

MIKRON TOOL: LAVAGEM A VÁCUO COM ÁLCOOIS MODIFICADOS PARA FERRAMENTAS CORTANTES DE ALTA PRECISÃO

Mikron Tool: lavado al vacío y alcoholes modificados para herramientas de corte de alta precisión

Francesco Stucchi
ipcm®

Foto de abertura: algumas empresas de produção, graças às ferramentas da Mikron Tool, tiveram um aumento de produtividade e puderam reduzir os custos unitários de produção. Com as ferramentas especiais foram atingidos tempos de duração superiores, bem como uma melhoria dos parâmetros de corte.

Foto de encabecamiento: algunas empresas de producción, gracias a las herramientas Mikron Tool, han aumentado su productividad y han podido disminuir los costos unitarios de elaboración. Con las herramientas especiales se han logrado tiempos de duración más altos así como una mejora de los parámetros de corte.

O Grupo Mikron desenvolve soluções de trabalho automatizado para os processos de produção de alta precisão. Com profundas raízes na cultura inovadora suíça, a Mikron é um dos fornecedores líderes mundiais da indústria automobilística, de equipamentos médicos, farmacêutica, de canetas, relógios e bens de consumo.

A Mikron Machining – a divisão do Grupo Mikron da qual a Mikron Tool faz parte – é o maior f fornecedor de sistemas de processamento personalizados de alta produtividade para a realização de componentes de metal complexos e de alta precisão. A seção empresarial Mikron Tool, com sede em Agno, na Suíça, desenvolve e fabrica ferramentas cortantes de alta precisão e desempenho como brocas, fresas, alargadores, ferramentas de chanfro e rebarbação, em carboneto, na faixa de diâmetros de 0,1 – 32 mm (Fig. 1). As ferramentas cortantes são utilizadas para uma variedade de aplicações, como a centragem, perfuração, fresagem, mandrilagem ou rebarbação. A Mikron Tool nasceu do departamento de ferramentas da Mikron SA Agno e iniciou suas operações como empresa independente em 1998. Dos vinte e cinco funcionários originais, atualmente o quadro de funcionários ultrapassa os cem. A Mikron Tool não é apenas um produtor, mas cuida

El Grupo Mikron desarrolla soluciones para la elaboración automatizada de procesos productivos de alta precisión. Profundamente enraizada en la cultura suiza de innovación, Mikron es uno de los más importantes proveedores mundiales a la industria automovilística, de equipos médicos, farmacéuticos, plumas y bienes de consumo.

Mikron Machining – la división del Grupo Mikron de la que forma parte Mikron Tool – es el proveedor líder de sistemas de elaboración personalizados de alta productividad para la ejecución de elementos metálicos complejos y de alta precisión. El segmento empresarial Mikron Tool, con sede en Agno (Suiza), desarrolla y produce herramientas de corte de gran precisión y altas prestaciones como clavos, fresas, escariadores, utensilios para despunte y desbarbado de metal duro con una gama de diámetros que van de 0,1 a 32 mm (fig. 1). Las herramientas de corte se utilizan para las aplicaciones más dispares, tal como centrado, taladrado, fresado, escariado o desbarbado.

Mikron Tool nació de la sección de herramientas de Mikron SA Agno y empezó sus actividades como sociedad independiente en 1998. Contando solo con veinticinco empleados en sus inicios, la plantilla supera hoy los cien. Mikron Tool no es un simple fabricante, sino que se ocupa de gestionar todo el proceso de

de todo o processo de gerenciamento profissional das ferramentas, da engenharia aos testes, ao equipamento básico de fabricantes de máquinas, das ferramentas prontas para o uso aos protocolos de medição, até o atendimento ao cliente e serviço de retificação (Fig. 2).

Nos últimos anos, a Mikron Tool construiu, nos ambientes especializados, um nome indiscutível como fabricante de ferramentas específicas no âmbito do high-end, capaz de comportar um aumento de produtividade e uma redução dos custos unitários de produção.

