

Nachrüstbare Steifigkeit

Die konstruktiv bedingten Steifigkeitsgrenzen von Frässhiebern verursachen Probleme bei dynamischen Zerspanungsprozessen. Eine Lösung liegt in der Stabkinematik. Sie kann sowohl die durch Beschleunigung und Fräsarbeiten entstehenden Verformungskräfte aufnehmen als auch thermisch bedingte Verlagerungen kompensieren. Geeignet ist die Vorrichtung für Neuentwicklungen sowie zur Aufwertung vorhandener Gantry- und Portalmaschinen.

EDGAR KLITSCH

■ Bei herkömmlichen Frässhiebereinheiten nimmt die Steifigkeit mit zunehmender Ausfahrlänge in der dritten Potenz ab. Ursache hierfür sind der gleich bleibende Schieberquerschnitt und die Verformung bei einseitig eingespanntem Träger. Dies gilt sowohl für einseitig als auch für allseitig geführte (RAM) Frässhieber. Auf Grund dieser ungenügenden Steifigkeit kann bei ausgefahrenem Schieber und dynamischer Belastung nicht die volle Achsantriebsleistung genutzt werden, da

sonst Oberflächengüte und Formgenauigkeit des Werkstücks stark beeinträchtigt würden. Bei groben Zerspanungsarbeiten würde sich die Maschine zudem aufschwingen. Um dies zu vermeiden, werden Portalmaschinen mit verfahrbarem Querbalken ausgerüstet. Diese Bauart reduziert die ungespannte Länge. Ebenso steigt die Genauigkeit beim Fräsen senkrechter Flächen, da eine »bananenförmige« Verformung auf Grund von Wärmespannungen unterbunden wird. Im Gegensatz zu

den Portalmaschinen können Gantry-Maschinen mit oben liegender Führungsbahn nicht mit einem verfahrbaren Querbalken ausgerüstet werden. Bisher gab es keine Möglichkeit, die Steifigkeit der Gantry-Bauweise zu erhöhen. Neue Werkzeugmaschinenkonzepte wie zum Beispiel der Hexapot oder Tripot würden diese Nachteile zwar eliminieren, sind jedoch ab einer Werkstückgröße von 2000 × 2000 × 1500 mm nicht mehr praktikabel. Eine indirekte Verformungskompensation >>>

BEARBEITUNGSZENTREN

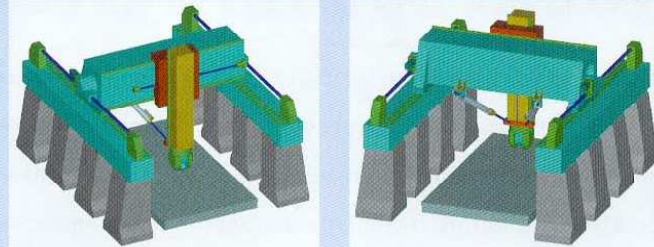
der Steuerung beeinträchtigt ebenfalls die Maschinendynamik. Konzepte, die über die Steuerung die Verlagerungen am TCP (Werkzeugspitze) korrigieren, haben den Nachteil, dass nachgiebige Bauteile die Verformungsenergie speichern. Die Energie kann so nicht abgebaut werden. Außerdem benötigt die Steuerung ein perfektes Rechenmodell der Maschine, um die zahlreichen Verlagerungsmessungen auszuwerten und den TCP im Zielfenster zu halten.

Stabkinematik stabilisiert und reduziert die Masse

Diese Limitierungen gängiger Konstruktionen lassen sich mit Hilfe der Stabkinematik beseitigen. Die Stabkinematik dient zur Stabilisierung, Schwingungsdämpfung und gezielter Korrektur der Verformungen bei Schieberfräseinheiten. Sie kann sowohl an Gantry-Maschinen als auch an Portalmaschinen montiert werden. Die Stabkinematik verhindert aktiv eine zu große Verformung des ausgefahrenen Schiebers, ist zuschaltbar und entfaltet ihre volle Wirkung bei ausgefahrenem Schieber (Bild 1).

Die Stabkinematik baut zudem die von den Bearbeitungskräften eingeleitete Energie mithilfe der Teleskopstäbe direkt ab. Weiterhin ist es möglich, thermische Verlagerungen des Frässhiebers mit dieser Vorrichtung auszugleichen. Darüber hinaus ist die Hauptforderung an jede Werkzeugmaschine der HSC-Bearbeitung nach höherer Steifigkeit bei leichteren Bauteilen erfüllt. Insbesondere der Einsatz von Linearmotoren erfordert eine erhebliche

ZUSCHALTBAR



Bei HSC-Maschinen kann die Stabkinematik Verformungen unmittelbar kompensieren

Massenreduzierung, da überflüssige Masse mit höherer Wärmeentwicklung und höherem Energieverbrauch bezahlt wird.

Eine Gewichtsersparnis ergab sich durch zwei Teleskopstäbe, die über eine Haltebrücke an der Führung des Frässhiebers angreifen und ihn positionieren.

