

PRESSEMITTEILUNG

Oktober 2002

Wasserstrahlschneiden: Die Zukunftstechnologie

Universelle Anwendungsvielfalt, Flexibilität und hohe Produktivität

Ein Bericht über die Entstehung, Entwicklungen und die heutigen Möglichkeiten des Wasserstrahlschneidens

Von: Dipl.-Ing. (BA) Johannes Schulte Beckhausen, Flow Europe GmbH, Bretten

Als vor gut 30 Jahren der erste Schritt eines Menschen auf dem Mond neue Maßstäbe setzte, war der Wasserstrahl als industriell anerkanntes (Schneide-)Werkzeug noch unbekannt. Heute ist es genau umgekehrt. Dreißig Jahre ist der Wasserstrahl als Werkzeug der Schneidtechnik nicht mehr wegzudenken. Der Wasserstrahl, mittels Hochdruck auf die dreifache Schallgeschwindigkeit gebracht, ist das Werkzeug der Zukunft. Immer neue Anwendungen kommen täglich hinzu, auch aufgrund neuer Konstruktionsmethoden und moderner Werkstoffe.

Ein Werkzeug für präzise Schnitte in den unterschiedlichsten Materialien

Wie so oft war es die Luftfahrtindustrie, die dieser neuen Technologie zum Aufbruch verhalf. Heute setzt Firma FLOW (Flow International Corporation; www.flowcorp.com) die Maßstäbe hinsichtlich Technologie und Anwender-Know-how, wenn es um das heute modernste und universellste Fertigungsverfahren geht: Das Wasserstrahl- bzw. Abrasiv-Wasserstrahlschneiden findet heute sowohl in der Luftfahrtindustrie, aber auch gerade in der Blechbearbeitung, der Metallbearbeitung, beim präzisen Schneiden von Stein oder Glas sowie für Zuschnitte aller Kompositwerkstoffe seine Anwendung. Der Wasserstrahl bietet dabei unvergleichlichen Nutzen: Mit ein und demselben Werkzeug können heute ohne thermische Beeinflussung die unterschiedlichsten Materialien geschnitten werden. Dabei spielt die Materialdicke keine Rolle: Ob 2 mm, 20 mm oder 200 mm, der Wasserstrahl schneidet präzise und wirtschaftlich. Mit der neusten FLOW – Entwicklung, dem *Dynamic WaterjetTM* Verfahren, werden heute Teilegenauigkeiten von +/- 0,04 mm erreicht, und das auch bei größeren Materialstärken.

Wie der Wasserstrahl laufen lernte

Als Ende der 60er-Jahre die Fa. Boeing sich mit dem Thema beschäftigte, wie ein hochenergetischer feiner Wasserstrahl als Werkzeug einsetzbar ist, wurde dies speziell für die damals neuartigen Verbundwerkstoffe untersucht. Doch der industrielle Einsatz bei Boeing war damals noch nicht machbar. Man entschloss sich diesen Entwicklungsbereich zu verselbstständigen. So wurde 1971 von Dr. Mike Pao FLOW SYSTEMS gegründet, die es sich zur Aufgabe machte, die Ultrahochdrucktechnik weiterzuentwickeln. Die erste industrielle Anwendung war dann wenig später das Zuschneiden von Babywindeln bei Procter & Gamble.

Steigender Druck führt zu mehr Produktivität und flexiblen Anwendungen

Ultrahochdruckerzeugung mittels des Übersetzerprinzips ist auch heute noch das Herz einer jeden Anlage. So wie sich im Laserbereich die Energiestärken immer steigern und die Bündelung des Laserstrahls immer besser wird, so ist die Steigerung des Druckes und damit der Wasserstrahlgeschwindigkeit ein wesentlicher technologischer Fortschritt. Drücke von über 4000 bar sind heute der Maßstab. Im sogenannten Intensifier (*Bild 1*) wird aus 210 bar Öldruck mittels eines Übersetzungsverhältnisses von 20:1 Wasser auf 4150 bar komprimiert. Dabei wird, entgegen der gängigen Meinung, das Wasser um ca. 13% verdichtet. Erst die Kompression ermöglicht auch den Effekt der Beschleunigung des Wassers durch eine feine Düse von ca. 0,1 – 0,5 mm Durchmesser. Dieser immer äußerst scharfe Strahl ist das Werkzeug für vielfältige Anwendungen im Zuschnitt von „weichen“ Materialien. Klassische Anwendungen für das Reinwasser-Schneiden sind die Dichtungs- und Filterindustrie, Papier- und Dämmstoffproduktion und die Automobil-Zulieferindustrie. In diesen Bereichen werden z.B. im kontinuierlichen Herstellungsprozess Glaswolle konfektioniert, Dachhimmel eines Autos besäumt oder in hocheffizienten Schneidanlagen mit einer hohen Anzahl von Schneidköpfen moderne Dichtungsmaterialien wie Silikonkautschuk mit höchster Geschwindigkeit präzise zugeschnitten. Hierbei liegt der besondere Vorteil in der sehr guten Kantenqualität gegenüber der Stanze und der Bearbeitbarkeit gegenüber dem Laser (Verschmelzung, Gase).

