

Fliegender Wechsel

Schnelle, präzise Werkzeugwechsel sind unerlässlich, um komplexe Teile wirtschaftlich zu bearbeiten. Der Trend zu Multifunktionsmaschinen zwingt Werkzeugschnittstellen dazu, die Eigenschaften der klassischen Kupplungssysteme fürs Drehen und Fräsen zu kombinieren. Eine besondere Herausforderung dabei: das exakte Positionieren der Schneide bei Drehoperationen.

Sie werden immer komplexer, müssen mehr Funktionen mit höherer Präzision erfüllen und dabei darf ihr Preis nicht steigen. Das gilt nicht nur für Bauteile der Automobilindustrie – etwa Komponenten für Einspritzsysteme von Verbrennungsmotoren oder Sicherheits- und Steuerelemente im Fahrwerks- und Bremsenbereich. Auch andere Branchen wie die Medizin-, die Energie- oder die Luftfahrttechnik stellen keine geringeren Anforderungen. Zudem verlangen sinkende Losgrößen und mehr Varianten Flexibilität und eine entsprechend ausgefeilte Fertigungstechnik von den Herstellern. In Europa und Japan liegen deshalb so genannte Multi-Task-Maschinen im Trend. Sie drehen, fräsen, bohren, reiben oder schleifen das Werkstück in einer Aufspannung. Ohne hochpräzise Schnittstellen, die einen schnellen, unkomplizierten Werkzeugwechsel erlauben, ist das jedoch nicht möglich. Deren Bedeutung unterstreicht eine Aussage von Gerhard Ulmer, Verkaufsleiter bei der Schlierbacher Stama GmbH: „Die auf unseren Maschinen gefertigten Werkstücke haben zum Teil reine Schnittzeiten von ein bis zwei Minuten, erfordern aber bis zu 25 Werkzeugwechsel.“

Um die Gunst der Anwender konkurrieren derzeit insbesondere zwei Kupplungssysteme zwischen Spindel oder Revolver und Werkzeug: Coromant Capto und die dazu kompatiblen polygonalen Kegelschaft-Aufnahmen (PSC) sowie der vom HSK-A abgelei-



„Ein HSK-T-Revolver lässt sich bis zu 90 Prozent schneller umrüsten als das Pendant mit VDI-Werkzeugen“, sagt Dr. Jochen Kress, Mitglied der Geschäftsleitung von Mapal Bild: Mapal

tete HSK-T (Hohlschaftkegel für Drehoperationen). Stama bietet beide Optionen an. Die polygonalen Werkzeugaufnahmen haben Vorteile bei hochgenauen Anwendungen. Ihre Positionier- und Wiederholgenauigkeit sowie die übertragbaren Radialkräfte und Biegemomente sind besser. Laut Dr. Klaus Christoffel, Leiter des Produktmanagements bei Sandvik Coromant in Düsseldorf, ist die Drehmomentsteifigkeit und -übertragbarkeit des Capto-Polygonenschafts der Ausführung C6 um mindestens den Faktor 2 höher als beim HSK 63. „Und das führt beim Drehen, wo’s genau auf diese Aspekte und eine exakt eingehaltene Schneidhöhe ankommt, zu präziseren Bearbeitungsergebnissen.“ Von

Bedeutung sei das unter anderem beim Gewinden und Einstechen sowie bei Präzisionsoperationen.

Als einen wesentlichen Vorteil des Hohlschaftkegels nennt Gerhard Ulmer von Stama den um 10 bis 15 % schnelleren automatischen Werkzeugwechsel gegenüber dem Coromant Capto. „Der resultiert in erster Linie aus der erforderlichen genaueren Positionierung der Polygonaufnahme.“ Ein weiterer Punkt auf der Habenseite des HSK-T ist die Möglichkeit, das Werkzeug um 180° verdreht zu rüsten. Dadurch lassen sich einige Tools und damit Kosten einsparen.

