

Verzahnungsstoßmaschinen

Die Kinematik macht's

Mit dem Konzept M673 will Monnier + Zahner Effizienz und Praktikabilität beim Verzahnungsstoßen neu definieren. Die kompakte Maschine spart viel Platz, ist parameter-konfigurierbar, kann schrägverzahnen, reduziert die bewegten Massen und lässt sich leicht bedienen.

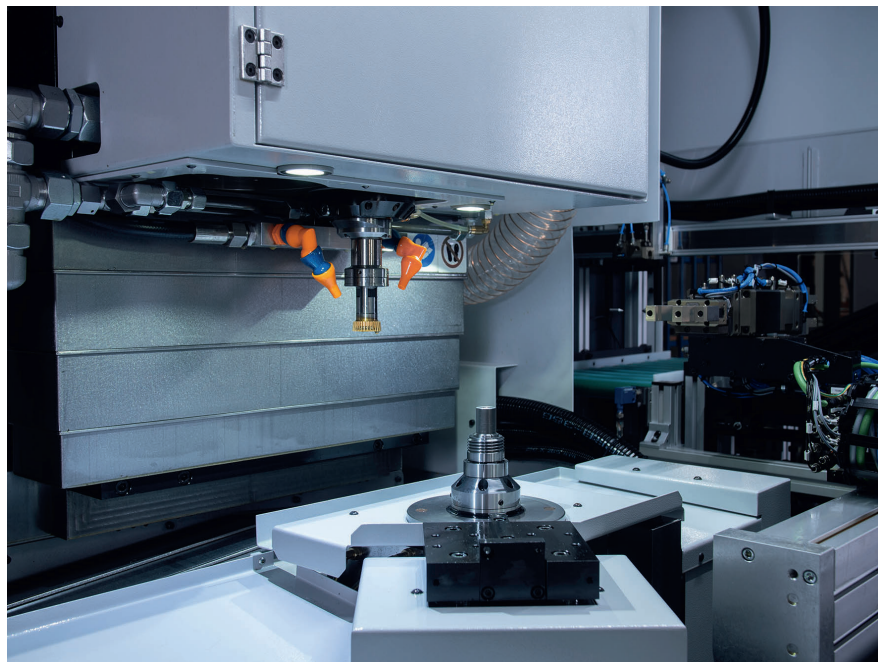
von Martin Wälti

Die im Jahr 1964 gegründete Monnier + Zahner AG ist stark in der Verzahnentechnik engagiert. Nun hat der Schweizer Maschinenbauer als weiteren Technologieschritt die Wälzstoßmaschine M673 entwickelt. Angesichts der Tatsache, dass aktuelle Stoßmaschinen in der Regel groß, schwer und teuer sind, hat man die Herausforderung angenommen und schließlich eine nach Überzeugung des Herstellers hoch moderne, kompakte, flexible und dennoch kostengünstige Maschine entwickelt.

Eine Stoß- und eine Wälzbewegung werden interpoliert

Beim Verzahnen ist das Wälzstoßen meist dann die richtige Wahl, wenn effizientere und schnellere Verfahren wie das Wälzfräsen nicht anwendbar sind, etwa bei einer Außenverzahnung mit fehlendem Auslauf oder bei einer Innenverzahnung in einem Sackloch.

Beim Wälzstoßen werden eine Stoß- und eine Wälzbewegung interpoliert. Mit ersterer wird das Stoßwerkzeug, ein Schneidrad, mit möglichst konstanter Hubgeschwindigkeit über eine definierte Hublänge durch den Rohling gestoßen, ausgetaucht und zurück an den Ausgangspunkt gefahren. Diese Bewegung wird als Doppelhub bezeichnet. Die Frequenz der Stoßbewegung wird in Doppelhuben pro Minute angegeben. Gleichzeitig drehen sich Werkzeug und Werkstück kontinuierlich im Eingriffsverhältnis der beiden Zähnezahlen. Mit jedem Hub wird der sich im Eingriff



1 Blick in den Arbeitsraum der Wälzstoßmaschine M673. Bedient wird sie über ein modernes HMI unter Microsoft Windows. Die Programmierung erfolgt über die Eingabe von Parametern. Mechanisches Einrichten entfällt © Monnier + Zahner

befindliche Teil von Werkzeug und Werkstück freigeschnitten. Der Wälzvorschub wird in Millimeter pro Doppelhub angegeben. Daraus ergeben sich die Drehzahlen von Werkzeug und Werkstück. Je nach Anwendung wird die Verzahnung über 360° direkt auf der Zahntiefe oder über mehrere Umgänge und Zustellungen hergestellt. Es lassen sich auch Verzahnungssektoren kleiner als 360° fertigen.

