



FRANÇAIS

Micro-découpe au jet d'eau pour le secteur médical

La micro-découpe au jet d'eau convient particulièrement à l'usinage de matériaux thermosensibles, depuis les métaux jusqu'aux composites renforcés par des fibres ou aux mousses, en passant par le verre, la céramique, ou encore les plastiques.

Ce procédé se distingue par une caractéristique essentielle : le jet d'eau est projeté sous haute pression «à froid», ce qui permet de ne pas endommager la matière. A tel point qu'il peut aussi s'employer pour découper des tissus humains ! Des développements récents ont mis en évidence d'autres applications, comme la structuration ou l'optimisation d'états de surface ainsi que l'usinage 3D.

«Nous recevons de nombreux courriers de clients qui saluent notre implication pour sauver des vies humaines, notamment depuis le début de la crise du coronavirus», indique Walter Maurer, propriétaire de la société Waterjet AG à Aarwangen (Suisse). Cela concerne entre autre un composant critique du système de ventilation d'un respirateur qui nécessite une grande précision. Waterjet le fabrique à partir d'une membrane en inox extrêmement fine. Selon M. Maurer, cette pièce ne peut être réalisée ni par estampage ni par usinage laser, sous peine d'endommager la matière. Waterjet a recours ici à la micro-découpe au jet d'eau, une technique que l'entreprise développe depuis une vingtaine d'années et qu'elle n'a cessé de perfectionner au fil du temps. Ce procédé permet de réaliser sans souci les contours de découpe extrêmement fins de ces composants. Pour ce type de livraison, il ne s'agit pas uniquement de veiller au respect des propriétés mécaniques des pièces mais aussi de satisfaire scrupuleusement aux spécifications de qualité, d'hygiène et d'emballage en vigueur dans le secteur médical. C'est la raison pour laquelle, une fois le contrôle final effectué, les composants de ventilation sont désinfectés avec soin dans un bain d'isopropanol à ultrasons puis placés un par un sur des plateaux répondant au cahier des charges du client à l'aide d'une ventouse de levage. L'entreprise a mis en place une gestion d'urgence pour ces secteurs de production destinés à sauver des vies : elle fait venir une partie de ses employés dans ses locaux alors que les autres restent confinés à domicile sur la base du volontariat, tout en percevant l'intégralité de leur salaire. Ainsi, Waterjet reste en mesure d'assurer les livraisons, même en cas de maladie de certains de ses collaborateurs.

Usinage de matériaux biocompatibles

«Avec notre procédé, nous n'usinons pas uniquement des composants pour divers appareils biomédicaux mais également des implants destinés à être intégrés provisoirement ou durablement dans le corps humain,» ajoute W. Maurer. Citons par exemple des prothèses de genou, des dispositifs d'aide à la reconstruction maxillo-faciale, des plaques de fixation osseuse pour réparer les fractures ou encore des instruments chirurgicaux. L'un des atouts essentiels de ce procédé, selon M. Maurer, est qu'il préserve le matériau. Il permet également de réaliser une découpe extrêmement fine, et ce même sur des pièces de 25 mm d'épaisseur, avec un jet d'eau sous haute pression de seulement 0,2 mm de diamètre. Les procédés d'usinage conventionnel ne permettent pas d'obtenir le même résultat, ou alors à un coût beaucoup plus élevé. Autre domaine d'application : l'extraction de greffons à partir de dons de tissus osseux, ces greffons pouvant aisément prendre la forme de petits cubes grâce à la finesse du jet d'eau, l'opération étant réalisée de manière hygiénique, sans endommager la matière. Ces substituts osseux sont alors utilisés après traitement pour des applications traumatologiques et viennent se souder sur l'os abimé. Waterjet a livré plusieurs machines à un client situé au Bénélux qui fournit ce type de greffons à des hôpitaux dans toute l'Europe.

