

Spindel-Umrichter-Systeme für die Zerspanung von Aluminiumlegierungen

Die Anforderungen an Spindeln für die Hochleistungszerspanung von Aluminiumlegierungen sind in den vergangenen Jahren stetig gestiegen. Beim Volumenfräsen gilt es, in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Aluminium zu zerspanen. So ist es Stand der Technik, bei Schnittgeschwindigkeiten von 4'000 m/min eine Material Removal Rate (MRR) von bis zu 8 l/min zu erzielen. Dies erfordert Spindeln mit hoher Drehzahl und hoher Leistung.

Das Schlichten erfordert hohe Drehzahlen, um auch für kleine Werkzeuge, mit denen nur eine begrenzte Leistung in Späne umgesetzt werden kann, ausreichende Schnittgeschwindigkeiten erreichen zu können (Tabelle 1).

	Leistung	Drehzahl
Schruppen	+++	++
Schlichten	+	+++

Tabelle 1: Anforderungen an Spindelleistung und -drehzahl bei der Aluminium-Zerspanung.

Der Fokus neuer Entwicklungen liegt derzeit auf einer Steigerung der maximal verfügbaren Leistung, d.h. auf einer Optimierung des Schrappprozesses. Dabei wird an einer Maximaldrehzahl von 30'000 min^{-1} festgehalten, da bei einer weiteren Steigerung der Drehzahl die Gefahr einer negativen Beeinflussung der Zuverlässigkeit des Systems bestehen kann und die für das Schlichten zur Verfügung stehende maximale Drehzahl von 30'000 min^{-1} ausreichend ist. Die Steigerung der verfügbaren Leistung ist u.a. wirtschaftlich sinnvoller, da die Verringerung des Zeitanteils des Schrappens bei Zerspanungsraten von über 90 % des Rohbauteils die größeren Potentiale hinsichtlich einer Produktivitätssteigerung bietet. Eine Steigerung der Leistung bringt es mit sich, dass definierte Maßnahmen ergriffen werden müssen, damit die Leistung prozesssicher in Späne umgesetzt

werden kann, und bedeutet, dass der Spindelhersteller zwangsläufig das mechatronische Gesamtsystem (Spindel und Umrichter) betrachten und beherrschen muss.

Unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Randbedingungen entwickelte die Fischer AG ein Spindel-Umrichter-System. Das in vielen Anwendungsfällen erprobte System wird nun vorgestellt. Die durchgeführten Tests zeigen, dass der Einsatz des Systems die genannten Grenzen deutlich in Richtung mehr Produktivität zu verschieben vermag. Die neu entwickelte Spindel MFW-2320/30 VC HSK-A63 bedient sich dazu eines speziell für diesen Anwendungsfall entwickelten Synchronmotors, der durch einen hauseigenen Umrichter angetrieben wird. Der entwickelte Synchronmotor stellt in Bezug auf die im gegebenen Bauraum erzielte Leistungsdichte das Optimum dar. So konnte im Vergleich zu konventionellen Spindeln der Lagerabstand zwischen der vorderen und hinteren Lagerstelle deutlich reduziert werden. Dies hat einen positiven Einfluss auf die strukturellen Eigenschaften der Spindel und äußert sich in einem stabileren Fräsverhalten bei größerer Schnitttiefe.

Darüber hinaus eignet sich die Spindel aufgrund ihrer kompakten Bauweise für den Einsatz in 5-Achs-Schwenkköpfen. Für diese, wie auch im Allgemeinen von großer Bedeutung ist die Wuchtgüte der

Spindel. Fischer Spindeln für das Volumenfräsen werden daher standardmäßig so gewuchtet, dass eine minimale Erregung der mechanischen Umgebungsstruktur sichergestellt ist. Das Optimum der Wuchtung wird durch Berücksichtigung der Amplituden und Schwingungsformen der Spindel, die durch die Restunwucht hervorgerufen werden, erzielt. Der Einfluss dieser durch Einsatz des Synchronmotors vollzogenen dynamischen Optimierung schlägt sich bei der Berechnung der Stabilitätskarten für zum Einsatz kommende Werkzeuge nieder, sowie auch in der Praxis, wie durch Fräsversuche am WZL in Aachen und am PTW in Darmstadt bestätigt wurde. Abbildung 1 zeigt das Ergebnis der Berechnung einer Stabilitätskarte für typischerweise eingesetzte Werkzeuge, die durch Praxistests validiert wurde. Es lässt sich hieraus der optimale Arbeitsbereich der Spindel ermitteln. Dieser liegt zwischen 20'000 und 30'000 min^{-1} , also in dem für Werkzeuge dieser Art üblichen Einsatzbereich.