Wie stellt sich nun ein Konzept dar, dass aus diesen grundsätzlichen Merkmalen eine solch fortschrittliche Kine-

matik ableitet, dass diese zur Grundlage eines zeitgemäßen, leistungsfähigen und dennoch kostengünstigen Maschinenkonzeptes wird? Am Beispiel der erwähnten M673 lässt es sich erläutern.

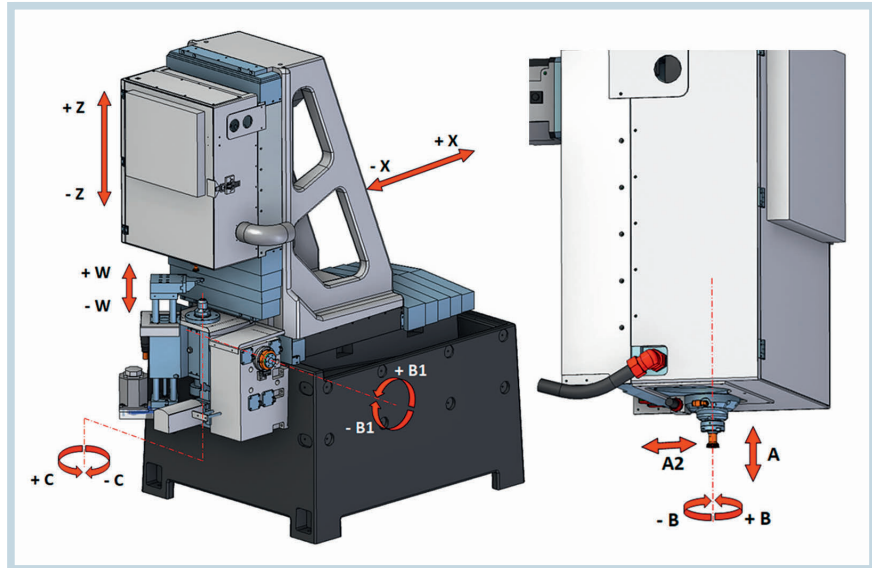
Stoßkopf hat sowohl mechanischen als auch elektronischen Antrieb

Was etwa den Stoßkopf als das Herzstück jeder Wälzstoßmaschine betrifft, so fiel für seinen Antrieb die Wahl des Herstellers sowohl auf Kurvenscheiben als auch auf ein elektronisches Getriebe. Der mechanische Teil verfügt über

ein geschlossenes Schmiersystem ohne Ölverlust. Die Stoßbewegung ist in eine Hub- und eine Tauchbewegung aufgeteilt, die elektronisch gekoppelt sind und deren Dynamik mechanisch durch Exzenter und Kurvenscheiben erzeugt wird. Die Werkzeug- und Werkstück-Rundachsen sind separat angesteuert und ebenfalls elektronisch gekoppelt. Ein solcher Aufbau ermöglicht es, einen großen Teil der Maschine per Parameter zu konfigurieren, anstatt sie mittels mechanischem Einrichten einzustellen.

Die Kinematik ermöglicht zudem das Programmieren von Schrägverzahnungen. Das ist nicht trivial, denn die Herstellung von Schrägverzahnungen stellt hohe technische Ansprüche an die Mechanik und die Elektronik. So erfordern Schrägverzahnungen ein weiteres elektronisches Getriebe zwischen der Stoß- und der Wälzbewegung des Werkzeugs. Dann muss zur Stoßbewegung der Offset der Schrägverzahnung auf die konstante Drehzahl des Werkzeugs aufgerechnet werden, wogegen beim Rückzug der Offset in die andere Richtung wirkt und von der konstanten Drehzahl abgezogen werden muss.