Sandkörner als Geschosse

Doch der bahnbrechende Durchbruch des Wasserstrahlschneidens gelang erst 1979 durch Dr. Mohamed Hashish (heute Entwicklungsvorstand bei FLOW), der das Abrasivstrahl-Schneiden auf den Markt brachte. Mit dieser neuen Kaltschneidtechnologie, bei der dem Wasserstrahl durch Injektorprinzip Granatsand als Abrasiv zum Schneiden beigefügt wird (*Bild 2*) ist es möglich, beliebig harte Materialien zu schneiden. Mit ein und demselben Werkzeug können die unterschiedlichsten Materialien geschnitten werden, von Aluminium über Titan, zu Kupfer oder Edelstahl, genauso wie Steine, Keramik, Glas oder Graphit und jetzt auch Verbundwerkstoffe. Der Haupteinsatz liegt in einem

Dickenbereich von 5 – 80 mm, jedoch können Dicken von 100 – 200 mm und darüber hinaus erreicht werden.

Da die Schnittkanten frei von thermischer Belastung sind, ist der Abrasiv-Wasserstrahl für viele Materialien besonders geeignet, die beim Schneiden mit dem Laser zu heiß werden oder zu stark reflektieren. Als oxidationsfreier Schnitt ist der Wasserstrahlschnitt preiswerter als der Laserschnitt. Im Dünoblechbereich schneidet der Laserstrahl sicherlich mit der doppelten Geschwindigkeit, jedoch ist heute eine Abrasivwasserstrahlanlage meist mit mindestens 2 Schneidköpfen ausgestattet. Und die Möglichkeit im Paket zu schneiden, ist für den Wasserstrahl ein Kinderspiel (*Bild 3*). Je nach Vorschub ergeben sich unterschiedliche Qualitäten. Dabei ist der Geschwindigkeitsbereich um Faktor 5 wählbar zwischen Präzisionsschnitt oder Trennschnittqualität.

Die Revolution: Präzise Teile ohne Winkelfehler auch aus dickem Material

Über drei Jahre hinweg wurde bei FLOW intensiv geforscht, wie der sonst übliche Winkelfehler an einem Bauteil eliminiert werden kann. Der Schnittspalt wird beim Wasserstrahlschneiden nach unten hin kleiner. Der Verlauf des Schnittspaltes ist zusätzlich abhängig von der Materialart, der Materialdicke und der Vorschubgeschwindigkeit. Mit *Dynamic Waterjet™* hat FLOW im Jahre 2001 eine Revolution in der Wasserstrahl-Technologie vorgestellt. Es ist zum Patent angemeldet. Mittels einer intelligenten Steuerung und einer hochpräzisen 5-Achs-Kinematik wird der Schneidkopf immer entsprechend so geschwenkt, dass am Bauteil selber eine präzise Schnittkante ohne Winkelfehler entsteht. Dies gelingt auch bei dicken Materialien und komplexesten Konturen eindrucksvoll. Das Know-how von *Dynamic Waterjet* steckt insbesondere in dem neuentwickelten mathematischen Modell, das in der Schnelle von Millisekunden die notwendige Position des Schneidkopfes mittels einer „look ahead“-Funktion vorausschauend berechnet.

Ein weiterer Nutzen aus dieser Neuentwicklung ist eine wesentliche Verkürzung der Teilezykluszeit für präzise zu fertigende Teile. Bei all dieser Technik bleibt die Bedienung einer FLOW-Wasserstrahl-Schneidanlage denkbar einfach. Alle notwendigen Parameter sind in der intelligenten PC-Steuerung FLOWMASTER in Datenbanken hinterlegt. Nach Eingabe der Materialdicke und der gewünschten Oberflächenqualität, und der Auswahl des Materials aus der Materialdatenbank kann der Schneidprozess gestartet werden, ohne die sonst CNC-spezifischen Einstellungen vornehmen zu müssen.

Neuentwicklungen sind als Upgrade auch für existierende Anlagen nachrüstbar

Einige Komponenten aus der Gesamtentwicklung des *Dynamic Waterjet* sind bei FLOW auch für bereits existierende Maschinen nachrüstbar. So wurde im Sommer 2002 der neue Abrasivstrahl-Schneidkopf PASER ECL vorgestellt, der aufgrund neuartiger Fertigungsmethoden zwei entscheidende Nutzen bietet: Die Schneidleistung wird

aufgrund der höheren Ausnutzung der kinetischen Energie um ca. 10% gesteigert, und die Lebensdauer der Verschleißkomponenten steigt um ein Vielfaches.

Die umfangreichen Untersuchungen an neuen mathematischen Modellen haben auch dazu geführt, dass die Maschinensteuerung FLOWMASTER (*Bild 4*) auch für herkömmliche Maschinen weiter optimiert werden konnte. Die Folge sind eine weiter verbesserte Maschinendynamik beim Schneiden von Ecken, sodass schon hiermit die Teilequalität auf herkömmlichen Maschinen deutlich gesteigert werden kann. Auch ältere FLOW-Anlagen können mit diesen neusten Technologien nachgerüstet werden.