Um produto de alta tecnologia para aplicações cruciais

As ferramentas fabricadas pela Mikron Tool são de carboneto, com revestimento de PVD, um material que proporciona excepcional resistência ao desgaste, tenacidade, mas também modelabilidade em formas complexas. A perfeita limpeza da superfície, no entanto, é uma condição *sine qua non* para um revestimento de PVD de alta qualidade e durabilidade e para garantir a confiabilidade e vida útil da ferramenta a longo prazo. Para oferecer uma qualidade consistente aos seus clientes, em 2011 a Mikron Tool decidiu investir em uma máquina de lavar com álcoois modificados a vácuo e circuito fechado fabricada pela ILSA de San Vincenzo di Galliera (BO, Itália), transferindo para ela a operação de limpeza das peças que antes era atribuída ao responsável pelo tratamento de PVD.

“O nosso processo parte dos produtos semimanufaturados, barras cilíndricas de carboneto que antes são submetidas a operações de retifica

elaboración de las herramientas, desde la ingeniería hasta las pruebas y el equipamiento básico de los fabricantes de máquinas, desde tener las herramientas listas para su uso en los protocolos de medida hasta

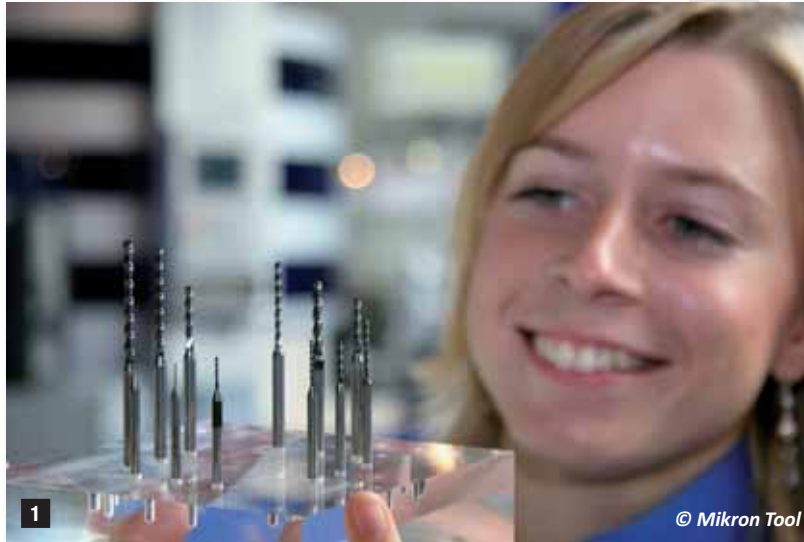
la asistencia a los clientes y el servicio de afilado (fig. 2). En estos años, Mikron Tool se ha dado a conocer en los ambientes especializados como fabricante de herramientas específicas en el sector de gama alta: está en condiciones de proporcionar a sus clientes un aumento de la productividad y una disminución de los costes unitarios de

fabricación.

Un producto de alta tecnología para aplicaciones críticas

Las herramientas producidas por Mikron Tool son de metal duro con revestimiento de PVD, un material que garantiza una extraordinaria resistencia al desgaste, gran firmeza pero también maleabilidad en las formas más complejas. La perfecta limpieza superficial, sin embargo, es una condición *sine qua non* para un revestimiento de PVD de alta calidad y durabilidad y para garantizar así la seguridad y duración de uso de la herramienta a lo largo del tiempo. Para asegurar un nivel de calidad constante a sus clientes, en 2011 Mikron Tool decidió invertir en una máquina de lavado al vacío mediante alcoholes modificados, de circuito cerrado, fabricada por ILSA, de San Vincenzo di Galliera (Italia); de este modo se integró al proceso la operación de limpieza de las piezas, antes en manos del procesador del PVD.

