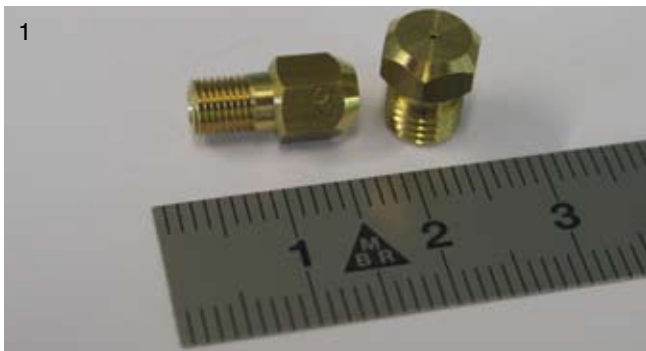


Lorsque précision, productivité, flexibilité et anti-pollution convergent

Les défis de l'usinage mécanique en très grande série de composants pour l'industrie du gaz (et autres) changent rapidement. Tout d'abord il était suffisant de produire économiquement. Quelque années plus tard, avec l'arrivée du « just-in-time » et de l'annualisation des stocks, la demande principale des clients aux producteurs était la flexibilité. Il fallait produire aux mêmes prix mais avec des tailles de lots réduites. Ensuite, avec l'ouverture des marchés asiatiques, on a vu la délocalisation des sites de production en vertu des bas coûts de fabrication. La tendance s'est inversée. Pour en savoir plus, nous avons rencontré Messieurs Axel Warth et Boris Sciaroni, Responsables marketing stratégique et opérationnel chez Mikron SA.



Récemment le phénomène inverse a pu être constaté. Les raisons de ce retour de la production en Europe sont principalement de deux natures. M. Warth nous dit : « D'un côté la raidissement des normes anti-pollution demande une précision accrue des composants et de l'autre côté, les OEM se sont aperçues que la qualité asiatique n'était pas toujours constante ». On voit donc refluer en Europe la production de pièces de qualité en grands volumes.

Une pièce aux exigences très poussées

Un des composants clés d'un brûleur à gaz est le gicleur (Image1). Il s'agit d'une pièce de technologie qui comporte des orifices qui rendent difficile la production fiable en très grande série. Les trous calibrés sont de très petits diamètres, typiquement de 0.14 à 0.80 mm avec des tolérances très étroites. La constance de la qualité du trou et l'absence de bavure est contrôlée rigoureusement à l'aide d'un fluxomètre. Parfois le contrôle analyse la forme du jet produit avec un fluide. Le jet doit être homogène et la forme constante.

En conséquence la géométrie du gicleur doit être précise, bénéficier d'un très bon état de surface et surtout, la qualité doit être constante. Ceci implique environs vingt opérations d'usinage incluant l'étampage du code de la pièce et le contrôle de la présence du trou avant l'alésage.

Changement de technologie

Jusqu'il y a peu, l'usinage de ce genre de pièces se faisait sur tours multibroches. M. Sciaroni nous dit : « Ce type de machines dispose d'un nombre de stations de travail limité. Les vingt opérations d'usinages nécessaires doivent donc être groupées en utilisant des outils spéciaux et des solutions de compromis. La précision, l'état de surface et la haute productivité ne peuvent être garantis ». « De plus l'exécution de trous de très petit diamètre comporte des risques de ruptures d'outils et requière une très haute vitesse de rotation des broches. Les tours multibroches montrent leur limites dans ces types d'usinage ». Une technologie beaucoup plus productive et sûre est disponible.

