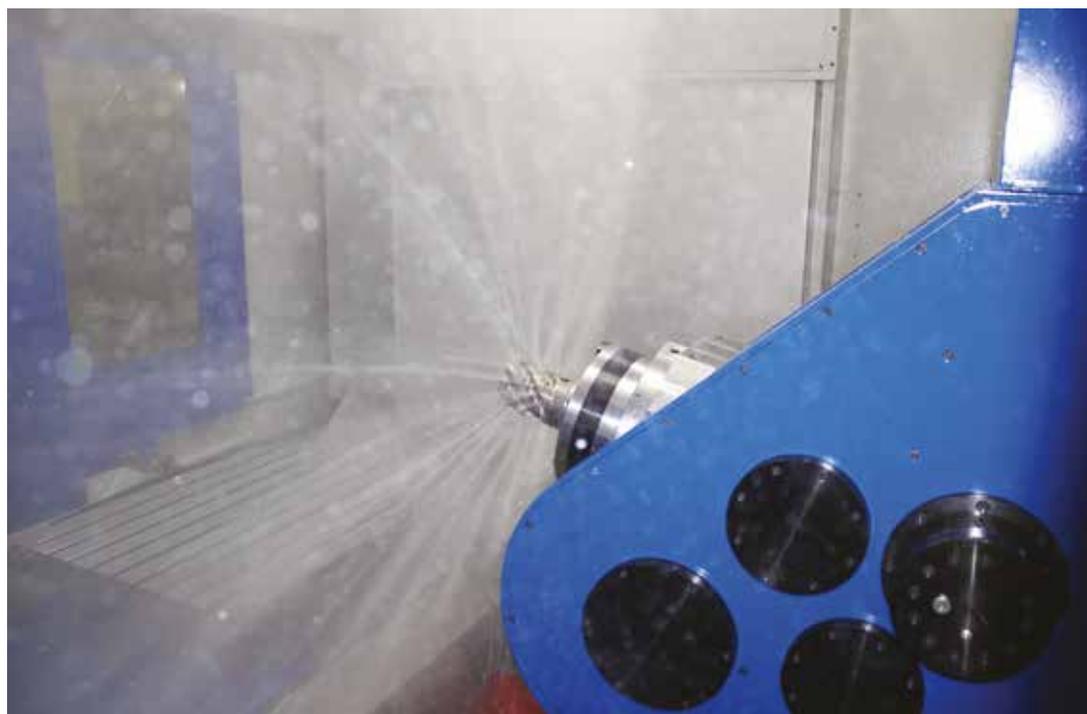
des jeux qui, lors de l'inversion de la trajectoire d'usinage, garantit un état de surface précis sans les marquages typiques de l'entraînement mécanique traditionnel.

Mandelli a aussi appliqué à tous les axes des dispositifs pour la dissipation de

vibrations, en fournissant à l'outil les meilleures conditions opérationnelles.

Une pression d'arrosage à 100 bar et l'utilisation de l'attachement outil HSK100 ou 125, fournissant un flux de lubrifiant considérable à la pointe de l'outil, garantissent

une diminution significative des températures en proximité de la zone de contact outil causées par la mauvaise conductivité thermique et la haute résistance mécanique des alliages de titane et permettent, en final, d'améliorer le débit de copeaux.



5-AXIS DESIGNED FOR BETTER PERFORMANCE

Great structural rigidity, top level precision, high torque, remarkable vibration control, large coolant flow. These are the characteristics of Spark Ti, the 5-axis Mandelli machining center dedicated to the machining of titanium, steel and HRSA alloys to ensure remarkable stock removal on complex shapes avoiding critical frequencies.

A tilting head with an extremely high torque and anti-vibration systems on all the axes are the heart of Spark Ti, performing 5-axis roughing operations resulting in shapes next to those of the finished work-piece thus ensuring greater productivity and accuracy. Mandelli has equipped the tilting head with a dual drive rotary axis capable of generating a

12,000 Nm torque and provided with an automatic backlash recovery system that, during the inversion of motion, ensures a precise surface finishing free of the typical traditional mechanical transmission marks and has applied to all the axes a number of devices that activate vibration dissipation systems, providing the tool with the best working conditions.

A through-spindle coolant pressure exceeding 100 bar and the use of HSK100 or HSK125 tapers providing considerable lubricant flow to the tool guarantee a significant decrease in the operating temperatures caused by the titanium alloys poor thermal conductivity and high mechanical resistance and allow, as last, for improved chip removal and extended tool life. 