Spécificités de la technologie de Waterjet

« Nous avons fait breveter notre technologie et développons nous-mêmes nos machines ; de ce fait, elles sont beaucoup plus précises que les systèmes que l'on trouve couramment sur le marché », explique W. Maurer. Le procédé repose sur un jet d'eau extrêmement fin dont le diamètre est jusqu'à 5 fois plus petit que sur les équipements courants et qui réalise une découpe jusqu'à 10 fois plus précise. On atteint une précision de coupe de $\pm 0,01$ mm et une précision de positionnement de $\pm 0,005$ mm, la rugosité des arêtes de coupe pouvant être le cas échéant réduite jusqu'à $Ra = 0,1-0,2 \mu m$. Waterjet acquiert les châssis de ses machines auprès d'un constructeur suisse qui fabrique également des machines de précision pour l'horlogerie. L'entreprise les

équipe ensuite de têtes de découpe et de commandes qu'elle a développées spécifiquement. En dehors du médical, ces machines sont utilisées dans les industries de précision comme la mécatronique, la métrologie, l'aéronautique et l'aérospatiale, la mécanique de précision ou encore l'horlogerie. Des dispositifs d'automatisation ou des équipements spéciaux commandés par robot peuvent être développés pour répondre à des attentes particulières. Ils sont alors conçus et optimisés avec le client, en adéquation avec son besoin. Selon les volumes, les clients peuvent décider d'utiliser eux-mêmes ces machines ou de se faire livrer les pièces. Waterjet dispose aujourd'hui de plus de 15 machines, ce qui représente une capacité de production considérable et peut dépanner les clients lorsqu'ils doivent faire face à une augmentation ponctuelle de leur activité.

Usinage 3D et structuration de surface

«Dans le cadre d'un projet de recherche européen que nous soutenons, nous avons affiné notre technologie, de sorte que le jet d'eau nous permet aujourd'hui de réaliser non seulement des opérations de découpe mais aussi de l'ablation localisée de matière», confie W. Maurer. Cela élargit le potentiel de ce procédé à des applications 3D. Le principe consiste à usiner sur une surface une zone précise que le jet d'eau pénètre sur une profondeur de quelques millimètres, à la manière d'une petite fraise. On peut ainsi obtenir sur cette surface les structures les plus diverses. Il peut s'agir aussi bien de rugosités plus ou moins régulières que de structures fines profondes avec un rapport de forme de 10 ou plus. Autre particularité du procédé : la possibilité de comprimer la surface en adjoignant au jet d'eau des grains métalliques très fins de forme sphérique. Ces grains viennent ni plus ni moins marteler la surface, un effet que l'on peut obtenir également par sablage avec des grains métalliques. Ce grenailage de pré-contrainte («shot peening» en anglais) génère des contraintes de compression et améliore considérablement la résistance à la fatigue des composants critiques soumis à de fortes contraintes. Le jet d'eau présente l'avantage, du fait de la pression considérable à laquelle il est soumis (4000 bar) et grâce à la finesse des buses, d'être beaucoup plus précis que le sablage. Lorsque les contraintes sont particulièrement sévères, il est possible par ailleurs de robotiser le guidage de la tête du jet d'eau ou du composant, ce qui permet de réaliser les tâches les plus complexes sur des pièces tridimensionnelles.

Différentes solutions pour la biocompatibilité

«Grâce aux travaux de recherche que nous menons depuis de nombreuses années, nous sommes en mesure de répondre

aux exigences de biocompatibilité des pièces implantables de différentes manières», se réjouit W. Maurer. La technique couramment employée en découpe au jet d'eau, si l'on souhaite renforcer l'efficacité de coupe, consiste à adjoindre au jet d'eau des grains fins de sable de grenat. Emportés par la puissance du jet, ces grains entrent en collision les uns avec les autres, ce qui optimise considérablement l'ablation de matière. Toutefois, de minuscules particules de grenat s'incrustent alors dans le métal, ce qui peut remettre en cause la biocompatibilité de la pièce. Il n'est pas autorisé non plus d'utiliser l'eau plusieurs fois. C'est pourquoi on travaille souvent, pour les implants, avec de l'eau pure, ce qui freine considérablement la productivité et induit des coûts importants. Afin d'éviter ce souci, Waterjet a développé des abrasifs bactéricides biocompatibles, pour les applications spécifiques au secteur médical.