24 stations d'usinage

Grace au système exclusif d'usinage proposé par Mikron, il est possible de produire ces gicleurs à une vitesse de 55 pièces à la minute en garantissant la qualité en haute production (3 équipes). La solution Mikron pour l'usinage complet du gicleur est composée d'un système d'usinage Multistar CX-24 constituée de 24 stations d'usinage incluant le renversement de la pièce, l'étampage et le contrôle de la présence du trou. La vitesse de rotation des broches jusqu'à 32'000 tours/minute Permet la réalisation des opérations les plus exigeantes sans souci. Le chargement des pièces terminées En cas de besoin, l'utilisateur pour utiliser les outils de calibration Mikron Tool pour des géométries particulières ou même monter une unité de production des lopins à partir de la bobine de fil hexagone (TF120). Ce dispositif inclut le redressage du fil.

Avantages de la solution Mikron

- 20% de productivité en plus pour ce genre de pièce grâce au grand nombre de stations.
- Très haute qualité de la pièce. Les usinages sont répartis sur un nombre élevé de stations avec des outils simples ; le processus « étape par étape » est beaucoup plus simple à gérer.
- Sureté du résultat : les nombreuses stations permettent d'insérer des contrôles et des rinçages qui garantissent une production fiable. En cas de rupture d'outil (p.ex. une mèche Ø 0.30 mm) le système s'arrête immédiatement évitant la rupture des outils suivants (p.ex. l'alésoir) et empêche la production de pièces défectueuses.
- 35% de moins d'espace au sol : les stations d'usinage de la machine Multistar sont verticales ce qui épargne la place au sol.
- Flexibilité : le grand nombre de stations permet d'en laisser quelques unes « libres » pour les dédiées à d'autres pièces. L'engagement d'une unité prend moins d'une minute. Ainsi le changement d'équipement pour passer d'une pièce à une autre est question de très peu de temps.

Le cycle d'usinage

Les opérations d'usinage sont décrites à l'image 6 (p. 17). Regardons-les en détail :

- 01) Introduction du lopin, poussé par un jet d'air à partir d'un bol vibrant,
- 02) planage, chanfreinage,
- 03) cette station n'est pas utilisée pour cette pièce (réserve pour une autre pièce),
- 04) étampage du code de la pièce,
- 05) ouverture de la pince
- 06) renversement de la pièce. Il est possible d'utiliser des pinces de forme différente (image 3, p. 16),
- 07) tournage,
- 13) perçage du petit trou (ici dessiné en grand). Il est parfois utile de répartir la longueur de perçage sur deux stations afin de réduire le temps d'usinage et de partager l'usure de la mèche sur 2 outils,
- 14) continuation du petit trou,
- 15) contrôle de la présence du trou. En cas d'absence du trou, le système s'arrête immédiatement pour éviter la production de pièces défectueuses et éviter la rupture des outils qui se trouvent ensuite dans le processus (p.ex. alésoirs, calibreurs),
- 16) alésage,
- 17) finition et ébavurage,
- 18) le chanfrein est usiné depuis le dessous. La pièce est rincée depuis le dessus pour enlever tout copeau qui pourrait gêner la prochaine opération : la calibration,
- 19) calibration du trou avec un outil de géométrie spéciale développé et produit par Mikron Tool,

- 20) depuis le dessous on contrôle la présence du trou après la calibration puis on usine la gorge,
- 21) filetage,
- 22) station libre réservée pour d'autres applications,
- 23) ouverture de la pince et décharge de la pièce finie, prête à l'utilisation
- 24) nettoyage de la pince pour enlever tous les éventuels copeaux.

Des pièces pour de nombreux domaines

La machine Multistar de Mikron est très flexible et permet à ses utilisateurs de s'adapter rapidement et simplement à des marchés toujours plus volatils. Parmi les exemples de pièces récents, nous pouvons découvrir une aiguille à gaz, usinée directement à partir de la bobine, avec insertion de fil en nylon (Productivité : 50 pièces/minute (Image 7)), des connecteurs électriques dont la production du connecteur male et femelle est simultanée. (temps de cycle 50+50 pièces/minute (Image 9)) ou encore ce « Néon-pin » dont la cadence de production atteint 520 pièces/minute (Image 10).