Bedenkt man, dass der Stoßkopf bei 600 Doppelhüben pro Minute für einen Hub nur 0,05 s benötigt, wird deutlich, welche hohen Anforderungen an die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Maschinen-CNC gestellt werden, in diesem Fall an eine Fanuc 31i-B.



3 Anhand dieser Achsschemata wird die anspruchsvolle Kinematik der Verzahnmaschine deutlich. Bei der Tauchbewegung wird nur die Stoßwelle bewegt © Monnier + Zahner

Ein weiterer Vorteil dieser Kinematik besteht darin, dass bei der Tauchbewegung nicht der gesamte Stoßkopf – er wiegt 700 kg –, sondern wie bei der Hubbewegung nur die Stoßwelle bewegt wird. Das führt zu weniger mechanischem Verschleiß und nur minimalen Vibrationen. Der Stoßkopf selbst wird über die vertikale Achse Z und eine horizontale Achse X auf Position gefahren.

Bei dem neuen Konzept wurde nebst den technischen Anforderungen an den Stoßprozess großer Wert auf Kompaktheit und gute Zugänglichkeit gelegt. So entstand eine Maschine mit einer Stellfläche von 2500 x 3100 mm, rund 8,5 t Gesamtgewicht sowie einem rundum gut erreichbaren Arbeitsraum.

1,25 mm, eine größte Verzahnungslänge von 27 mm sowie ein maximaler Werkzeugdurchmesser von 100 mm. Der Spindelstock dreht sich mit bis zu 300 min⁻¹; 2000 Doppelhübe pro Minute sind möglich. Auf dem Markt verfügbare Werkzeugschnittstellen wie MK-1-Konusaufnahmen sowie Mikron-134-Stoßwerkzeuge und weitere gängige Stoßwerkzeuge sind verwendbar. ■

INFORMATION & SERVICE



ANWENDER

Bis zur Uhrenkrise 1972 fertigte Monnier + Zahner Maschinen für die Uhrgehäusefabrikation. Dann verlegte man sich auf die Medizin und Dentalindustrie. Die Flexibilität, sich dem Markt und den Kundenanforderungen anzupassen, aber auch als technologischer Vorreiter neue Lösungen zu entwickeln, gehört seitdem zur DNA des Unternehmens. Hauptzielgruppen sind heute die Medizin-, Dental- und Verzahnungsindustrie. Ein weiteres wichtiges Standbein ist die Entwicklung von Sondermaschinen. Mit der hauseigenen Konstruktion, Elektro-, Software- und Montageabteilung sowie einem breiten Fachwissen entwickelt und baut Monnier + Zahner im Durchschnitt einen Prototyp pro Jahr.

Monnier + Zahner AG
 CH-2553 Safnern
 Tel. +41 32 356 03 70
www.monnier-zahner.ch

AUTOR

Martin Wälti ist Geschäftsführer der Monnier + Zahner AG in Safnern/Schweiz
m.waelti@monnier-zahner.ch



2 Mit einer Stellfläche von 2500 x 3100 mm und einem Gesamtgewicht von rund 8,5 t ist die Wälzstoßmaschine M673 besonders kompakt ausgeführt © Monnier + Zahner

Beladen von Hand oder automatisch

Die Maschine lässt sich von Hand bestücken oder kann mit einem automatischen Ladesystem ausgerüstet werden, zum Beispiel einem Portallader mit Ladeschienen und Entladeband oder einem Roboter mit Paletten.

Das maximal 120 mm lange Werkstück (Durchmesser 5 bis 80 mm) wird in einer Spannzange, einem Spreidorn oder zwischen Spitzen gespannt. Der NC-Reitstock fährt dabei auf eine fixe Position oder drückt mit einem definierten Drehmoment das Teil an. Kleinere Anpresskräfte werden über eine Feder aufgebracht. Zusätzlich lässt sich der Reitstock samt Werkstück über eine Schwenkachse in einen Winkel stellen. So können Werkzeugfehler wie Durchbiegungen oder ein Ausscheren in radialer Richtung ausgeglichen werden.

Weitere Merkmale der M673 sind ein maximaler Modul in Stahl von