

Segmentmotor bildet die Basis

Drehtischantrieb ermöglicht hochpräzise Komplettbearbeitung großer Werkstücke

Thomas Steiner

Sieht aus wie eine Karusselldrehmaschine, ist aber ein hochproduktives Komplettbearbeitungszentrum, auch für prismatische Werkstücke mit Freiformflächen: Ein analog zu Linearmotoren aufgebauter Segmentmotor im Drehtisch bewegt selbst viele Tonnen schwere Werkstücke so dynamisch und positioniergenau, dass sich weitreichende Synergien für die Maschinenkonstruktion und die Teilefertigung ergeben.

Ein Drehmoment von mehreren hunderttausend Newtonmetern, berührungsfrei übertragen – das ist eine Ansage! „Dabei ist der Antrieb unsichtbar im Maschinentisch versteckt, weist eine extrem hohe Dynamik und Regelsteifigkeit auf und spart mit einem Wirkungsgrad von gut 90 % auch noch Energie“, vermerkt Michael Wieschmann. Er verantwortet beim Maschinenhersteller ELHA den Vertrieb im Geschäftsbereich „XL Fertigungssysteme“ – Sondermaschinen zur Bearbeitung großformatiger Werkstücke für die Branchen Energie, Luftfahrt und Maschinenbau. Er betont: „Der Segmentmotor ist die Schlüsseltechnologie für unsere neuen multitaskingfähigen Bearbeitungszentren der Reihe VTM. Dieser Antrieb ermöglicht auf Vertikaldrehmaschinen die hochgenaue und rationelle Komplettbearbeitung sehr großer Werkstücke in einer Aufspannung – auch bei Werkstücken mit komplexen prismatischen Strukturen und Freiformflächen.“

Der modulare Segmentmotor

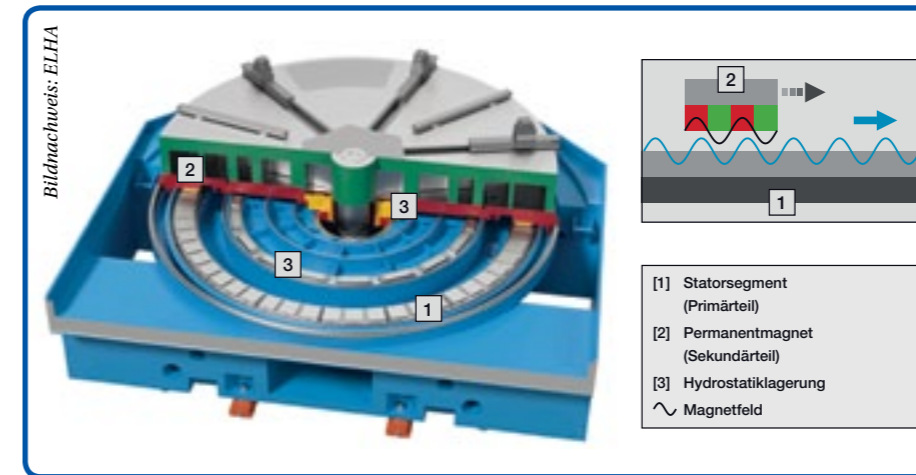
Der Schlüssel dazu sind die herausragenden dynamischen Eigenschaften des Tischantriebs. Wie ein Linearmotor, ist der Segmentmotor modu-

lar aufgebaut. Seine Permanentmagneten sind als Rotorsegmente auf einer Kreisbahn direkt am Drehtisch befestigt, die Statorsegmente auf dem Maschinenbett montiert. Die Rotorsegmente und Statorsegmente sind für ELHA angepasste Komponenten aus dem Simotics-Portfolio, dem Motorenprogramm von Siemens. Die Statorsegmente werden an Umrichtern der Reihe Sinamics S120 betrieben.

Der modulare Aufbau aus einzelnen Rotor- und Statorsegmenten ermöglicht die einfache Skalierung des Drehmoments über die Anzahl der eingebauten Statorsegmente und die Realisierung unterschiedlicher Motordurchmesser durch anders geschnittene Motorsegmente. Angenehmer Nebeneffekt mehrerer Aktivteile: Sollte einmal ein Statorsegment oder Motormodul

Auf den Punkt gebracht

Die konzentrische Anordnung aller Komponenten des Segmentmotors im Tischantrieb ermöglicht ein großes Drehmoment (Nenn Drehmomente bis 333 000 Nm) ohne punktuell / radial wirkende Störkräfte. Analog zum Linearmotor aufgebaut hat der Antrieb eine herausragend gute Dynamik und Regelsteifigkeit und er ist in weitem Rahmen skalierbar. Auch die geringe Restwärme der aktiv gekühlten Statorsegmente wirkt symmetrisch zur Drehachse und minimiert damit die Temperaturdrift der Maschine.



02 Aufbau des Segmentmotors

ausfallen, bleibt der Gesamtantrieb trotzdem funktionstüchtig. Die Maschine arbeitet einfach mit reduzierter Dynamik und Leistung weiter.

Wie bei einem Linearmotor erfolgt die Kraftübertragung direkt und berührungsfrei. Schon bei geringster Drehzahl steht das volle Drehmoment zur Verfügung – und zwar ohne punktuell angreifende Kräfte, die die Präzision der Tischdrehung beeinträchtigen. Der extrem dynamisch reagierende Direktantrieb erspart sowohl das Getriebe als auch die Haltebremse.