Mikron Multistar CX-24

- Système d'usinage transfert à 24 stations pour l'usinage en série de pièces Ø 0.6 à 40 mm.
- Alimentations par fil ou par lopins.
- Chaque station peut être équipée d'unités d'usinage depuis le haut, le bas et latéralement. Jusqu'à 2 unités d'usinage peuvent travailler en simultané par station.
- En total, jusqu'à 45 unités d'usinage en jeu synchronisé pour une productivité et qualité exceptionnelle.
- Broches d'usinage avec vitesse maximale de 32'000 tours/minute et puissance maximale de 1 kW.
- Contrôle des mouvements des unités d'usinage par cammes individuelles et/ou 100% CNC.
- Table avec 24 ou 48 pinces de serrage. Temps de rotation: 0.20 secondes. Précision : ± 2.5 µm.
- Indexage des pinces de serrage à 360° et vitesse maximale de 6000 tours/minute.
- Possibilité de renversement de la pièce, même pour des sections différentes.

Pas seulement des machines

Aujourd'hui il est impossible d'imaginer une production moderne sans une parfaite synergie entre machine-outil et outils de coupe. Mikron est le seul fournisseur de tout le système d'usinage : outils, machines transfert et système de serrage. Ce producteur suisse s'est construit une expérience de plusieurs dizaines d'années dans la fabrication d'outils et de machines de précision pour des applications exigeantes. Ses outils ont fait mille fois preuves de qualité sous les conditions les plus dures.



Wenn Präzision, Produktivität, Flexibilität und Umweltschutz zusammenfallen

Die Herausforderungen an die Fertigung von Teilen für die Gasindustrie (und andere Branchen) in großen Stückzahlen ändern sich schnell. Einst reichte es aus, preisgünstig zu fertigen. Einige Jahre später war die Hauptforderung der Kunden die Flexibilität, weil just-in-time geliefert werden musste und auf Grund der jährlichen Lagerverwaltung. Zum gleichen Preis musste man kleinere Losgrößen fertigen. Dann kam mit der Öffnung der asiatischen Märkte die Auslagerung der Produktionsstätten zugunsten niedriger Fertigungskosten. Der Trend hat sich wieder gewendet. Um mehr darüber zu erfahren, haben wir mit Axel Warth und Boris Sciaroni gesprochen, die bei Mikron AG für das strategische und operative Marketing zuständig sind.



Seit kurzem stellt man eine Rückverlagerung der Produktion nach Europa fest. Dafür gibt es im Wesentlichen zwei Gründe, wie Axel Warth darstellt: „Auf der einen Seite ist wegen der immer strengeren Umweltnormen eine immer höhere Präzision der Teile notwendig und auf der anderen Seite mussten die OEM feststellen, dass die Qualität asiatischer Erzeugnisse nicht immer gleichmäßig ist.“ So kommt es, dass Qualitätsteile in hohen Stückzahlen wieder in Europa gefertigt werden.

Ein Teil mit hohen Anforderungen

Eines der wichtigsten Teile eines Gasbrenners ist die Düse (Abb. 1). Es handelt sich um ein technisches Teil mit verschiedenen Öffnungen, was die zuverlässige Fertigung in hohen Stückzahlen schwierig macht. Die kalibrierten Bohrungen haben nur einen geringen Durchmesser, typischerweise zwischen 0,14 und 0,80 mm mit sehr engen Toleranzen. Die gleichbleibende Qualität der Öffnung ohne Grat wird mit einem Magnetflussmesser streng kontrolliert. Teilweise wird bei der Kontrolle auch die Form des erzeugten Gasstrahls analysiert. Dieser Strahl muss nämlich homogen und von gleichbleibender Form sein.

Aus diesem Grund muss die Geometrie der Düse so präzise sein, der Oberflächenzustand muss einwandfrei sein und vor allen Dingen muss die Qualität gleichbleibend sein. Dazu sind zwanzig Arbeitsgänge notwendig einschließlich Prägen einer Code-Nummer und Kontrolle des Lochs vor dem Bohren.