La structuration ou le martèlement au jet d'eau est par exemple employée pour apporter de la rugosité à la surface des implants métalliques ou sur une partie de leur surface, de manière à favoriser l'ostéointégration de façon significative. En outre, des essais consistant à creuser, en surface, de minuscules cavités avant d'y introduire des substances médicamenteuses dans le but d'optimiser l'intégration de l'implant dans le tissu osseux, ont été réalisés et se sont avérés concluants

Conseil et assistance

«La découpe au jet d'eau est une technologie relativement récente, encore trop peu connue de nombreux utilisateurs ou concepteurs», déplore W. Maurer. Cela constitue selon lui un obstacle important car un concepteur préférera généralement se tourner vers des procédés qu'il maîtrise. Le chef d'entreprise considère donc qu'il est essentiel d'aider les intéressés, un soutien qu'il est en mesure de leur apporter puisqu'il a non seulement mis au point cette technique mais qu'il en est aussi utilisateur, avec aujourd'hui une quinzaine de machines dans son atelier. Waterjet peut ainsi prodiguer à ses clients des conseils généraux mais il leur propose aussi de concevoir leur chaîne de process, de réaliser des tests sur des matériaux et d'effectuer des essais d'usinage. Il peut tester sur ses équipements les configurations, pressions et matériaux de coupe les plus divers et déterminer la combinaison optimale avant que l'intéressé ne se détermine. Cela inclut aussi la fabrication préalable de prototypes ou de préséries. Les clients peuvent aussi compter sur le soutien de l'entreprise après l'achat. Les utilisateurs bénéficient par ailleurs de l'effort continu de recherche et de développement entrepris par Waterjet en collaboration avec un ensemble d'universités et d'écoles d'ingénieurs. Les résultats de ces recherches leur sont directement profitables.



Implant en tôle de titane découpé au jet d'eau pour la réparation de fractures sévères, notamment dans la région du sourcil.

Mit dem Mikro-Wasserstrahl aus Titanblech geschnittenes Implantat für die Rekonstruktion schwerer Knochenverletzungen u.a. im Augenbrauenbereich.

Implant cut with the micro water jet from titanium sheet metal for the reconstruction of severe bone injuries, e.g. in the eyebrow area.

SX 100-hpm

**HIGH PRECISION
3D MICRO EROSION
CLOSED CELL MACHINE**

**SO EASY
AND
SO PERFORMING!**



**for
high accuracy
Micro EDM Drilling
and
complex
3D Micro EDM Milling
machining**

**for
MICRO MECHANICS
MICRO MOLD
AUTOMOTIVE
TEXTILE
MEDICAL
AEROSPACE**

SARIX
3D MICRO EDM MACHINING
 **sarix.com**

DEUTSCH

Mikro-Wasserstrahlschneiden für die Medizintechnik

Das Mikro-Wasserstrahlschneiden eignet sich besonders für die Bearbeitung temperaturempfindlicher Materialien von Metallen über Gläser, Keramiken und Kunststoffen bis zu Faserverbunden oder Schaumstoffen.

Wichtigstes Merkmal ist der «kalte» Höchstdruck-Wasserstrahl. Damit lassen sich selbst extrem wärmeempfindliche Materialien bis hin zu menschlichem Gewebe ohne Schädigung bearbeiten. Neueste Entwicklungen erlauben auch die Strukturierung oder Verbesserung von Oberflächen sowie die 3D-Bearbeitung.