“Nuestro proceso parte de los semielaborados, barras cilíndricas de metal duro que se someten antes a operaciones de rectificación (fig. 3) con ruedas de diamante para eliminar el exceso de material hasta



1 A Mikron Tool fabrica brocas, fresas, alargadores, ferramentas de chanfro e rebarbação em carboneto, na faixa de diâmetros de 0,1 – 32 mm

Mikron Tool produce clavos, fresas, escariadores, utensilios para despunte y desbarbado de metal duro con una gama de diámetros entre 0,1 y 32 mm.



2

Visão geral do departamento de produção da Mikron Tool, em Agno na Suíça.

Panorámica del reparto del departamento de producción Mikron Tool en Agno (Suiza).

(Fig. 3) com rodas de diamante, para remover o excesso de material até obter a geometria final da ferramenta (Foto de abertura), depois a uma fase de polimento – explica Alberto Gotti, gerente de P&D da Mikron Tool – as operações de controle de qualidade são realizadas entre uma fase de produção e outra. Antigamente, no fim do ciclo de produção, a ferramenta era limpa com uma operação de lavagem manual com álcool e escova, efetuada diretamente pelo operador de linha. Em seguida, as ferramentas, devidamente embaladas, eram transferidas para o responsável pelo tratamento que realizava a aplicação de PVD, que fazia uma lavagem completa nas suas linhas antes da entrega final”.

“É fácil imaginar como esse procedimento de produção envolvia altos custos de logística e alto risco de dano das ferramentas devido à excessiva manipulação – continua Gotti – no entanto, o maior problema era controlar a consistência da qualidade das peças: a limpeza perfeita da superfície de carboneto, de fato, é fundamental para garantir a

obtener la geometría final del utensilio (ref. foto de encabezamiento), luego una fase de pulido, – explica Alberto Gotti R&D, gerente de Mikron Tool– y las operaciones de control de calidad entre una y otra fase productiva. Anteriormente, al final del ciclo productivo, la herramienta se limpiaba en una operación de lavado manual con alcohol y brocha efectuada directamente por el operario de la línea de producción. Posteriormente, se transferían las herramientas, adecuadamente embaladas, al procesador que se ocupaba de la aplicación del PVD. Este procedía a un cuidadoso lavado en su propia línea de producción antes de la entrega final”.

“Es fácil de imaginar que semejante proceso de producción implicaba altos costes logísticos además del elevado peligro de que el exceso de manipulación dañase las herramientas – prosigue Gotti – sin embargo el mayor problema era controlar que calidad de las piezas fuera constante: la limpieza perfecta de la superficie de metal duro, de hecho, es fundamental para garantizar la adhesión del revestimiento de PVD.

aderência do revestimento de PVD. Com duas linhas de lavagem, uma máquina de circuito fechado com solvente e um sistema multi-tanque de lavagem com água, o responsável pelo tratamento tinha liberdade de escolha sobre a tecnologia a ser utilizada para a lavagem das ferramentas. Demasiadas variáveis, em suma, para podermos garantir a consistência e reprodutibilidade do nível de qualidade desejado para os nossos produtos”.

“Este processo de lavagem não garantia consistência de resultados, com possíveis repercussões na qualidade final do tratamento e do produto que, não podendo ser trabalhado novamente, era perdido – diz Alexander Pancaldi, diretor comercial da divisão Lavametalli da ILSA – Além disso, a empresa não tinha nenhuma maneira de detectar a falta de qualidade do revestimento, se não durante a utilização da ferramenta, com evidentes danos de imagem e prejuízo para o cliente final”.

O caminho para a escolha da tecnologia com solvente

A principal dificuldade encontrada pela tecnologia de lavagem, em termos de desempenho, foi a limpeza e secagem completa dos canais para a passagem de fluidos de lubrificação interna das brocas de perfuração.

“Inicialmente avaliamos uma solução de limpeza à base de água, sem conseguir os benefícios esperados”, disse Alberto Gotti. “Garantir a consistência dos resultados com a lavagem com água das nossas peças era um problema muito complexo, especialmente pelos problemas de secagem completa dos canais e pela remoção dos contaminantes orgânicos. Sem falar que teríamos que associar à máquina também uma estação de tratamento de águas residuais”.