Neue Technologie

Bis vor Kurzem wurden solche Teile auf mehrspindligen Drehbänken gefertigt. Boris Sciaroni berichtet dazu: ▶

„Solche Maschinen haben nur eine begrenzte Zahl von Bearbeitungsstationen. Die notwendigen zwanzig Fertigungsschritte müssen also zusammengelegt werden. Dabei setzt man Spezialwerkzeuge ein und wendet Kompromisslösungen an. Präzision, Oberflächenzustand und hohe Produktivität können so nicht garantiert werden.“ „Wenn man Löcher mit ganz geringen Durchmessern ausführt, ist das Risiko des Werkzeugbruchs sehr groß und man braucht eine sehr hohe Drehzahl bei den Spindeln. Mehrspindlige Drehmaschinen stoßen an ihre Grenzen bei diesen Bearbeitungen.“ Aber es gibt eine produktivere und sichere Technik.



24 Bearbeitungsstationen

Mit dem exklusiven Bearbeitungssystem von Mikron können solche Düsen mit Taktzeiten von 55 Teilen pro Minute mit der Garantie einer hohen Fertigungsqualität im Dreischichtbetrieb hergestellt werden. Die Lösung von Mikron für die komplette Bearbeitung einer Düse besteht aus einem Bearbeitungssystem Multistar CX-24 mit 24 Bearbeitungsstationen einschließlich Wenden des Teils, Prägen und Lochkontrolle. Mit einer Drehgeschwindigkeit der Spindeln bis 32 000 min⁻¹ können

auch anspruchvollste Bearbeitungen problemlos durchgeführt werden. Das Beladen der Rohlinge erfolgt automatisch, ebenso das Entladen der fertigen Teile. Falls notwendig kann der Anwender für besondere Teilegeometrien die Kalibrierwerkzeuge Mikron Tool verwenden oder sogar eine Fertigungseinheit für Rohlinge ausgehend von einer Drahtrolle (TF120) montieren. Dabei wird der Draht auch gerichtet.