FLOW-Ultrahochdruck-Pumpen: Das Herz einer jeden Anlage

Das Herz der Anlage, die Ultrahochdruckpumpe, ist in modernen Anlagen für Dauerarbeitsdrücke von mehr als 4100 bar ausgelegt und über die Maschinensteuerung regelbar. FLOW's Ultrahochdruckpumpen sind im Markt für ihre Langlebigkeit und höchste Produktivität anerkannt. Aufgrund intensiver Forschung und Entwicklung werden auch bei höchsten Dauerarbeitsdrücken sonst unerreichte Standzeiten für alle Komponenten erzielt. Der Arbeitsdruck ist der wesentliche Faktor für die Wirtschaftlichkeit. So geht die Steigerung des Druckes überproportional in die erzielbare Schneidgeschwindigkeit ein, bzw., die Schnittqualität wird bei gleichen Vorschubwerten deutlich verbessert.

FLOW liefert weltweit jährlich über 500 Pumpen für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete. Um den wirtschaftlichsten Schnitt zu erzielen, sollte pro Schneidkopf mindestens ein Fördervolumen von 3,7 L/min zur Verfügung stehen.

Die Forschungen gehen neben der weiteren Steigerung der Lebensdauer der Hochdruckdichtungen besonders zu noch höheren Drücken. Es ist zu erwarten, dass kurzfristig FLOW-Anlagen mit Drücken weit über 5000 bar serienreif sind. Man wird dann z.B. 1 – 2 mm starkes Aluminium oder Edelstahl mit Geschwindigkeiten von 5 – 10 Metern (!) pro Minute nahezu ohne Abrasiv trennen können, was die Produktivität im Dünnblechbereich drastisch steigern wird.

Je nach Anwendung die passende Maschine

Die heutigen modernen Wasserstrahlanlagen werden bei FLOW auf den Anwendungsfall hin aus einem Baukasten entwickelt. Je nach erforderlicher Teilegenauigkeit werden heute moderne Wasserstrahlanlagen entweder als Ausleger oder Portalanlage mit Einkopf – oder Mehrkopftechnik ausgestattet. Wichtige Komponenten, die an einer Anlage nicht fehlen sollten, sind die Höhensensorik mit Kollisionsschutz, die automatische Abrasiventschlammung der Anlage und optionale Abrasivaufbereitung sowie eine leistungsstarke bedienfreundliche Steuerung auf PC-Basis. Hierin sollten die materialspezifischen Vorschubdaten enthalten und erweiterbar sein. Eine moderne Anlage für großformatige Tafeln mit 2 Schneidköpfen und entsprechend leistungsfähiger

Pumpe und komplettem Zubehör kostet heute je nach Maschinentyp und Ausführung ca. EURO 250.000 – 400.000 (*Bild 5*).

FLOW – weltweit anerkannter Partner für Anwender – Know-how und guten Service

Die Flow Europe GmbH als europäische Zentrale ist seit nun über 20 Jahren heute mit ca. 100 Mitarbeitern von Bretten im Badischen und von 4 europäischen Tochtergesellschaften für die Entwicklung, den Bau und den Service der Anlagen in Europa zuständig. Ein großes Serviceteam bestehend sowohl aus Mitarbeitern im Innendienst für Beratung und Ersatzteilversorgung, sowie dem technischen Service im Feld sichern den Kunden eine permanent hohe Verfügbarkeit. Darüber hinaus bietet FLOW seinen Kunden ein umfangreiches Schulungsprogramm an. Da die Pumpe sehr schnell und einfach selber zu überholen ist, können die meisten Wartungsarbeiten vom Kunden selber durchgeführt werden. Eine umfangreiche Pumpenschulung unterstützt hierbei. Im Schulungs- und Demozentrum in Bretten werden daneben auch Softwareschulungen angeboten. Die Flow Europe GmbH gehört zur weltweit tätigen FLOW-Gruppe mit Hauptsitz in Kent (WA) – USA, in der Nähe von Seattle. Hier werden die zentralen Entwicklungen koordiniert und alle Pumpen für den weltweiten Markt produziert. Die FLOW-Gruppe erzielt mit ca. 900 Mitarbeitern weltweit einen Umsatz von ca. 200 Mio.-US\$.

Wasserstrahlschneiden- die Zukunftstechnologie

Mit weiteren technologischen Innovationen, die bereits in den Entwicklungslabors erforscht werden, wird FLOW auch weiterhin Maßstäbe setzen. So sind die ersten mit Wasserstrahl gefrästen Teile (*Bild 6*) aus Titan bzw. feinste präzise Bohrungen in Glas bereits in der neuen Raumstation im All eingebaut. Sicher ist, dass das Schneiden mit dem Wasserstrahl, sich neben dem Laser als **die** Werkzeugmaschinentechologie etablieren wird. Die Entwicklungen der letzten Jahre ermutigen FLOW auch weiterhin Maßstäbe zu setzen, wenn es ums Schneiden mit Wasser geht. Maßstäbe wie einst den ersten Schritt auf den Mond.