«Nicht zuletzt seit Beginn der Corona-Krise erhalten wir von manchen unserer Kunden Briefe mit dem Hinweis, dass wir einen wichtigen Beitrag dazu leisten, das Leben von Patienten zu retten», sagt Walter Maurer, Inhaber der Fa. Waterjet AG in Aarwangen (Schweiz). Dies betreffe unter anderem Beatmungsgeräte, für die Waterjet ein wesentliches Ventilbauteil mit hoher Präzision aus einer äußerst dünnen Edelstahlmembran herstellt. Diese Teile könnten weder gestanzt noch mittels Laser bearbeitet werden, da beide Verfahren den Werkstoff nachteilig verändern würden. Mit dem von Waterjet vor zwei Jahrzehnten entwickelten und seither stetig weiter perfektionierten Mikro-Wasserstrahlschneiden lassen sich die extrem feinen Schnittkonturen dieser Bauteile problemlos erzeugen. Bei solchen Lieferungen geht es nicht nur um die mechanischen Eigenschaften der Teile an sich, sondern auch darum, zuverlässig die strengen Qualitäts-, Reinheits- und Verpackungsvorschriften zu erfüllen, die im Medizintechnik-Bereich zwingend einzuhalten sind. Deshalb werden die Ventilbauteile nach der abschließenden Prüfung sorgfältig gereinigt, in einem Isopropanol-Ultraschallbad desinfiziert und anschließend mithilfe eines Saughebers einzeln in die vom Kunden vorgeschriebenen Trays platziert. Für diese lebenswichtigen Produktionsbereiche des Unternehmens gilt derzeit ein Notfallmanagement: Nur ein Teil der Mitarbeiter kommt in die Firma, andere bleiben bei voller Bezahlung in freiwilliger Quarantäne. So wird die Lieferfähigkeit auch bei Erkrankungen Einzelner gesichert.

Bearbeitung biokompatibler Materialien

«Mit unserem Verfahren bearbeiten wir nicht nur Bauteile für diverse biomedizinische Apparaturen, sondern auch Implantate für den vorübergehenden oder dauerhaften Einsatz im Körper» ergänzt W. Maurer. Dies betreffe beispielsweise Kniegelenksprothesen, Rekonstruktionshilfen für schwere Knochenverletzungen im Gesichtsbereich, Schraubplatten für die Fixierung von Knochenanteilen bei Trümmerbrüchen oder auch chirurgische Werkzeuge. Wesentlicher Vorteil des Verfahrens sei auch hier die Schonung des Werkstoffs. Hinzu komme, dass man mit dem nur 0,2 mm dicken Höchstdruck-Wasserstrahl äußerst feine Schnitte ausführen kann. Und das selbst bei Bauteilen, die bis zu 25 mm dick sind. Mit üblichen mechanischen Bearbeitungsverfahren ginge das oft nicht oder nur zu vergleichsweise deutlich höheren



Une fois nettoyés et désinfectés, ces composants de ventilation pour masques respiratoires sont placés dans des plateaux à l'aide d'une ventouse de levage.

Gereinigte und desinfizierte Ventilbauteile für Atemmasken werden vor dem Versand einzeln mittels Saugheber in die Fächer dieser Trays platziert.

Cleaned and disinfected valve components for breathing masks are placed individually into the compartments of these trays by means of suction lifters before shipping.

Kosten. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Gewinnung von direktem Knochenersatz u.a. aus menschlichem Spendermaterial, das mithilfe des feinen Wasserstrahls schonend und hygienisch einwandfrei zu kleinen Würfeln verarbeitet wird. Diese kommen nach entsprechender Weiterbehandlung für Rekonstruktionen beispielsweise nach schweren Unfällen zum Einsatz und verwachsen anschließend mit dem noch vorhandenen Knochen. Mehrere von Waterjet gelieferte Maschinen stehen zurzeit bei einem Anwender in einem Benelux-Land, der Krankenhäuser in ganz Europa mit diesem Material beliefert.

Besonderheiten der Waterjet-Technologie

«Unsere selbst entwickelten Maschinen mit patentierter Technologie sind viel genauer als die üblicherweise am Markt verfügbaren Systeme», erläutert W. Maurer. Das Verfahren arbeitet mit einem äußerst feinen Wasserstrahl, dessen Durchmesser um bis zu einem Faktor 5 unter dem der am Markt gängigen Systeme liegt, während die Präzision des Schnitts sogar um den Faktor 10 besser ist. Erreicht werden eine Schneidgenauigkeit von $\pm 0,01$ mm und eine Positioniergenauigkeit von $\pm 0,005$ mm. Die Rauheit der Schnittkanten kann erforderlichenfalls auf bis zu $Ra = 0,1-0,2 \mu$ m reduziert werden.