Diese und weitere technische Eigenschaften untersuchen Forscher des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) der RWTH Aachen. In einem im Herbst 2008 gegründeten Arbeitskreis erforschen die Wissenschaftler die statischen und dynamischen Eigenschaften verschiedener Werkzeugschnittstellen. Über konkrete Zahlen mag Wieland Klein, Oberingenieur am Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen, derzeit noch nicht sprechen. „Die statischen Eigenschaften der Schnittstellen sind zwar bereits weitgehend untersucht, die Ergebnisse jedoch noch nicht abschließend ausgewertet und statistisch aufbereitet.“ Und das dynamische Verhalten der Schnittstellen sowie der Einfluss der Drehzahl des rotierenden Werkzeugs seien ohnehin erst aktuell Gegenstand der Untersuchungen. In diesem Zusammenhang kündigt Klein je-

> KOSTENEFFIZIENZ

Moderne Werkzeugschnittstellen verbinden die Eigenschaften klassischer Systeme fürs Drehen und fürs Fräsen. Sie sind dadurch flexibler und bieten die Möglichkeit, Drehwerkzeuge sowohl im Revolver als auch in der Frässpindel einzusetzen. Dadurch können Tools eingespart werden. Schnellere Werkzeugwechsel steigern die Produktivität zusätzlich. Sowohl der HSK-T als auch der Polygone Hohlchaft schaffen damit die Grundlagen, um in Multifunktionszentren schnell auf sich ändernde Teilespektren zu reagieren.

Exaktes Positionieren der Schneide – auch beim automatischen Werkzeugwechsel – und hohe übertragbare Kräfte sind eine Voraussetzung für hochwertige Drehoperationen. Coromant Capto, die bislang führende Werkzeugschnittstelle für Multifunktionsanwendungen, erhält Konkurrenz von der Hohlchaft-kegel-Variante HSK-T Bild: Sandvik

doch für das laufende Jahr interessante und überraschende Ergebnisse an.

„Als wir vor rund zehn Jahren mit Fräs-Dreh-Anwendungen begonnen haben, war noch kein System für den automatischen Werkzeugwechsel verfügbar, das gleichzeitig eine vernünftige Abstützung, Plananlage und Radialfixierung bot“, erinnert sich Gerhard Ulmer von Stama. Die Alternative Coromant Capto sei für angetriebene Werkzeuge erst später verfügbar gewesen. „Aber für die Hersteller von Bearbeitungszentren war diese Schnittstelle ohnehin lange kein Thema, weil der HSK-A bereits die führende Spindel-schnittstelle war.“ Obwohl die Radialfixierung und die Steifigkeit der PSC-Schnittstelle besser gewesen seien, hätten viele Kunden abgewunken. Begründung: Ihr Werkzeug-schrank sei voll mit HSK-Tools und die seien ja auch billiger als Capto-Werkzeuge. Deshalb suchten die Schlierbacher damals einen Hersteller, der HSK-Aufnahmen mit einer höheren Genauigkeit liefern konnte, so dass diese auch für Drehoperationen geeignet wa-



„Für Operationen mit stehenden Tools werden künftig HSK-T und Coromant Capto die Schnittstellen der Wahl sein“, sagt Frank Wohlhaupt, Geschäftsführer des gleichnamigen Familienunternehmens Bild: Wohlhaupter

ren. Diesen Partner fanden die Werkzeugmaschinenbauer in der Frickenhausener Wohlhaupter GmbH. Gegenüber der verbreiteten, einfachen und robusten Revolver-Schnittstelle VDI hat der HSK mit eingeschränkter Toleranz eine Reihe von Vorteilen:

- er lässt sich genauer positionieren,
- er eignet sich für automatische Wechsel,
- die gleichen Tools können sowohl im Revolver als auch in der Frässpindel eingesetzt werden,
- der Werkzeugwechsel im Revolver ist erheblich schneller und unkomplizierter und
- es sind höhere Drehzahlen bei rotierenden Operationen möglich.

Den Zeitgewinn beim Umrüsten eines HSK-Revolvers gegenüber der VDI-Variante, gibt Dr. Jochen Kress mit bis zu 90 % an. Er ist als Mitglied der Geschäftsleitung der Mapal Dr. Kress KG für die strategische Produktentwicklung des Aalener Werkzeugherstellers verantwortlich.

Um die für Drehoperationen nötige radiale Positioniergenauigkeit zu erhalten, schränkten die Entwickler die Toleranzen der Mitnehmernut



Das Multifunktionszentrum R200 von Index hat keinen Revolver mehr. Sowohl stehende Tools fürs Drehen als auch rotierende für Fräsen werden aus dem Magazin in die Spindel eingewechselt Bild: Index