Os poluentes presentes nas ferramentas da Mikron Tool são tanto de tipo orgânico, que inorgânico: óleos sintéticos de retífica, pó de carboneto e micro pós das resinas usadas nas rodas de diamante. Solicitar a lavagem para o responsável pelo tratamento significava um atraso de 3-4 dias da lavagem das peças, com a conseqüente formação de incrustações e oxidações difíceis de remover. O verdadeiro problema da lavagem dessas ferramentas é, no entanto, o seu tamanho, variando desde diâmetros de menos de 0,1 mm a 30-32 mm, e a presença em alguns deles de canais de lubrificação internos com micro orifícios

Al tener dos líneas de lavado, una máquina de circuito cerrado de lavado con disolvente y una instalación con varias cubas de lavado con agua, el procesador tenía libertad de elección de la tecnología a emplear para el lavado de nuestras herramientas. Excesivas variables, de hecho, para que pudiésemos garantizar la constancia y la reproducción del nivel de calidad deseados para nuestros productos”.

“Este proceso de lavado no garantizaba un resultado constante, y podía repercutir en la calidad final del tratamiento, y por ello del producto que, al no poder ser reelaborado, se perdía – interviene Alessandro Pancaldi, director comercial de la unidad lava metales de ILSA – Además, no había manera de que la empresa advirtiese esa falta de calidad del revestimiento más que cuando el instrumento era utilizado, con un evidente daño en la imagen empresarial e imprevistas consecuencias para el cliente final”.

El camino hacia la elección de la tecnología por disolvente

La principal dificultad encontrada a la tecnología del lavado en términos

difíceis de lavar e secar. Então, a empresa tinha necessidade de uma secagem a vácuo e de um agente de limpeza com alta volatilidade. Enfim, a Mikron Tool tinha o objetivo de reduzir o tempo de produção. A tecnologia de lavagem a circuito fechado com álcoois modificados mostrou que conseguia garantir uma qualidade constante e rapidez na lavagem após o fim do ciclo de produção.

O ciclo de lavagem

Após as fases de testes apropriadas na ILSA, em 2011 a Mikron Tool adquiriu um sistema a álcool modificado (Fig. 4) instalado em dezembro do mesmo ano. Atualmente, depois de dois anos de funcionamento, o processo aplicado garante resultados de limpeza absolutamente ótimos para o subsequente tratamento com PVD, com características de repetibilidade elevadíssimas, e demonstrou amplamente seu nível de desempenho e confiabilidade, tanto que no início de 2014 foi definido o fornecimento de um segundo sistema para

de prestaciones lo representaba la limpieza y el secado completo de los canales para el paso de los fluidos de lubricación interna de las puntas de fresado. “Primero hemos valorado una solución de lavado a base de agua sin lograr los beneficios esperados” – explica Alberto Gotti. “Garantizar la constancia en el resultado con el lavado por agua de nuestros productos era una cuestión muy compleja, sobre todo por los problemas de secado completo de los canales y por la eliminación del contaminante orgánico. Sin contar con que teníamos que acoplar a la máquina una instalación de tratamiento de aguas residuales”.

El contaminante presente en los herramientas Mikron es tanto de tipo orgánico como inorgánico; aceites sintéticos de rectificación, polvo de metal duro y micropolvo de las resinas usadas en las ruedas de diamante. Pedir que el procesador realizase el lavado significaba retrasar tres o cuatro días el lavado de las piezas con la consiguiente formación de incrustaciones y oxidaciones difíciles de eliminar. Sin embargo, el verdadero problema del lavado de estos instrumentos lo representaba su dimensión, desde diámetros inferiores a 0,1 mm hasta 30-32 mm, y los canales internos de lubricación con microorificios difíciles de lavar y de secar que presentaban algunos de ellos.