Die Maschinenbasis wird von einem Schweizer Werkzeugmaschinenhersteller bezogen, der auch Präzisionsmaschinen für die Uhrenindustrie anfertigt. Bei Waterjet werden sie dann mit speziell entwickelten Schneidköpfen und Steuerungen ausgerüstet. Einsatzfelder sind neben der Medizintechnik weitere Präzisionsfertiger aus Bereichen wie Feinmechanik, Mechatronik, Messtechnik, Luft- und Raumfahrt oder der Uhrenindustrie. Für besondere Anforderungen werden auch Automatisierungen oder robotergeführte Sonderanlagen entwickelt, die gemeinsam mit dem Kunden exakt auf dessen Bedarf hin ausgelegt und optimiert werden. Kunden können je nach Volumen entscheiden, ob sie solche Anlagen selbst betreiben oder die Teile lieber zuliefern lassen wollen. Mit inzwischen mehr als 15 eigenen Anlagen verfügt Waterjet über eine erhebliche Fertigungskapazität, die auch als Reserve für solche Kunden eingesetzt wird, die vorübergehend eigene Kapazitätsengpässe überbrücken müssen.

3D-Bearbeitung und Strukturierung von Bauteiloberflächen

«Im Rahmen eines von uns unterstützten europäischen Forschungsvorhabens haben wir die Technologie soweit verfeinert, dass wir mit dem Wasserstrahl nicht nur schneiden, sondern auch

gezielt Material abtragen können», verrät W. Maurer. Damit werden 3D-Anwendungen möglich. Hierbei wird die Oberfläche wie mit einem feinen Fräser bis in eine Tiefe von mehreren Millimetern gezielt bearbeitet, so dass unterschiedlichste Strukturen entstehen. Die Bandbreite reicht dabei von mehr oder weniger regelmäßigen Aufrauhungen bis zu tiefreichenden Feinstrukturen mit Aspektverhältnissen von 10 oder mehr. Eine weitere Besonderheit des Verfahrens ist die Möglichkeit einer Oberflächenverdichtung durch Einsatz von besonders feinkörnigem metallischem Rundkorn zum Wasserstrahl. Dadurch wird die Oberfläche regelrecht zusammengehämmert, ein Effekt, der auch beim « Sand»-Strahlen

GLOOR More than just tools

Weltweit führend in der Herstellung von Vollhartmetall-Werkzeugen mit logarithmischem Hinterschliff

Leader dans le monde de la production d'outils spéciaux en métal dur à détalonnage logarithmique

Worldwide leading specialist in the manufacture of solid carbide special tools with logarithmic relief grinding

Friedrich GLOOR Ltd
2543 Lengnau
Switzerland
Telephone +41 32 653 21 61

www.gloorag.ch/worldwide

mit Metallkorn erzielt wird. Dieses Strahlhämmern («shot peening») führt zu Druckspannungen und damit zu erheblichen Verbesserungen der Dauerfestigkeit von kritisch beanspruchten Bauteilen. Der Vorteil des Wasserstrahls gegenüber dem üblichen Sandstrahlen liegt darin, dass der extrem scharfe Wasserstrahl mit seinen 4.000 Bar eine wesentlich stärkere Wirkung entfaltet und dank der feinen Düsen sehr viel gezielter eingesetzt werden kann. Bei besonders hohen Ansprüchen an eine 3D-Bearbeitung kann zudem entweder der Strahlkopf oder das Bauteil durch einen Roboter geführt werden, was selbst sehr komplizierte Arbeiten an dreidimensionalen Objekten ermöglicht.