des Standard-Hohlschaftkegels ein. Damit auch der HSK-T Hersteller-unabhängig bleibt, wurden alle erforderlichen Maße und Toleranzen in der ISO 12164-3/4 festgeschrieben. Nachdem die Normung erfolgt war, bildeten Maschinen-, Werkzeug- und Komponentenhersteller – überwiegend aus dem süddeutschen Raum – Mitte 2008 einen Arbeitskreis. Das Ziel: Die HSK-T-Schnittstelle mit ihren Vorteilen in der Praxis effizient einzuführen und weiterzuentwickeln. Der Arbeitskreis ist in zwei Gruppen aufgeteilt. Die erste beschäftigt sich mit dem Aufbau eines standardisierten Werkzeugprogramms und legte einheitliche Ausführungs- und Qualitätskriterien fest. Zusätzlich wurde ein HSK-T-Gütesiegel verabschiedet, das alle Werkzeuge führen dürfen, die nach den Vorgaben des Arbeitskreises hergestellt werden. Das Standardprogramm umfasst derzeit die Größen HSK-T 40, 63 und 100. Es soll von allen Werkzeugherstellern, die Mitglied im Arbeitskreis sind, ab der Stuttgarter Messe AMB im September vermarktet werden.

Ziel der zweiten Arbeitsgruppe war die Integration der HSK-T-Schnittstelle in Revolver von Drehmaschinen. „Die Herausforderung dabei war, in einem begrenzten Einbauraum eine möglichst große Mittenbohrung für robuste Antriebswellen und damit hohe Antriebsmomente unterzubringen sowie Raum zu schaffen für unterschiedliche Kühlschmierstoffübertragungen für stehende und angetriebene Werkzeuge“, erläutert Jochen Kress. Als Konsequenz entstanden neue Spannsysteme für Stern- und Trommelrevolver.

Der von Mapal entwickelte Revolverspanner für HSK-T-Werkzeuge verbindet denn auch die Flexibilität des VDI mit der Genauigkeit des HSK. Das zeigt sich insbesondere beim Werkzeugwechsel, der beim HSK-T auch oh-



Die 2-spindlige Drehbearbeitung stellt höchste Anforderungen an die Positionier- und die Wechselwiederholgenauigkeit der Werkzeug-schnittstelle sowie die Radialfixierung der Werkzeuge Bild: Stama

ne Ausrichten und Messschnitte präzise möglich ist. Das Umrüsten von stehenden auf angetriebene Werkzeuge oder umgekehrt dauert laut Kress nur etwa 30 s. Durch den großen zentralen Durchgang können die Werkzeuge über ein Kühlmittelrohr zentral gekühlt werden. Alternativ ist es möglich die

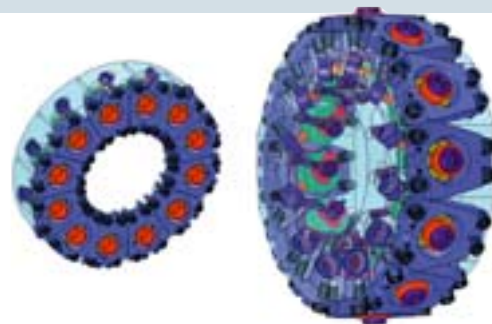
Antriebswelle rotierender Tools durch die Zentralbohrung zu führen. Der benötigte Einbauraum des Revolverspanners ist klein, und durch die besondere Flanschgeometrie kann der Spanner sowohl auf einem Stern- als auch auf einem Trommelrevolver eingesetzt werden. Die Spannzange sorgt zudem dafür, dass trotz geringer Betätigungskraft hohe Einzugskräfte und damit eine hohe Steifigkeit der Schnittstelle erzielt werden.

Wie Jochen Kress von Mapal, rechnet auch Frank Wohlhaupter, Geschäftsführer des gleichnamigen Familienunternehmens, damit, dass der HSK-T den VDI als Revolverschnittstelle in Drehmaschinen weitgehend ersetzen wird. Weiteres Potenzial sehen die beiden Werkzeugspezialisten für das neue System im Bereich der Fräs-Dreh-Zentren: „In Bearbeitungszentren ist der HSK-A heute Standard. Wenn hier Drehoperationen hinzukommen, macht es Sinn, die kompatible Schnittstelle einzusetzen.“ Dadurch könnten Tools für Drehoperationen sowohl im Revol-