La empresa tenía por ello necesidad de un secado al vacío y de un agente de lavado con una elevada volatilidad. Finalmente, Mikron Tool se había puesto como objetivo acortar los tiempos de producción. La tecnología de lavado en circuito cerrado con alcoholes modificados ha demostrado que garantizaba una calidad constante y rapidez del lavado, después del ciclo de producción.

El ciclo de lavado

Tras las oportunas fases de pruebas en ILSA, en 2011 Mikron Tool adquirió una instalación por alcohol modificado (fig. 4) que se instaló en diciembre de ese mismo año. Hoy en día, tras dos años de funcionamiento, el proceso aplicado garantiza un resultado de limpieza inmejorable previo al tratamiento posterior de PVD, con una repetibilidad muy elevada. También se ha demostrado ampliamente su buen comportamiento y fiabilidad, tanto es así que a comienzos del 2014 se ha aprobado el suministro de una segunda instalación para la fábrica Mikron de Rottweil, en Alemania.

“El Proceso de lavado utilizado por Mikron Tool representa un *estándar* para la tecnología ILSA – afirma

read different, read **ipcm**.

The internationalism of the surface treatment industry.



ipcm[®]
INTERNATIONAL PAINT&COATING MAGAZINE

o a fábrica Mikron de Rottweil, na Alemanha. “O processo de lavagem empregado pela Mikron Tool é um padrão para a tecnologia ILSA - diz Alexander Pancaldi - nós não tivemos que modificar nenhum componente para adaptar o sistema para a operatividade necessária. É uma máquina de uma cabine em circuito fechado, a vácuo, estruturada para uso de solventes A3, isto é, com um ponto de inflamação superior a 55°C: neste caso, foi escolhido um álcool modificado. Trabalhar a vácuo permite a penetração do líquido em todas as partes da ferramenta, mesmo aquelas geometricamente mais complexas, enquanto que a ação dos ultrassons

permite a remoção de partículas sólidas do contaminante inorgânico”. O ciclo de lavagem prevê uma pré-lavagem com pulverização sem pressão do solvente e uma fase sucessiva de lavagem com imersão total com ultrassons. Depois o solvente em imersão é

reciclado para permitir a filtração das partículas removidas. Enfim, a cabine é esvaziada e se passa para o desengraxe a vapor de solvente, proveniente do destilador. O passo final é a secagem a alto vácuo. “Devo dizer que a Mikron Tool nos ajudou muito com a colocação das peças, pois conseguiram padronizar a unidade de carga (Fig. 5), de modo que possa acomodar todos os tipos de ferramentas por variedade - diz Alexander Pancaldi - desta forma podemos lavar com ciclos muito semelhantes toda a gama de produtos, à exceção dos mais pequenos, para os quais não se pode usar ultrassom. A máquina permite uma lavagem estática, com rotação de 360°, ou com inclinação: para o ciclo Mikron Tool é feita uma inclinação de 45° dentro da cabine, à exceção de ferramentas maiores. A máquina funciona

Alessandro Pancaldi – para adaptar la instalación a la operatividad que se requería no hemos tenido que modificar ningún componente. Se trata de una máquina con una sola cámara de circuito cerrado, al vacío, configurada para el empleo de disolventes A3, esto es, con un punto de inflamación superior a 55°C: en este caso se ha elegido un alcohol modificado. Trabajar al vacío permite la penetración del líquido en todas las piezas de la herramienta, incluso en aquellas de geometría más compleja, mientras que la acción de los ultrasonidos permite la eliminación de las partículas sólidas del contaminante inorgánico”.

El ciclo de lavado tiene previsto un prelavado con

aspersión del disolvente sin presión y una fase sucesiva de lavado por inmersión total con ultrasonidos. Posteriormente se hace recircular el disolvente de inmersión para permitir que se filtren las partículas eliminadas. Finalmente se vacía la cámara y se procede a



3 A fase de retífica das barras cilíndricas de carboneto, que dá à ferramenta a sua forma geométrica através da remoção progressiva de material.

