

Un perçage profond réalisé sans erreur de changement d'outil

Pour fabriquer des porte-injecteurs destinés à des systèmes Common Rail, un gros sous-traitant automobile chinois a fait l'acquisition du centre d'usinage Multistep XT-200 de Mikron. Sur cette machine modulaire, l'entreprise fabrique différents modèles de porte-injecteurs qui nécessitent des opérations successives d'usinage complexes et ultraprécises.

Outre la réalisation d'un cône très précis pour assurer la bonne assise du joint d'étanchéité, le perçage profond à effectuer exige une précision extrême du fait de son très petit diamètre. La technologie modulaire de Mikron, qui se distingue par des temps de changement d'outil inférieurs à la seconde et grâce à laquelle la pièce est exécutée en une seule prise au moyen de trois modules distincts, permet d'obtenir la précision requise de manière fiable et économique. Les excellents résultats de l'évaluation statistique le confirment.

Un seul serrage

« Pour le perçage profond, nous avons pu proposer au client une solution rapide, fiable et économique basée sur notre solide expérience de l'interaction entre la machine et l'outil » souligne Gerhard Münch, ingénieur commercial chez Mikron GmbH à Rottweil. Le centre d'usinage Multistep XT-200 de Mikron permet à un gros

sous-traitant automobile chinois de fabriquer pas moins de trois modèles de porte-injecteurs pour pompes d'injection diesel Common Rail. Pour ce faire, différentes opérations d'usinage – perçage et fraisage – sont réalisées sur l'ébauche en acier trempé. Mikron a constitué ici une installation performante spécifiquement adaptée aux besoins du client à partir de trois modules de cellules d'usinage de sa conception. Chacun des modules est doté de deux broches, chacune d'elles disposant de 18 outils situés sur un plateau porte-outils. Des unités de transfert acheminent en toute sécurité d'un module à l'autre la pièce serrée en une seule opération, à la manière d'une course de relais. « Avec une seule opération de serrage, on élimine les imprécisions qui peuvent survenir en cas de serrage multiple et donc les risques de défauts », assure M. Münch.

60 x d : fiabilité et répétabilité du processus

L'installation se compose de trois modules reliés en chaîne incluant le dispositif de transfert (appelé le bras W chez Mikron) qui garantit un temps de changement court entre les modules, ce qui convient très bien à différentes opérations de fraisage et de perçage. Comme Mikron préconise toujours des solutions composées à la fois de la machine et de l'outil,

il lui a fallu résoudre le problème du perçage profond avec un très petit diamètre. L'opération principale d'usinage des porte-injecteurs est un perçage profond d'une extrême précision sur toute la longueur des porte-injecteurs, c'est-à-dire 90 mm, le diamètre du perçage n'étant que de 1,5 mm. Alors que l'un des modèles est doté en son centre d'une chambre permettant d'entamer le perçage des deux côtés, deux autres modèles nécessitent un perçage en une seule opération. Münch souligne cette particularité : « Si les perçages de 30 x d ne sont déjà pas chose courante, la réalisation d'un perçage profond de 60 x d s'accompagne d'exigences extrêmes ». Les perçages extrêmement précis à travers l'acier trempé 42CrMo très résistant du porte-injecteur sont une condition importante du bon fonctionnement des buses d'injection car ils serviront ultérieurement de guidage et de maintien des buses d'injection qui sont encore plus fines.

Pression : 140 bars

Pour le perçage profond, l'outil utilisé est un foret monolèvre avec canal de refroidissement intégré destiné à l'acheminement du lubrifiant

de refroidissement. On utilise ici de l'huile pour perçage profond qui est injectée à une pression de 140 bars. « Pour obtenir un processus stable, nous refroidissons l'huile à une température constante dans un dispositif réfrigérant intégré à l'installation », explique le chef de projet Alexander Amann. Un second foret pour perçages profonds est utilisé également dans le troisième module pour ébavurer d'abord mécaniquement les intersections de perçages transversaux. L'ensemble de la pièce du client sera ébavuré définitivement plus tard dans le



Système d'usinage modulaire Multistep XT-200 de Mikron pour un sous-traitant automobile chinois.

Modulares Bearbeitungssystem Multistep XT-200 der Mikron GmbH Rottweil. Für einen chinesischen Automobilzulieferer.

Mikron Multistep XT-200 modular machining system installed at a Chinese automotive subcontractor's.

cadre d'une opération séparée. Les étapes de fabrication suivantes consistent à percer des trous à l'aide de la Multistep XT-200 pour les vis de fixation qui comportent un cône sur les deux faces.