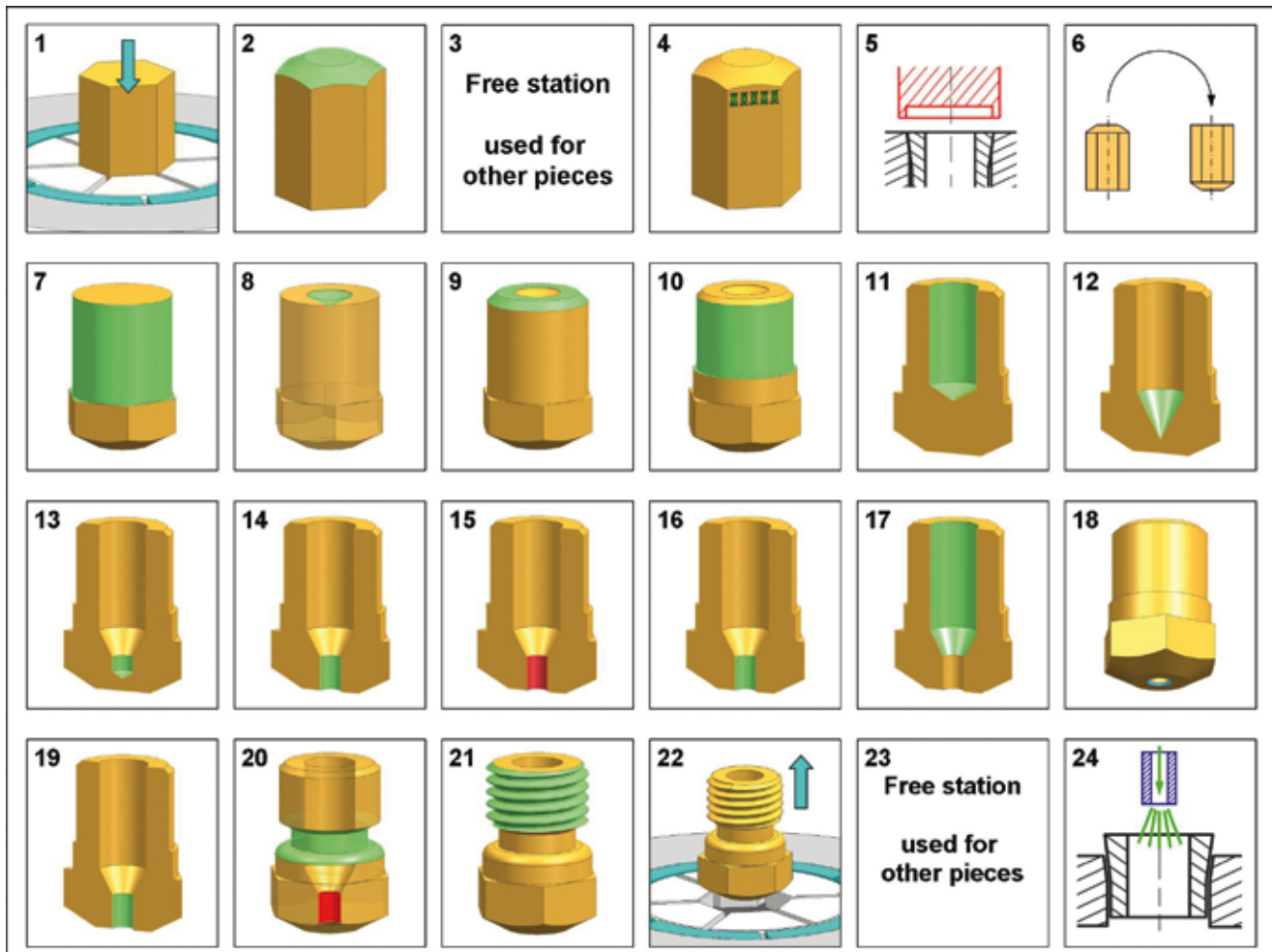
Vorteile der Lösung von Mikron

- 20% höhere Produktivität für solche Teile dank der großen Zahl von Stationen.
- Sehr hohe Teilqualität. Die Bearbeitungsschritte werden auf eine große Zahl von Stationen mit einfachen Werkzeugen verteilt. Dieser schrittweise Prozess ist viel einfacher abzuwickeln.
- Sicheres Ergebnis: Wegen der zahlreichen Stationen lassen sich Kontrollen und Spülungen einfügen, die eine zuverlässige Fertigung garantieren. Wenn ein Werkzeug bricht (z.B. ein Bohrer mit Durchmesser 0,30 mm), steht das System sofort still und vermeidet so den Bruch der nächsten Werkzeuge (z.B. eine Reibahle). So wird nie Ausschuss erzeugt.
- 35% weniger Platzbedarf am Boden: die Bearbeitungsstationen der Multistar sind vertikal angeordnet, was Platz am Boden spart.
- Flexibilität: wegen der großen Zahl der Stationen können einige frei bleiben, um sie bei anderen Teilen einzusetzen. In weniger als einer Minute kann eine Station einsatzbereit gemacht werden. So wird in kürzester Zeit umgerüstet, wenn ein anderes Teil gefertigt werden soll.