Verschiedene Wege zur Biokompatibilität

«Dank unserer langjährigen Forschungstätigkeit können wir die bei implantierbaren Teilen erforderliche Biokompatibilität auf verschiedenen Wegen erreichen», freut sich W. Maurer. Üblicherweise wird beim Wasserstrahlschneiden die Schneidwirkung durch Beimischung von feinkörnigem Sand aus dem Mineral Granat verstärkt. Durch den Aufprall der im scharfen Wasserstrahl mitgerissenen harten Körnchen wird die Materialabtragung enorm gesteigert. Auf der anderen Seite gefährdet dieses Mineral, von dem winzige Partikel im Metall eingebettet bleiben können, die Biokompatibilität. Auch eine Mehrfachverwendung des Strahlwassers ist deshalb nicht gestattet. Deshalb wird bei solchen Teilen oft mit Reinwasser gearbeitet, was jedoch die Produktivität deutlich herabsetzt und zu höheren Kosten führt. Für Anwendungen im Bereich der Medizintechnik hat Waterjet aus diesem Grund spezielle biokompatible bzw. bakterizide Abrasivstoffe entwickelt.

Das Strukturieren bzw. das Strahlhämmern mit dem Wasserstrahl wird beispielsweise auch dazu eingesetzt, glatte Flächen oder Partien metallischer Implantate aufzurauen, weil dadurch das Verwachsen der Implantate mit dem Knochen – die sogenannte Osseointegration – erheblich verbessert wird. Darüber hinaus wurden auch bereits erfolgreich Versuche durchgeführt, um winzige Vertiefungen in der Oberfläche zu erzeugen, in die anschließend spezielle Wirkstoffe eingebracht wurden, welche das Verwachsen mit dem Knochen zusätzlich fördern.

Beratung und Unterstützung

«Als relativ junge Technologie ist das Mikro-Wasserstrahlschneiden bei vielen Anwendern und Konstrukteuren noch zu wenig

...Covid-19 patients all over the world require ventilators to keep them alive when they are severely sick. Ventilators are needed more than ever before. (We as) one of the biggest manufacturers of ventilators in the world have a big responsibility in this human crisis. You are one of our important suppliers. You, too, become now part of something that is more important than business. It is about how we can save lives in this critical situation. Every patient who dies because there is no ventilator available is one patient too many.

Extrait du courrier d'un client qui fabrique des masques respiratoires pour la ventilation d'urgence.

Auszug aus dem Schreiben eines Kunden, der Atemmasken für die Notfallbeatmung herstellt.

Excerpt from the letter from a customer who manufactures breathing masks for emergency ventilation.

bekannt», bedauert W. Maurer. Das sei ein wesentliches Anwendungshemmnis, denn der Konstrukteur greife in der Regel bevorzugt auf solche Verfahren zurück, die er kenne. Umso wichtiger sei für Interessenten die Unterstützung, die er als Entwickler und zugleich Anwender mit aktuell mehr als 15 solcher Anlagen leisten könne. Dazu gehöre allgemeine Beratung ebenso wie die Konzipierung von Prozessketten oder die Durchführung von Materialtests sowie Probebearbeitungen. So könne er mit seinen Anlagen beispielsweise bei Kundenanfragen diverseste Kombinationen von Anlagenkonfiguration, Schneidstoff oder Druck austesten und so die optimale Konfiguration ermitteln, noch bevor sich der Interessent festlegen müsse. Dies beinhalte auch die vorgängige Herstellung von Prototypen oder Vorserien. Derartige Unterstützungsleistungen könnten Kunden auch nach Kauf einer Anlage jederzeit erhalten. Weiterer Anwendervorteil sei die kontinuierlich betriebene Forschung und Entwicklung zusammen mit einer Reihe von Hochschulinstituten. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse kämen auch den Betreibern vorhandener Anlagen zugute.

ENGLISH

Water jet micro-cutting for the medical sector

Water jet micro-cutting is particularly suitable for machining heat-sensitive materials ranging from metals, glass, ceramics and plastics to fibre-reinforced composites or foams.

An essential feature of this process is that the water jet is projected under high pressure "cold", so that the material is not damaged. So much so that it can also be used to cut up human tissue! Recent developments have highlighted other applications, such as structuring or optimization of surface finishes as well as 3D machining.