Respecter les tolérances minimales, attester de la fiabilité du processus

Un autre grand défi consiste à réaliser un cône de 60° à l'extrémité du corps de l'injecteur dans un perçage de 4,5 mm. Pour la précision de rond de ce cône, la tolérance exigée est de 5 µm seulement. Un joint d'étanchéité est positionné ultérieurement sur ce cône pour que le mélange diesel/air effectué ensuite dans la buse d'injection se fasse sans fuite avant qu'il ne soit injecté dans les cylindres à une pression pouvant atteindre 1600 bar. Chacun comprendra aisément ici que l'étanchéité doit être de 100%, une fuite incontrôlée de carburant dans le compartiment moteur étant la dernière chose souhaitable. « Nous avons pu garantir à notre client que notre Multistep offrait la fiabilité exigée » affirme Amann. Pour cela, des pièces ont été fabriquées chez le client avant la mise en service, soumises à un contrôle à 100% et la qualité a été évaluée statistiquement. « Le résultat s'est avéré excellent » tient à préciser Amann.



Un gros sous-traitant automobile chinois fabrique trois modèles de porte-injecteurs pour pompes d'injection Common Rail sur un centre d'usinage Multistep XT-200 de Mikron.

Drei Varianten eines Düsenhalters für Common Rail Diesel-Einspritzpumpen fertigt ein großer chinesischer Automobilzulieferer auf einem Bearbeitungszentrum Multistep XT-200 von Mikron.

A large Chinese automotive subcontractor produces three models of injector holders for common rail injection pumps on a Mikron Multistep XT-200 machining center.

Solution clé en main

Au total, la production des trois modèles de porte-injecteurs devra s'élever à 400.000 par an. Le sous-traitant automobile a intégré le process dans sa propre fabrication grâce à l'installation Multistep de Mikron. Auparavant, il achetait les porte-injecteurs en quantité réduite auprès d'un fournisseur externe. Pour usiner entièrement la pièce avec toutes les opérations de fraisage, de perçage et d'ébavurage, l'installation nécessite 50 à 80 secondes selon le type de pièce. Si d'autres opérations ou une extension des étapes d'usinage s'avère nécessaire, l'installation peut être complétée par un module d'usinage complémentaire et par une unité de chargement standard entièrement automatique. La compétence essentielle de Mikron se situe au niveau de la répartition logique de l'ensemble du process sur les différents modules d'usinage – de même qu'à celui de l'adéquation optimale entre la machine et l'outil. « La Multistep XT-200 et sa conception modulaire incluant l'outil, le dispositif de serrage et la programmation constituent une solution clé-en-main pour le client qui garantit la sécurité du processus de manière durable et extrêmement économique » conclut Amann.

Ohne Wechselfehler zum Tieflochbohrung

Für die Fertigung von Düsenhaltern für Common Rail-Einspritzsysteme hat ein großer chinesischer Automobilzulieferer das Bearbeitungssystem Multistep XT-200 von Mikron erhalten. Auf der modular aufgebauten Anlage werden verschiedene Varianten des Produkts hergestellt, wozu komplexe und hochpräzise Bearbeitungsschritte notwendig sind.

Neben einer sehr genau zu fertigenden Senkung als Dichtungssitz erfordert eine Tieflochbohrung mit sehr kleinem Durchmesser allergrößte Präzision. Mit der modularen Technologie von Mikron, die mit Werkzeugwechselzeiten unter einer Sekunde punktet und das Werkstück in einer Aufspannung durch drei Module „durchreicht“, wird die geforderte Präzision prozesssicher und wirtschaftlich erreicht. Das bestätigen auch die erstklassigen Ergebnisse der statistischen Auswertung.

Einmal gespanntes Werkstück

„Für die Tieflochbohrung konnten wir dem Kunden mit unserer großen Erfahrung im Zusammenspiel von Maschine und Werkzeug eine schnelle, prozesssichere und wirtschaftliche Lösung bieten“, betont Gerhard Münch, Vertriebsingenieur bei Mikron GmbH in Rottweil. Drei Varianten eines

Düsenhalters für Common Rail Diesel-Einspritzpumpen fertigt ein großer chinesischer Automobilzulieferer auf einem Bearbeitungszentrum Multistep XT-200 von Mikron. Hierzu werden durch Bohr- und Fräsoptionen verschiedene Bearbeitungen an dem Rohteil aus vergütetem Stahl vorgenommen. Mikron hat dafür drei Module seiner Bearbeitungszellen zu einer leistungsfähigen Anlage kunden- und aufgabenspezifisch zusammengestellt. Jedes Modul verfügt über zwei Spindeln, von denen jede auf 18 Werkzeuge zugreifen kann, die auf einer Werkzeugscheibe Platz finden. Übergabeeinheiten geben das einmal gespannte Werkstück wie bei einem Staffellauf sicher von Modul zu Modul weiter. „Mit dem einmaligen Aufspannen sind Ungenauigkeiten, wie sie durch mehrfaches Spannen entstehen und so Fehler hervorrufen können eliminiert“, versichert Münch.