Der Bearbeitungszyklus

Die Bearbeitungsschritte sind in Abb. 6 dargestellt. Im Einzelnen sind dies:

6



Mikron Multistar CX-24

- Transfermaschine mit 24 Stationen für das Drehen von Großserien mit \varnothing 0,6 bis 40 mm.
- Beschicken mit Draht oder Rohlingen.
- Auf jeder Station können die Teile von oben, von unten oder seitwärts bearbeitet werden. Auf jeder Station können 2 Bearbeitungen gleichzeitig vorgenommen werden
- Insgesamt bis zu 45 Bearbeitungsoperationen synchron für hervorragende Qualität und Produktivität.
- Drehspindeln mit einer Höchstgeschwindigkeit von $32'000 \text{ min}^{-1}$ und Maximalleistung 1 kW.
- Bewegungskontrollen der Bearbeitungseinheiten durch individuelle Nockenscheiben und/oder 100% CNC.
- Tisch mit 24 oder 48 Spannzangen. Drehzeit: 0,20 Sekunden. Präzision: $\pm 2.5 \mu\text{m}$.
- Indexieren der Spannzangen bei 360° und Höchstgeschwindigkeit 6000 min^{-1} .
- Wenden der Teile selbst bei unterschiedlichen Querschnitten.

- 01) Einführen des Rohlings, der durch einem Luftstrahl aus dem Vibrator geblasen wird,
- 02) Glätten, Fasen,
- 03) Diese Station wird bei diesem Teil nicht verwendet (freigehalten für ein anderes Teil),
- 04) Prägen der Code-Nummer,
- 05) Öffnen des Greifers,
- 06) Wenden des Teils. Man kann Greifer unterschiedlicher Formen einsetzen (Abbildung 4),
- 07) Drehen,
- 13) Bohren des kleinen Lochs (hier groß dargestellt). Es kann zweckdienlich sein, die Länge der Bohrung auf zwei Stationen zu verteilen, um die Bearbeitungsdauer zu verkürzen und den Verschleiß der Bohrer auf 2 Werkzeuge umzulegen,
- 14) Kleines Loch wird zu Ende gebohrt,
- 15) Kontrolle, ob Bohrung vorhanden. Ist sie nicht vorhanden, hält das System sofort an, damit kein Ausschuss produziert wird und um das Brechen von Werkzeugen nach dieser Station zu vermeiden (z.B. Reibahlen, Kalibrierer),
- 16) Bohrung,
- 17) Endbearbeitung und Entgraten,
- 18) Die Fase wird von unten gearbeitet. Das Teil wird von oben gespült, um die Späne zu entfernen, welche den nächsten Arbeitsschritt stören könnten: das Kalibrieren,
- 19) Kalibrieren des Lochs mit einem Spezialwerkzeug, das von Mikron Tool entwickelt und hergestellt wird,
- 20) Von unten her wird nach dem Kalibrieren das Loch kontrolliert, dann wird die Nut gearbeitet,
- 21) Gewindeschneiden,
- 22) Nicht belegte Station, freigehalten für ein anderes Teil
- 23) Öffnen des Greifers und Entladen des gebrauchsfertigen Teils,
- 24) Reinigen des Greifers, um alle eventuell vorhandenen Späne zu entfernen.



7

Teile für viele Anwendungen

Die Multistar von Mikron ist sehr flexibel und die Anwender passen sich mit einer solchen Maschine schnell und einfach an immer flüchtiger werdende Märkte an. Als neueres Fallbeispiel ist eine Gasnadel zu nennen, die direkt aus einer Drahtspule einschließlich Einlegen eines Nylonfadens hergestellt wird (Taktzeit: 50 Teile/Minute - Abb. 7), oder Stromstecker, bei denen Stifte und Buchsen gleichzeitig gefertigt werden (Taktzeiten 50+50 Teile/Minute - Abb. 9) oder auch dieser "Neon-Pin", bei dem Stückzahlen von 520 Stück/Minuten erreicht werden (Abb. 10).

Nicht nur Maschinen

Man kann sich heute keine moderne Fertigung ohne perfekte Synergie zwischen Werkzeugmaschine und Schneidwerkzeug vorstellen. Mikron stellt das ganze Bearbeitungssystem selbst her: Werkzeuge, Transfermaschinen und Spannvorrichtungen. Der Schweizer Maschinenbauer hat mehrere Jahrzehnte Erfahrung in der Herstellung von Werkzeugen und Präzisionsmaschinen für anspruchsvolle Anwendungen. Seine Werkzeuge haben ihre Qualität tausende Male unter härtesten Einsatzbedingungen bewiesen.