"We receive many mails from customers who praise our commitment to saving lives, especially since the start of the coronavirus crisis," says Walter Maurer, owner of Waterjet AG in Aarwangen (Switzerland). This includes a critical component of the ventilation system of a respirator that requires a high degree of accuracy. Waterjet manufactures it from an extremely thin stainless

steel membrane. According to Mr. Maurer, this part cannot be produced by stamping or laser machining, as this would damage the material. Here, Waterjet uses micro-cutting with a water jet, a technique that the company has been developing for some twenty years and has continued to perfect over time. This process makes it possible to produce the extremely fine cutting contours of these components without any problems. For this type of delivery, it is not only a question of ensuring that the mechanical properties of the parts are respected, but also of complying strictly with the quality, hygiene and packaging specifications in force in the medical sector. For this reason, once the final inspection has been carried out, the ventilation components are carefully disinfected in an ultrasonic isopropanol bath and then placed one by one on trays meeting the customer's specifications using a lifting suction cup. The company has set up emergency management for these life-saving production areas: it brings some of its employees to its premises while the others remain confined to their homes on a voluntary basis, while receiving their full salary. In this way, Waterjet remains able to ensure deliveries, even if some of its employees fall ill.

Machining of biocompatible materials

"With our process, we not only machine components for various biomedical devices, but also implants for temporary or permanent integration into the human body," Maurer adds. Examples include knee prostheses, maxillofacial reconstruction aids, bone fixation plates to repair fractures and surgical instruments. One of the key advantages of this process, according to Maurer, is that it

preserves the material. It also allows extremely fine cutting, even on 25 mm thick workpieces, with a high-pressure water jet of only 0.2 mm in diameter. Conventional machining processes do not achieve the same result, or at a much higher cost. Another field of application is the extraction of grafts from donated bone tissue. These grafts can easily take the form of small cubes thanks to the fineness of the water jet, the operation being carried out hygienically, without damaging the material. These bone substitutes are then used after treatment for traumatological applications and are welded to the damaged bone. Waterjet has delivered several machines to a customer in the Benelux who supplies this type of graft to hospitals throughout Europe.

Special features of Waterjet technology

"We have patented our technology and develop our machines ourselves; as a result, they are much more precise than systems commonly found on the market," explains Maurer. The process is based on an extremely fine water jet with a diameter up to 5 times smaller than that of standard equipment and which makes a cut up to 10 times more precise. A cutting accuracy of ± 0.01 mm and a positioning accuracy of ± 0.005 mm is achieved, and the roughness of the cutting edges can be reduced to $Ra = 0.1-0.2$ μm if required. Waterjet acquires the chassis of its machines from a Swiss manufacturer who also manufactures precision machines for the watchmaking industry. The company then equips them with cutting heads and controls that it has specifically developed. Apart from the medical sector, these machines are used in precision industries such as mechatronics, metrology, aeronautics and

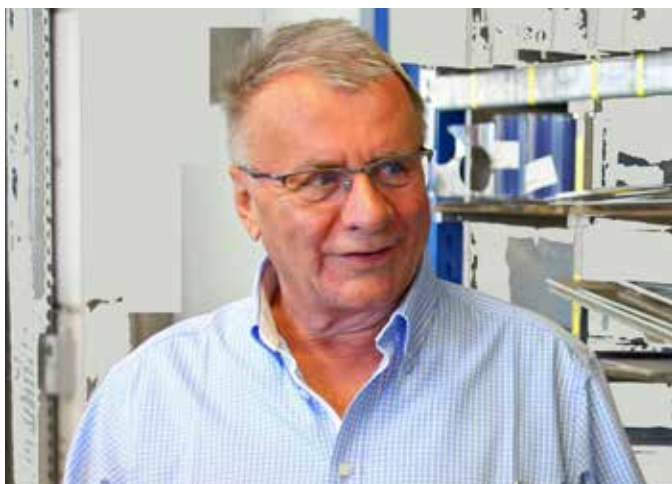
LECUREUX

eScrew

Coffret de commande compatible avec toute la gamme des tournevis Lecureux

Steuergerät für die komplette Palette Lecureux Schraubenzieher

LECUREUX SA CH-2503 Biel Bienne - www.lecureux.ch



De nombreux utilisateurs et ingénieurs ne connaissent pas encore la découpe au jet d'eau. Le soutien que nous pouvons leur apporter en tant que concepteur et utilisateur est d'autant plus important, affirme Walter Maurer.