60 x d prozesssicher und wiederholgenau

Die Anlage besteht aus drei verketteten Modulen mitsamt Übergabeeinrichtung (bei Mikron W-Arm genannt), die eine kurze Wechselzeit zwischen den Modulen sicherstellt. Die einzelnen Bearbeitungsschritte an Fräs- und Bohroptionen haben es in sich. Da Mikron immer für Lösungen aus Maschine und Werkzeug steht, musste unter anderem die Herausforderung einer Tieflochbohrung mit sehr kleinem Durchmesser gelöst werden. Hauptprozess bei der Bearbeitung der Düsenhalter ist eine hochpräzise Tieflochbohrung als Durchgangsbohrung durch die gesamte Länge der Düsenhalter von 90 mm. Dabei hat die Bohrung einen Durchmesser von lediglich 1,5 mm. Während sich bei einer Version des Produkts genau in der Mitte eine Kammer befindet und die Bohrung deshalb von zwei Seiten angegangen werden kann, erfordern zwei Varianten des Düsenhalters eine Bohrung in einem Durchgang. Münch betont die Besonderheit: „Sind schon die Bohrungen mit 30 x d nicht alltäglich, so ist die Herstellung einer Tieflochbohrung von 60 x d äußerst anspruchsvoll.“ Die hochpräzisen Bohrungen durch den sehr festen Vergütungsstahl 42CrMo des Düsenhalters sind eine wichtige Voraussetzung für ein sicheres Funktionieren der Einspritzdüsen, denn sie dienen später als Führung und Halterung für die noch feineren Einspritzdüsen.



Différentes opérations de perçage et de fraisage sont effectuées par usinage sur l'ébauche en acier trempé.

Durch Bohr- und Fräsoptionen werden verschiedene Bearbeitungen an dem Rohteil aus vergütetem Stahl vorgenommen.

Various drilling and milling operations are made by machining on the blanks in hardened steel.

Pression: 140 bars

Als Tiefbohrwerkzeug kommt ein Einlippenbohrer mit integriertem Kühlkanal zur Durchleitung von Kühlschmierstoff zum Einsatz. Als Kühlmittel wird in diesem Fall Tiefbohröl verwendet, das mit 140 bar Druck eingespritzt wird. „Um einen stabilen Prozess zu erreichen, kühlen wir das Öl in einem zur Anlage gehörenden Kühler auf eine konstante Temperatur“, erklärt Projektmanager Alexander Amann. Ein zweiter Tieflochbohrer kommt im dritten Modul noch einmal zum Einsatz, um zunächst mechanisch die Verschneidungen von Querbohrungen zu entgraten. Später wird das gesamte Werkstück vom Kunden in einem separaten Prozess endgültig entgratet. Als weitere Fertigungsschritte werden auf der Multistep XT-200 noch Löcher für die Befestigungsschrauben gebohrt, die zusätzlich an beiden Flächen mit einer Senkung versehen sind. ▶

Minimale Toleranzen einhalten, Prozesssicherheit belegen

Eine weitere große Herausforderung ist die Herstellung einer Senkung im Düsenkörper, die als Konus von 60° in einer 4,5 mm Bohrung endet. Als Genauigkeit für die Rundheit der Senkung wird eine Toleranz von lediglich 5 µm gefordert. Auf dieser Senkung wird später eine Dichtung aufgesetzt, damit das darüber in die Einspritzdüse geführte Diesel-Luft-Gemisch leakagefrei durchläuft, bevor es mit bis zu 1.600 bar Druck in die Zylinder gespritzt wird. Da wird jedem klar, dass hier alles hundertprozentig dicht sein muss. Denn unkontrolliert in den Motorraum austretender Kraftstoff ist sicher das Letzte, was passieren darf. „Wir konnten dem Kunden die Gewissheit geben, dass unsere Multistep die geforderte Prozesssicherheit bietet“, beteuert Amann. Dafür wurden vor der Inbetriebnahme beim Kunden Teile gefertigt, einer Hundertprozent-Prüfung unterzogen und die Qualität statistisch ausgewertet. „Mit erstklassigem Ergebnis“, wie Amann nicht unerwähnt lassen will.