Schnittstelle	Vorteile	Grenzen	Wichtigste Einsatzfelder/ Verbreitung
HSK-T 	<ul style="list-style-type: none"> • hochwertige genormte Schnittstelle • für hohe Drehzahlen geeignet • schneller automatischer Werkzeugwechsel • hohe Wechsel- und Wiederholgenauigkeit • niedrige Betätigungsmomente • kurze Wechsel- und Rüstzeiten • einfacher Wechsel zwischen stehenden und rotierenden Tools beim Einsatz im Revolver • geeignet für Minimalmengenschmierung • gute radiale Positionsgenauigkeit • Werkzeuge um 180° umsetzbar, dadurch weniger Tools nötig • gutes Preis-Leistungs-Verhältnis, v.a. bei rotierenden Tools 	<ul style="list-style-type: none"> • Feindrehen mit hoher Genauigkeit und automatischem Werkzeugwechsel • Bearbeitungen mit hohen radialen Querkraften • als Schnittstelle für stehende Werkzeuge noch nicht verbreitet 	<ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitungszentren, Fräszentren, Drehzentren, Kombi- und Sondermaschinen • schnelle präzise Werkzeugmaschinen mit bis zu 20 000 Werkzeugwechseln pro Tag • HSK-A ist die führende Schnittstelle bei Bearbeitungszentren, dadurch großes Potenzial für kompatiblen HSK-T auf Fräs- und Drehzentren • künftig großes Potenzial auf Drehmaschinen im Revolver, da der Einsatz des HSK dort bisher nicht möglich war
Coromant Capto/ Polygoner Hohlschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • hochwertige genormte Schnittstelle • kürzere Rüstzeiten als bei VDI • für automatischen Werkzeugwechsel geeignet • beste Radialfixierung sowie Position- und Wiederholgenauigkeit • höchste Dreh- und Biegemomentsteifigkeit sowie höchste erzielbare Spannkraft • für hohe Drehzahlen geeignet • hohe radiale Kraftübertragung • Kühlmittelhochdruck bis 80 bar im Standard, bis 1000 bar bei Ultrahochdruck 	<ul style="list-style-type: none"> • umsetzen der Werkzeuge um 180° nur nach drehen der Spanneinheit möglich • höhere manuelle Betätigungskräfte, dadurch höhere Spannkraft • rotierende Werkzeuge teurer als mit HSK-A-Schnittstelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Drehzentren, Dreh-Fräs-Zentren • führend im Bereich der Multi-Task-Maschinen • höchste Genauigkeitsanforderungen, etwa bei mehrspindiger Dreh-Fräs-Bearbeitung • nach der ISO-Normung sieht Sandvik künftig auch großes Potenzial bei Bearbeitungs- und Fräszentren
VDI 	<ul style="list-style-type: none"> • einfache, robuste Schnittstelle für Drehrevolver • flexibel • kostengünstig • große Verbreitung 	<ul style="list-style-type: none"> • ungenau in der Positionierung • kein automatischer Werkzeugwechsel möglich • für den Einsatz in Frässpindeln nicht geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> • in Drehzentren als Revolverschnittstelle



Der Revolver-Spanner für HSK-T-Werkzeuge verbindet die Flexibilität der VDI-Schnittstelle mit der Präzision des HSK. Er eignet sich sowohl für Stern- als auch für Trommelrevolver. Der Wechsel von stehenden auf angetriebene Tools und umgekehrt ist in knapp 30 s erledigt Bilder: Mapal



ver als auch in der Hauptspindel Späne erzeugen. Auch bei modernen Multifunktionszentren wie dem R200 der Esslinger Index-Werke wird der HSK-T zum wirtschaftlichen Bearbeiten komplexer Teile beitragen. Das Drehfräs-Zentrum kommt ohne klassische Revolver aus. Statt dessen werden zwei unabhängige operierende Frässpindeln aus einem Magazin mit stehenden und rotierenden Tools versorgt. Wohlhaupter rechnet damit, dass sich der Markt künftig überwiegend unter zwei Systemen – dem HSK-T und dem Coromant Capto sowie den dazu kompatiblen Aufnahmen – aufteilen wird und andere Schnittstellen an Bedeutung verlieren.



Während Gerhard Ulmer von Stama spekuliert, dass sich die Preise der beiden HSK-Varianten mit steigender Verbreitung und wachsenden Produktionsvolumina des HSK-T angleichen und der HSK-A an Bedeutung verliert, verweist Frank Wohlhaupter auf den höheren Aufwand in der Fertigung, der auch bei größeren Stückzahlen einen Mehrpreis zur Folge haben wird. „Die engere Tolerierung der Mitnehmernut erfordert einen zusätzlichen Arbeitsschritt nach dem

Härten.“ Wohlhaupter ist sich deshalb sicher, dass auch künftig beide HSK-Typen ihre Berechtigung haben. „Nach unserer Erfahrung liegt der Anteil stehender Werkzeuge auf Multifunktionszentren bei maximal 20 Prozent. Es gibt keinen Grund, für die größere Zahl der Anwendungen unnötig die teurere Variante einzusetzen.“

■ **Haider Willrett**
haider.willrett@konradin.de