Viele Anwender und Konstrukteure kennen das Wasserstrahlschneiden noch nicht. Umso wichtiger ist deshalb die Unterstützung, die wir als Entwickler und zugleich Anwender leisten können, Walter Maurer.

Many users and designers are not yet familiar with waterjet cutting. This makes the support we can provide as developers and users all the more important, Walter Maurer.

aerospace, precision mechanics and watchmaking. Automation devices or special robot-controlled equipment can be developed to meet special requirements. They are then designed and optimised with the customer, in line with his needs. Depending on the volumes, customers can decide to use these machines themselves or have the parts delivered to them. Waterjet now has more than 15 machines, which represents a considerable production capacity and can help customers when they have to cope with a one-off increase in their business.

3D machining and surface structuring

"In a European research project that we support, we have refined our technology, so that the water jet now allows us to perform not only cutting operations but also localised material removal," says W. Maurer. This extends the potential of this process to 3D applications. The principle consists of machining a precise area on a surface where the water jet penetrates to a depth of a few millimetres, in the manner of a small milling cutter. The most diverse structures can be obtained on this surface. These can range from more or less regular roughnesses to deep fine structures with an aspect ratio of 10 or more. Another special feature of the process is the possibility of compressing the surface by adding very fine, spherical metal grains to the water jet. These grains hammer the surface, an effect that can also be achieved by sandblasting with metal grains. Shot peening generates compressive stress and significantly improves the fatigue strength of critical components under high stress. The water jet has the advantage, due to the considerable pressure to which it is subjected (4000 bar) and thanks to the fineness of the nozzles, of being much more precise than sandblasting. In addition, when the stresses are particularly severe, it is also possible to robotize the guidance of the water jet head or the component, which makes it possible to carry out the most complex tasks on three-dimensional parts.

Different solutions for biocompatibility

"Thanks to the research work we have been conducting for many years, we are able to meet the requirements for biocompatibility of implantable parts in a variety of ways," says Maurer. The technique commonly used in water jet cutting, if the cutting efficiency is to be increased, consists of adding fine grains of garnet sand to the water jet. These grains collide with each other and are carried away by the power of the water jet, thus considerably optimizing the removal of material. However, tiny particles of garnet then become embedded in the metal, which can jeopardize the biocompatibility of the part. It is also not allowed to use water more than once. For this reason, pure water is often used for implants, which considerably reduces productivity and incurs high costs. In order to avoid this concern, Waterjet has developed biocompatible bactericidal abrasives for specific applications in the medical sector.

Structuring or water jet hammering is used, for example, to roughen the surface of metal implants or a part of their surface so as to significantly promote osseointegration. In addition, tests consisting of the excavation of tiny surface cavities prior to the introduction of drug substances in order to optimize the integration of the implant into the bone tissue have been carried out and have proven to be conclusive.

Advice and support

"Water jet cutting is a relatively new technology, still too little known to many users or designers," says W. Maurer. This is a major obstacle, he says, because a designer will generally prefer to turn to processes that he is familiar with. The company director therefore considers it essential to help those concerned, a support that he is in a position to give them since he has not only developed this technique but is also a user of it, with around fifteen machines in his workshop today. In addition to general advice, Waterjet also offers its customers the opportunity to design their process lines, carry out material tests and perform machining tests. It can test the most diverse configurations, pressures and cutting materials on its equipment and determine the optimum combination before the customer decides. This also includes the pre-production of prototypes or pre-series. Customers can also count on the company's support after the purchase. Users also benefit from the continuous research and development effort undertaken by Waterjet in collaboration with a number of universities and engineering schools. The results of this research are of direct benefit to them.

Texte et photos: Klaus Vollrath

WATERJET AG

Mittelstrasse 8
CH-4912 Aarwangen
T. +41 (0)62 919 42 82
www.waterjet.ch