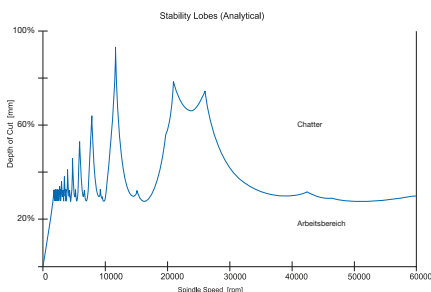


Abbildung 1: Stabilitätskarte für ein Werkzeug
 $d = 50 \text{ mm}$, $L = 120 \text{ mm}$ (0.2 mm Zahnvorschub, $z = 4$)

Bei den oben erwähnten Hochschul-Ver suchen konnten MRR-Werte von bis zu 12 l/min erzielt werden, was einer Steigerung von 50 % gegenüber der bisher existierenden Obergrenze gleichkommt. Diese

Steigerung hat eine beachtliche Verkürzung der Zerspanzeit und damit Erhöhung der Produktivität zur Konsequenz. Bei einem Rohbauteil-Gewicht von 1,5 t und einem gewichtsbezogenen Zerspanungsanteil von nur 70% wäre eine Reduzierung der Zerspanzeit beim Schruppen von 33% erzielbar (Abbildung 2).

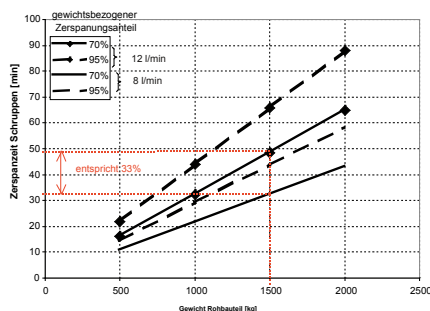


Abbildung 2: Einfluss der Erhöhung des MRR von 8 l/min auf 12 l/min auf die Zerspanzeit Schruppen.

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass die neue Fischer-Spindel MFW-2320/30 VC HSK-A63 für das Volumenfräsen von Aluminium einen neuen Meilenstein der Spindelentwicklung in Bezug auf Zuverlässigkeit und Produktivität darstellt.

MFW-2320/30 VC HSK-A63

Durchmesser	230 mm
Länge	534 mm
Gewicht	107 kg
Drehzahl max.	30'000 min^{-1}
Werkzeug-Interface	HSK - A63
Motortype	AC synchron
Spannung	523 V
Strom	177 A
Leistung S1	100 kW
Drehmoment S1	48 Nm
Leistung S6 40 % t=2 min	125 kW
Drehmoment S6 40% t=2 min	60 Nm
Kühlmedium-Spindel	wasserbasierendes Fluid
Kühlsystem Spindel	Lager + Motor
Prozesskühlung extern	Düsen M5 einstellbar
Werkzeugkühlung intern	ja
Drehzahlüberwachung	Drehgeber
Motortemperatursensor	KTY
Dilatationssensor	option
Beschleunigungssensor	option
Lagertemperatur Sensor	PT 100

FISCHER Frequenz-Umrichter

Stromregelung ASIC-basiert	Regeltakt 2 μs
Modulations-Frequenzen	4 bis 20 kHz
Leistung	200 kVA
Stromstärke	300 A_{eff}
Kühlung	Wasser

Wir stehen Ihnen für Fragen und die Zusendung weiterer Informationen gerne zur Verfügung:

EUROPE	Mr. Rudolf WALTER rudolf.walter@fischerprecise.de T +49 711 787 827 18 F +49 711 787 827 19	FISCHER PRECISE Deutschland GmbH Gaußstrasse 2 70771 Leinfelden-Echterdingen Germany
	Mr. Doug KRANZ doug.kranz@fischerprecise.com T +1 262 632 617 3 F +1 262 632 673 0	FISCHER PRECISE USA, Inc. 3715 Blue River Avenue Racine, WI 53405 USA
CHINA	Mr. Jesse HSU jesse.hsu@fischerprecise.com T +86 215 227 765 5 F +86 215 227 765 6	FISCHER Shanghai Spindle Technologies, Inc. 5, Lane 200, Hua-Hang Road Shanghai 201106 China P.R.

FRANCE	Mr. Jean-Luc PARVILLE jeanluc.parville@fischerprecise.fr T +33 450 316 622 F +33 450 316 621	FISCHER Europe Service S.A.R.L. 2, av. Usinage Grande Vitesse 74250 Peillonex France
	Mr. Tomoki KATO dynex@earth.email.ne.jp T +81 774 980 538 F +81 774 980 548	FISCHER PRECISE Japan Corporation 7-4-6 Seika-dai Seika-cho Soraku-gun Kyoto 619-0238 Japan
ASIA	Mr. Jürgen BECK juergen.beck@fischerprecise.de T +86 215 227 765 5 F +86 215 227 765 6	FISCHER Shanghai Spindle Technologies, Inc. 5, Lane 200, Hua-Hang Road Shanghai 201106 China P.R.

FISCHER AG Präzisionsspindeln
 PO. Box 31
 3360 Herzogenbuchsee
 Switzerland
 T +41 62 956 22 22
 F +41 62 956 22 00
 fch@fischerprecise.ch

PRECISE Präzisionsspindel GmbH
 Am Wallgraben 2
 42799 Leichlingen
 Germany
 T +49 2175 971 0
 F +49 2175 971 99
 pd@fischerprecise.de

Der Film zum Bericht steht
 auf unserer
 Homepage als
 Download bereit!
www.fischerprecise.ch • www.precise.de