Turn-key-Lösung

Insgesamt sollen von den drei Varianten der Düsenhalter etwa 400.000 Stück pro Jahr produziert werden. Der Automobilzulieferer hat mit der Multistep-Anlage von Mikron den Prozess in seine eigene Fertigung einbezogen. Davor hatte er die Düsenhalter – in geringerer Stückzahl – von einem Lieferanten bezogen. Für die Gesamtbearbeitung des Werkstücks mit allen Fräs-, Bohr- und Entgratoperationen benötigt die Anlage je nach Variante zwischen 50 und 80 Sekunden. Sollten weitere Operationen oder eine Ausweitung der Bearbeitungsschritte notwendig werden, lässt sich die Anlage um ein zusätzliches Bearbeitungsmodul sowie um die standardmäßige vollautomatische Beladeeinheit erweitern. In der sinnvollen Aufteilung des Gesamtprozesses auf einzelne Bearbeitungsmodule steckt – genauso wie in der optimalen Abstimmung von Maschine und Werkzeug – die Kernkompetenz von Mikron. „Mit der Multistep XT-200 und der entsprechenden Konzeption aus Modulen, Werkzeug, Spannvorrichtung und Programmierung stellen wir dem Kunden immer eine Turn-key-Lösung zur Verfügung, die die geforderte Prozesssicherheit bei bester Wirtschaftlichkeit sicher und dauerhaft leistet“, so Amann abschließend.

Deep hole drilling without tool change error

To manufacture injector-holders for common rail systems, a large Chinese automotive subcontractor has acquired the Mikron Multistep XT-200 machining center. With this modular machine the company manufactures various models of injector-holders that require successive complex and highly accurate machining operations.

In addition to the completion of a very precise cone to ensure the good basis for the seal, deep hole drilling to perform requires extreme accuracy because of its very small diameter. The Mikron modular technology, which offers less than one second tool change times and thanks to which the part is executed in a single clamping by three separate modules, allows to obtain the required accuracy in a reliable and economic way. The excellent results of the statistical evaluation confirm this.

One clamping

“For deep hole drilling, we offer a fast, reliable and economic solution to the customer based on our solid experience of the interaction between the machine and the tool” says Gerhard Münch, sales engineer at Mikron GmbH Rottweil. The Mikron Multistep XT-200 machining center allows a large Chinese automotive subcontractor to produce no less than three models of injector-holders for diesel common rail injection pumps. To do this, different machining operations - drilling and milling

- are carried out on the blank in hardened steel. Mikron has built a powerful facility specifically adapted to the needs of the customer with three machining cells modules of its design. Each module has two spindles, each with 18 tools located on a tool storage. Special units safely transfer the clamped part from one module to the next one. “With a single clamping we suppress inaccuracies that may occur in the case of multiple clamping and therefore the risks of defects”, says Mr. Münch.

60 x d: reliability and repeatability of the process

The installation consists of three linked modules including the transfer device (called the W arm at Mikron) which guarantee a short transfer time between modules, which is suited to different milling and drilling operations. As Mikron always recommends solutions comprising both the machine and the tool, the company had to solve the problem of deep hole drilling with a very small diameter. The main machining operation of injector-holders is a deep hole drilling of extreme accuracy on the whole length of the injector-holders, i.e. 90 mm, with a diameter of 1.5 mm. While one of the parts has a cavity in its center allowing to begin the drilling on both sides, two other parts require a deep hole drilling in a single operation. Münch says: “If 30 x d drilling are already not that easy, the achievement of a 60 x d deep hole drill comes with extreme requirements.” Extremely accurate drilling through the very resistant 42CrMo hardened steel of the injector-holders are an important prerequisite for the proper functioning of the injection nozzles as they will later guide and hold the injection nozzles that are even thinner.



L'opération principale est la réalisation d'un perçage profond précis traversant de 1,5 mm de diamètre et de 60 x diamètre de longueur.

Hauptprozess ist die Herstellung einer präzisen Tieflochbohrung als Durchgangsbohrung mit 1,5 mm und 60 x Durchmesser Länge.