Wo keine Zahneingriffe oder andere schwingungserzeugende mechanische Komponenten auf Tisch und Werkstück wirken, da hat es die Antriebsregelung leichter: Ihre volle Regelleistung kommt der Bearbeitung zugute. Selbst bei 40 und mehr Tonnen schweren Werkstücken geht die hohe Beschleunigung mit einer großen Laufruhe des Segmentmotors einher. All dies befähigt den Tisch, die CNC-seitige Bahninterpolation besonders genau umzusetzen, auch wird eine große Positioniergeschwindigkeit erreicht – beides wichtig für die Bearbeitung prismatischer oder frei geformter Flächen und sehr vorteilhaft beim wiederholten Bohren oder Gewindeschneiden entlang der Außenkontur eines Drehteils.

Konstruktive Freiräume

„Die mit dem Antrieb mögliche Beschleunigung ist enorm, und bei einem 40-t-Werkstück erreichen wir aus dem Stand heraus in nur 6 s eine Drehzahl von 80 U/min. Für eine homogene Maschinenkonstruktion mit ausgewogener Achsdynamik haben wir

darum auch die übrigen Achsen neu konzipiert und dabei insbesondere die bewegten Massen konsequent verringert“, erläutert Michael Wieschmann.

Den größten Beitrag dabei leistet der völlige Verzicht auf ein verfahrbares Portal: Die kartesische Y-Achse wird von Rundachsen simuliert. Dies gelingt mit einer doppelten Interpolation zwischen der C-Achse des Rundtischs und einer CY-Achse. Deren koordinierte Drehbewegungen stellen sicher, dass das Werkzeug stets korrekt auf das Werkstück ausgerichtet ist. CY- und Z-Achse sind samt den Antrieben in einem RAM untergebracht. Auch dieser wurde mit Blick auf die Hochpräzisions- und Komplettbearbeitung völlig neu konstruiert.

Der Vorteil der simulierten Y-Achse: Die gegenüber einer verfahrbaren Portalkonstruktion oder einem verfahrbaren Maschinentisch drastisch verringerte bewegte Masse bewirkt eine erheblich verbesserte Maschinendynamik und Fertigungspräzision. Und sie spart Platz: Für ein Komplettbearbeitungszentrum ist die Aufstellfläche der VTM-Maschinen vergleichsweise klein.

Das pfiffige Achszusammenspiel, bei dem aus zwei Kreisbewegungen eine Gerade oder eine Freiformkontur wird, muss der Anwender übrigens nicht selbst programmieren. „Der entsprechende Algorithmus ist als ‚Doppeltransmit‘-Funktion in Sinumerik-CNCs verfügbar“, vermerkt Michael Wieschmann, „und bei der Umsetzung unseres Maschinenkonzepts haben wir eng mit Siemens zusammengearbeitet, um ein einfaches Handling der Maschine und eine gute CAD-CAM-Integration zu gewährleisten.“

Wichtig für Präzisionsmaschinen wie die ELHA VTM: Die flüssigkeitsgekühlten Statorsegmente des Tischantriebs erlauben eine gute Kontrolle und Minimierung des Wärmeeintrags in das Maschinenbett und die angrenzenden Komponenten. Auch die verbleibende Abwärme ist unschädlich für die Präzision. Sie wirkt aufgrund der perfekt achsensymmetrischen Anordnung der Motorkomponenten in alle Richtungen gleichmäßig. So ist eine thermische Drift des Achsmittelpunktes praktisch ausgeschlossen – insbesondere, wenn Tischbasis und Ständer wie bei der VTM aus Verbundmaterial bestehen. Das weist neben einer besonders guten Schwingungsdämpfung auch eine große Formstabilität bei Temperaturänderungen auf.

Multitaskingfähige Komplettbearbeitung

Zum hochdynamischen Drehtisch mit seiner großen Interpolationsgenauigkeit und der dazu passenden massearmen Werkzeugführung kommt bei der VTM hinzu, dass sie als Multitasking-Maschine mehrere Arbeitsschritte in einer Aufspannung übernimmt: Drehen Fräsen, Bohren, Schleifen – bis hin zur Komplettbearbeitung. Dabei ist die Maschine nicht nur 5-achs-fähig, sondern mit zwei RAMs auch zur Simultanbearbeitung mit unabhängigen Werkzeugen geeignet. Außerdem gibt es zur VTM die Option, automatisch von einer Innen- zur Außenaufspannung zu wechseln – oder umgekehrt.

All dies vereinfacht die Prozessintegration: Jeder eingesparte Umspannvorgang auf eine andere Maschine spart Zeit, Transport- und Lagerplatz. Und jeder eingesparte Umspannvorgang verbessert die Fertigungs-genauigkeit. „Außerdem bewirken der Segmentantrieb und die massearmen RAMs bei bestimmten Bearbeitungsvorgängen erhebliche Genauigkeitsvorteile gegenüber Drehfräsmaschinen vergleichbarer Größe, aber mit herkömmlicher Antriebstechnik und Kinematik“, gibt Michael Wieschmann zu bedenken. „Das Maschinenkonzept der VTM ist prädestiniert für die Komplettbearbeitung zylindrischer Teile mit komplexen Anschraub- und Flanschflächen und anspruchsvoller kubischer Bearbeitung. Davon profitiert die Fertigung von Großwälzlager, Windgetrieben und Turbinengehäusen. Das beweisen die Erfahrungen mit allen bereits ausgelieferten Maschinen der VTM-Reihe.“