La fase de rectificación de las barras cilíndricas de metal duro que otorga a la herramienta su forma geométrica mediante la extracción progresiva de material.

un desengrasado a vapor del disolvente que procede del destilador. La última fase es el secado de alto vacío. “Debo decir que Mikron Tool nos ha ayudado mucho a posicionar las piezas porque hemos conseguido estandarizar la unidad de carga (fig. 5) de forma que pueda recibir todo tipo de herramientas de la gama – vuelve a decir Alessandro Pancaldi – de este modo podemos lavar toda la gama de productos en ciclos muy similares, excepto aquellos más pequeños para los que no se pueden usar los ultrasonidos. La máquina permite un lavado estático, con rotación de 360° o con basculación: para el ciclo Mikron Tool se ha previsto una basculación de 45° en el interior de la cámara, excepto para las herramientas mayores. La máquina trabaja constantemente a una presión de entre 100 y 110 milibares en todas las fases de lavado, mientras que en



4

O sistema de lavagem em circuito fechado e a vácuo que utiliza álcoois modificados, fabricado pela ILSA de San Vincenzo di Galliera (Bolonha).

La instalación de lavado en circuito cerrado y al vacío que emplea alcoholes modificados, fabricada por ILSA de San Vincenzo di Galliera (Italia).



5

A Mikron Tool realizou um estudo aprofundado dos recipientes porta peças, para que se possam lavar as ferramentas de forma posicionada, mesmo as grandes, sem perigo de danos e com maior qualidade.

Mikron Tool ha realizado un estudio en profundidad de los contenedores para poder lavar las herramientas de forma posicionada, incluso las de mayor dimensión, sin el peligro de que se dañen o con mayor calidad.

constantemente entre 100 e 110 milibares de pressão em todas as fases de lavagem, enquanto que na fase de secagem opera abaixo de 10 mbar absolutos. A temperatura do solvente é de 85°C nos reservatórios, enquanto que, durante a fase de desengraxe, varia entre 106-110°C. A repetibilidade dos resultados é garantida pela destilação contínua do solvente”.

“A Mikron decidiu investir em nossa tecnologia porque deu resultados interessantes já na fase de validação com o ciclo padrão de 13 minutos – conclui Pancaldi – depois, por escolha interna deles, decidiram prolongar um pouco o tempo”.

“Instalamos uma máquina superdimensionada em comparação com a nossa produtividade – explica Alberto Gotti – para poder acomodar dentro dela mesmo as ferramentas maiores, posicionadas. A cabine é muito grande e nos permite aumentar o tempo do ciclo, sem prejuízo da produtividade. Utilizamos 24 recipientes de lavagem, cada um dos quais pode conter 50 ferramentas e a máquina opera em dois turnos, mesmo se a produção é feita em três. Isso nos permite avançar com calma para as operações de manutenção. De qualquer maneira, se utilizada em ciclo contínuo, a máquina precisaria de uma parada diária de apenas uma hora” (Fig. 6).

Conclusão

“Fizemos este investimento para garantir a qualidade

la fase de secado opera por debajo de los 10 milibares absolutos. El disolvente tiene una temperatura de 85°C en los depósitos mientras que en fase de desengrasado oscila entre 106 y 110 °C. La repetibilidad del resultado está garantizada por la destilación constante del disolvente”.

“Mikron ha decidido invertir en nuestra tecnología porque ha dado unos interesantes resultados ya en fase de validación con el ciclo estándar de 13 minutos – concluye Pancaldi – luego, por asuntos internos, ha decidido alargar ligeramente los tiempos”.

“Hemos instalado una máquina sobredimensionada respecto a nuestra productividad diaria – explica Alberto Gotti – para poder acomodar en su interior, de forma posicionada, también herramientas más grandes. La cámara por ello es mucho más grande y nos permite alargar los tiempos del ciclo sin por ello bajar la productividad. Utilizamos 24 contenedores de lavado; cada uno de ellos puede contener 50 herramientas, y la máquina trabaja en dos turnos, aun cuando la producción se desarrolla en tres. Esto nos permite realizar con mucha tranquilidad las operaciones de mantenimiento. En cualquier caso, si se usase en ciclo continuo, la máquina necesitaría una parada diaria de solo una hora” (fig. 6).