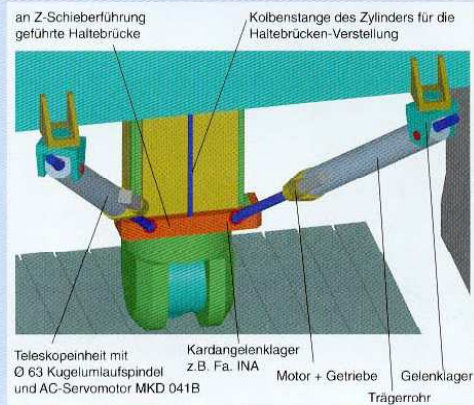
Haltebrücke ist je nach Werkstückkontur verschiebbar

Die Haltebrücke selbst ist auf der Führung des Frässhiebers verschiebbar. Es wird quasi eine zweite Führungsebene geschaffen, die die Frässhieber-Kreuzschlitteneinheit auch alleine bewegen könnte. Die Haltebrücke wird je nach Werkstückstörkontur durch Hydraulikzylinder in der entsprechenden Z-Position gehalten (Bild 2). Das hat den Vorteil, dass die Bewegung der Z-Achse auf die Stabkinematik keinen Einfluss hat; die Bewegungen sind entkoppelt. Die Kalibrierung der gesamten Einheit erfolgt im Teach-in-Verfahren. Da-

bei wird der Y-Schlitten verfahren. Die entsprechenden Positionswerte der Teleskopachsen werden zu den Y-Positionswerten automatisch aufgenommen und in der Steuerung hinterlegt. Auch ältere Steuerungen verfügen über mindestens zwei Mitschleppachsen pro NC-Hauptachse und sind daher für die Stabkinematik geeignet.

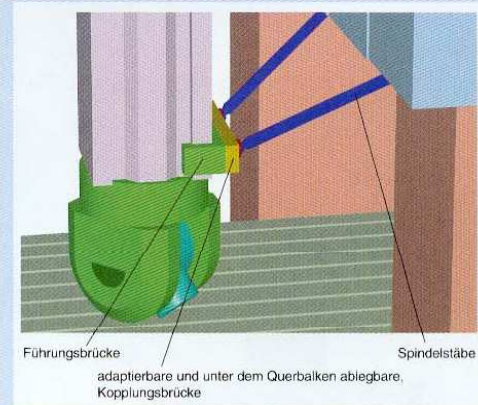
Bei Maschinen mit fest stehendem Portal ist die Haltebrücke als Koppellement ausgebildet. Bei Portalfräsmaschinen mit Fräskopfwechsel außerhalb des Arbeitsbereichs kann dieses Koppellement direkt unter dem Querträger abgelegt und bei Bedarf wieder angekoppelt werden. Der stationäre Befestigungspunkt befindet sich an dem Grundkörper, an dem sich die Führung des Schieber Schlittens befindet. Die Teleskopstäbe sind so angebracht, dass im gesamten Arbeitsbereich die Verbindung zum Frässhieber bestehen bleiben kann (Bild 3). Die Teleskopstützen sind mit Kugelgewindespindel und angetriebe-

ABGESTÜTZT



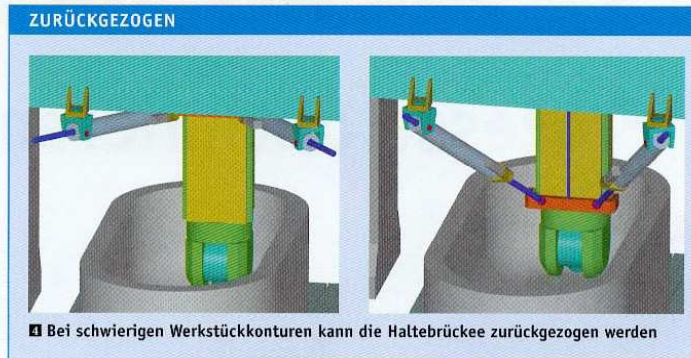
Der Antrieb des Teleskopstabs erfolgt durch Kugelumlaufspindel, die Steuerung als Mitschleppachse der Y-Hauptachse

ANGEKOPPELT



Bei Portalmaschinen werden die Teleskopstangen im gesamten Arbeitsbereich mitgeführt

BEARBEITUNGSZENTREN



ner Mutter auszurüsten und lassen sich als Slave-Achsen problemlos betreiben. Die Verformungskräfte werden somit kompensiert. Bei engen Platzverhältnissen am Werkstück können die Teleskopstäbe an verschiedenen Stellen entfernt vom Werkzeug angekoppelt werden, um das Eintauchen in entsprechende Formen zu ermöglichen (Bild 4). Dabei ist es empfehlenswert, die an den Teleskopstäben angebrachte Haltebrücke durch Sensoren zu überwachen, um eventuelle Kollisionen auf Grund von Programmfehlern auszuschließen.

Insgesamt kann die Stabkinematik die durch Beschleunigung und Fräsvorgänge auftretenden Verformungskräfte direkt aufnehmen und ermöglicht bessere Formgenauigkeit bei größeren Vorschüben und höheren Beschleunigungen. Schwere Zerspanungsarbeiten sind mit dieser Unterstützung auch auf HSC-Gantry-Maschinen ausführbar. Die Korrektur der thermischen Verlagerungen trägt ebenfalls zu besserer Formgenauigkeit bei.

Bei Neukonstruktionen kann die Stabkinematik helfen, die bewegten Massen

deutlich zu reduzieren, da sie die Aussteifung der Konstruktion übernimmt. Die Reduktion der bewegten Massen macht bei Neukonstruktionen auch den Einsatz von Linearmotoren eher möglich. Bei Portalfräsmaschinen kann der aufwändige, verstellbare Querträger entfallen, wobei sich dennoch die volle Fräsleistung auf niedrige Werkstücke übertragen lässt. An vorhandenen Gantry- und Portalmaschinen ist die Vorrichtung aber auch nachrüstbar.

UPGRADABLE STIFFNESS

The stiffness limits imposed on milling slides by design constraints cause problems in dynamic machining processes. The solution lies in bar kinematics. This is not only capable of absorbing the forces of deformation generated by acceleration and milling processes, but also of compensating for heat related displacements. The device is suitable both for new developments and for upgrading existing gantry and portal machines.

Dipl.-Ing. Edgar Klitsch ist freiberuflich im Bereich der Werkzeugmaschinenoptimierung in Bielefeld tätig;
Edgar.Klitsch@t-online.de