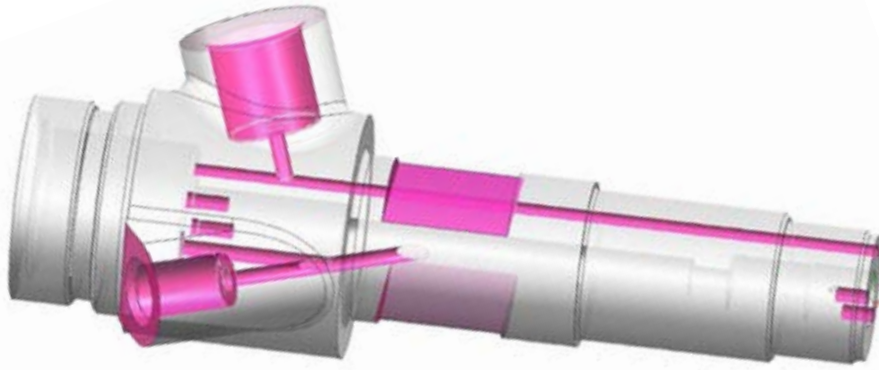
The main operation is the realization of a specific deep hole drilling of 1.5 mm in diameter and length of 60 x d.

Pressure: 140 bars

For deep hole drilling, the tool used is a one-lip drill with integrated cooling channel for cooling lubricant. The oil is injected with a 140 bar pressure. “For a stable process we keep the oil at a constant temperature in a cooling device integrated into the installation,” explains project leader Alexander Amann. A second drill for deep hole drilling is used in the third module for mechanically deburring the intersections of transverse holes. All of the parts of the customer will be deburred later in a separate operation. The next manufacturing steps are drilling holes with the help of the Multistep XT-200 for the screws that have a cone on both sides.

Meet the minimum tolerances; certify the reliability of the process

Another major challenge is to realise a cone of 60° at the tip of the injector body in a bore of 4.5 mm. In term of round accuracy, this cone requires a tolerance of 5 µm only. A seal is positioned later on this cone to ensure the diesel/air mixture in the injection nozzle is conducted without leakage until it is



Les perçages très précis à travers l'acier trempé très résistant 42CrMo serviront ultérieurement de guide et de maintien pour les buses d'injection encore plus fines.

Die hochpräzisen Bohrungen durch den sehr festen Vergütungsstahl 42CrMo dienen später als Führung und Halterung für die noch feineren Einspritzdüsen.

Very accurate holes through highly resistant hardened 42CrMo steel will later guide and hold the even thinner injection nozzles.

injected into the cylinders at pressure reaching 1600 bar. It is clear for everyone that this seal must be efficient at 100%. An uncontrolled fuel leak in the engine compartment is the least desirable thing. "We have guaranteed our client that our Multistep offered the required reliability" says Mr. Amann. To do this, parts were manufactured at the client's prior to final acceptance. 100% of the parts were controlled and quality was evaluated statistically. "The result has proved excellent" says Mr. Amann.

Turnkey solution

In total, the production of three models of injector-holders must reach 400,000 a year. Thanks to Mikron Multistep, the automotive subcontractor has integrated the process into its own manufacturing facility. Previously, he purchased the parts in small series to an external provider. To fully machine the part with all the milling, drilling and deburring operations, the installation requires 50 to 80 seconds depending on the

kind of part. If other operations or an extension of the machining steps is required, the installation can be completed by additional machining module and a standard fully automatic loading unit. The essential know-how of Mikron lies at the level of the logical distribution of the machining step on the different modules as well as that of the optimal fit between the machine and the tool. "Multistep XT-200 and its modular design including the tool, the clamping device and programming is a turnkey solution for the customer. It guarantees the security of the process with sustainability and favorable return on investment" concludes Amann.

<http://www.youtube.com/user/MikronGroup>

Mikron SA Agno

Via Ginnasio 17 - CH-6982 Agno

Tél. +41 91 610 61 11 - Fax +41 91 610 66 80

Axel.Warth@mikron.com - www.mikron.com



LE SPÉCIALISTE DU REVÊTEMENT PARYLÈNE



PARYLÈNE

- Revêtement polymérique - couche mince - se déposant sur tous types de substrats.

PROPRIÉTÉS

- Conformité et uniformité d'épaisseur
- Ultrafin et pinhole-free
- Barrière protectrice
- Couche isolante électrique
- Biocompatible

APPLICATIONS

- Electronique, microélectronique
- Capteurs et MEMS
- Médical
- Pharmacologie, élastomère, silicone et plastique
- Nanotechnologie
- Spatial
- Micromécanique

comelec

PARYLENE COATING

COMELEC est une PME suisse indépendante. Plus de 30 années d'expérience vouées exclusivement au revêtement Parylène, nous permettent de développer nos prestations dans un esprit prospectif.

Comelec SA CH-2301 La Chaux-de-Fonds T. +41(0)32 924 00 04 admin@comelec.ch www.comelec.ch