When precision, productivity, flexibility and anti-pollution converge

Requirements in the mechanical machining of components for the gas industry and other industrial sectors in very large production batches are evolving very quickly. Initially it was enough just to produce economically. A few years later, with the arrival of « just-in-time » and the annualization of stocks, the main customer requirement of manufacturers was flexibility. Manufacturers had to produce smaller batch sizes at the same price. Subsequently, with the opening of Asian markets, we saw European production sites relocated to countries with low production costs. The trend is now the opposite. To find out more, we met Mr Axel Warth and Mr Boris Sciaroni, respectively strategic and operational marketing managers at Mikron SA.

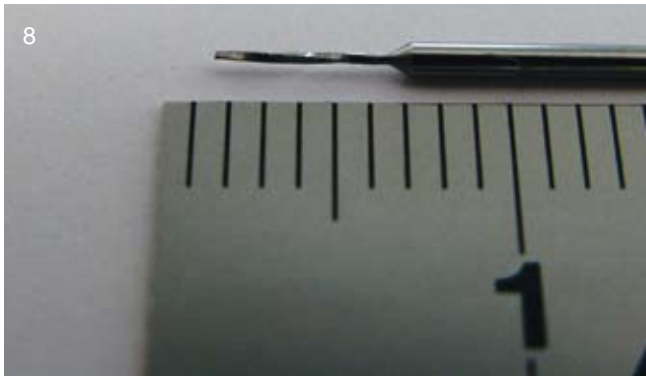
We have recently noticed the opposite phenomenon. There are two main reasons for this return of production to Europe, as Mr Warth explains, "On one hand the increased stringency of anti-pollution standards requires a higher level of precision in components and on the other hand OEMs have realised that the quality of parts produced in Asia is not always constant." So we have seen the large-scale production of quality parts flourishing once more in Europe.

A high-requirement part

One of the key components of a gas burner is the gas jet (Image 1), which is a technological part including orifices which make it difficult to produce the part reliably in large scale production. The calibrated holes have very small diameters, generally from 0.14 to 0.80 mm with very close tolerances.

Advantages of the Mikron solution

- 20% more productivity for this kind of part due to the large number of stations.
- A very high level of part quality. The machining tasks are spread over a large number of stations with simple tools and this « step by step » process is much easier to manage.
- Result reliability: the large number of stations means that various control and rinsing stages can be inserted to guarantee reliable production. If a tool breaks (e.g. a \varnothing 0.30 mm bore bit) the system stops immediately, thus avoiding any breakage of the following tools (e.g. reamer) and prevents the production of defective parts.
- 35% less floor space: the Multistar machining stations are vertical, thus saving floor space.
- Flexibility: the large number of stations means you can leave a few of them « free » to use them for other parts. The implementation of a unit takes less than a minute, so it takes very little time to change equipment to switch over from one part to another.



ances. Consistency in hole quality and the absence of burrs are rigorously checked using a flow meter, and sometimes the shape of the jet produced is analysed using a fluid. The jet must be homogenous and have a constant shape. As a result, gas jet geometry must be precise and the part must have an excellent surface finish and, most of all, quality has to be constant. There are about 20 machining operations involved, including the stamping of the part code and a hole presence check before the reaming operation.

A change in technology

Until very recently, the machining of this kind of part was carried out on multi-spindle lathes. Mr Sciaroni tells us, "This type of machine has a limited number of workstations. The twenty machining operations necessary must thus be grouped using special tools and compromise solutions. Precision, surface finish and high productivity cannot be guaranteed. Moreover, the production of holes with a very small diameter involves the risk of tool breakage and requires a very high spindle rotation speed. Multi-spindle lathes show their limits in this kind of machining task." There is a much more productive and reliable technology available.