Conclusiones

“Hemos realizado esta inversión para garantizar la

constante do nosso produto, sem aumentar o impacto ambiental de nossas operações – diz Alberto Gotti – o solvente de lavagem deve estar em total conformidade com as normas ambientais e deixar o mínimo possível de resíduos na ferramenta.

Alguns solventes, como os hidrocarbonetos, de fato, mesmo removendo perfeitamente o contaminante, depositam uma camada superficial na peça limpa, que pode afetar a adesão do PVD. Optamos por um álcool modificado, o DOWCLENETM 1601 da DOW Safechem, porque não tem esse problema, mesmo agindo em ambos os contaminantes orgânico e inorgânico e, usado a vácuo e em circuito fechado, não apresenta problemas a nível ambiental e de saúde. O consumo em um sistema como o nosso é muito reduzido, cerca de 100 kg por ano”.

“Outra vantagem da escolha deste sistema é a extrema qualidade garantida pela lavagem posicionada, mesmo se nos obrigou a adquirir um equipamento com capacidade maior do que as nossas exigências – conclui Gotti – Enfim, o fato que nossas unidades de lavagem são compatíveis com as linhas da empresa responsável pelo tratamento, evita ulteriores manipulações das peças”.

A funcionalidade simples do sistema não criou nenhum problema de formação de pessoal interno e o gerenciamento do solvente limpo e do exausto é realizado em total segurança com o sistema SAFE-TAINER™ da DOW. ■

calidad constante de nuestro producto sin aumentar por ello el impacto ambiental de nuestras operaciones – declara Alberto Gotti – El disolvente de lavado debía adecuarse completamente a la normativa ambiental y dejar el menor residuo posible en las herramientas. Algunos disolventes como los hidrocarburos, de hecho, aunque eliminan perfectamente el contaminante, depositan una capa superficial sobre la pieza limpia que puede alterar la adherencia del PVD. Hemos optado por un alcohol modificado, DOWCLENETM 1601 de DOW Safechem, porque no presenta este problema, aun actuando tanto sobre el contaminante orgánico como sobre el inorgánico y, utilizado al vacío y en circuito cerrado, no presenta problemas a nivel ambiental y

de salud. Por otra parte, el consumo en una instalación como la nuestra es muy reducido, de cerca de 100 kg al año”.

“Otro beneficio de esta opción de la fábrica es su extrema calidad garantizada por el lavado de forma posicionada aun cuando nos haya obligado a elegir una instalación con una capacidad superior a nuestras necesidades”, concluye Gotti. “Finalmente, el hecho de que nuestras unidades de lavado sean compatibles con las líneas instaladas en la sede del

procesador impide una posterior manipulación de las piezas”.

El sencillo funcionamiento de la instalación no ha planteado ningún problema de formación del personal interno y la gestión del disolvente limpo y del terminado se efectúa con plena seguridad con el sistema SAFE-TAINER™ de DOW. ■



6 Os 24 recipientes de lavagem foram padronizados, para poder conter toda a gama de ferramentas Mikron Tool. Isso também facilitou o desenvolvimento do ciclo de lavagem, que tem apenas duas variáveis: o desligamento dos ultrassons, quando se lavam as ferramentas pequenas e delicadas e a não-inclinação das cestas durante a lavagem de ferramentas maiores.

Se han estandarizado los 24 contenedores de lavado para poder introducir en ellos toda la gama de herramientas Mikron Tool. Esto ha facilitado también la puesta a punto del ciclo de lavado, que tiene solo dos variables: el apagado de los ultrasonidos cuando se lavan las herramientas más pequeñas y delicadas, y la falta de basculación de los cestillos cuando se lavan las herramientas más grandes.