24 machining stations

Thanks to Mikron's exclusive machining system, it is possible to produce these gas jets at a rate of 55 parts per minute while guaranteeing quality in round-the-clock production (3 shifts). The Mikron solution for the complete machining of gas jets is made up of a Multistar CX-24 machining system composed of 24 machining stations including the overturning of the part, stamping and control of hole presence. The high spindle rotation speed of up to 32 000 rpm means the most demanding operations can be carried out with no problem whatsoever. The blanks are loaded and the finished parts are ejected automatically. If required, the user can use Mikron Tool calibration tools for specific geometries or even mount a production unit to produce blanks from hexagonal wire coils (TF 120). This device includes the straightening of the wire.



The machining cycle

The machining operations are shown in picture 6 (p. 17). Let's look at them in detail:

- 01) Introduction of the blank, pushed by a an air jet from a vibratory bowl feeder,
- 02) planishing, chamfering,
- 03) this station isn't used for this part (reserved for another part),
- 04) stamping of the part code,
- 05) opening of the grippers
- 06) overturning of the part. Various shapes of grippers can be used (picture 3, p. 16),

Mikron Multistar CX-24

- Transfer machining system with 24 stations for series machining of parts with diameters of from 0.6 to 40 mm.
- Raw material in wire or blank form.
- Each station can be equipped with machining units from above, below and the side. Up to 2 machining units can operate simultaneously at each station.
- A total of up to 45 machining units in synchronised operation for exceptional productivity and quality levels.
- Machining spindles with a maximum speed of 32 000 rpm and maximum power of 1 kW.
- The movements of the machining units are controlled by individual cams and/or 100% CNC.
- Table with 24 or 48 collet chucks. Rotation time: 0.20 seconds. Precision: $\pm 2.5 \mu\text{m}$.
- Indexing of collet chucks to 360° and maximum speed of 6000 rpm.
- Parts can be turned over, even for different sections.

- 07) turning,
- 13) drilling of a small hole (here it is shown on a large scale). It is sometimes a good idea to spread the drilling length over 2 stations in order to reduce machining time and to share drill wear between 2 tools,
- 14) continuation of the small hole,
- 15) hole presence check. If there is no hole, the system stops immediately to avoid any production of defective parts and to prevent any breakage of the tools located just after in the process (e.g. reamers, sizing mills),
- 16) reaming,
- 17) finishing and de-burring,
- 19) the chamfer is machined from below. The part is rinsed from above to remove any chips which could hamper the following operation: calibration,
- 19) calibration of the hole using a specific-geometry tool developed and produced by Mikron Tool,
- 20) the presence of the hole is checked from below after calibration, then the groove is machined,
- 21) threading,
- 22) a free station reserved for other applications,
- 23) opening of the gripper and ejection of the finished part, ready for use
- 24) cleaning of the gripper to remove any chips.

Parts for a wide range of industrial sectors

The Multistar machine from Mikron is very flexible and allows its users to adapt very quickly and easily to more and more volatile markets. Recent examples of parts include a gas needle, machined directly from the coil with insertion of a nylon thread (with a productivity of 50 parts per minute (Image 7)), electrical connectors with simultaneous production of male and female connectors (cycle time 50+50 parts per minute (Image 9)) or even a « Neon-pin » with a production rate of 520 parts per minute (Image 10).



Not only machines

Nowadays it is impossible to imagine modern production without perfect synergy between machine tool and cutting tool. Mikron is the only supplier of a whole machining system: tools, transfer machines and clamping systems. This Swiss manufacturer has built up its experience over several decades in the production of precision tools and machines for demanding applications. Its tools have proven their quality over and over again in the most difficult conditions.

Mikron SA Agno

P.O. Box 115 - CH-6903 Lugano
Tél. +41 91 610 61 11 - Fax +41 91 610 66 82
boris.sciaroni@mikron.com - www.mikron.com