

BMBF-Verbundprojekt EnergieMSP – Energiebedarfsoptimierte Motorspindel und angepasster elektrischer Antriebsstrang

Herzstück jeder Werkzeugmaschine ist die Hauptspindel, die in vielen Fällen nicht nur der größte Verbraucher elektrischer Energie ist, sondern auch einen immensen Bedarf an Druckluft und Kühlleistung aufweist. Den Energiebedarf dieser Kernkomponente zu reduzieren, hat sich deshalb ein Konsortium aus Industrie und universitärer Forschung im Verbundprojekt EnergieMSP zum Ziel gesetzt (Bild 1).



Bild 1: Verbundprojekt EnergieMSP

Neben dem Spindelhersteller Franz Kessler (Konsortialführer) besteht das Projektkonsortium aus Zulieferern aus dem Spindelbereich (Ott-Jakob, Schaeffler, Aradex, Mapal, Mecatronix) und den Fachgebieten PTW und KLuB (Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen) der TU Darmstadt.

In Bild 2 ist ein typischer Spindelzyklus abgebildet, an dem sich ein Großteil der Optimierungspotenziale anschaulich darstellen lässt. Zu unterscheiden sind die dynamischen Beschleunigungs- und Bremsphasen am Anfang und Ende des Zyklus (Bereiche B) sowie die nahezu stationären Zustände Leerlauf (Bereich L), Schruppen (B1) und Schlichten (Bereich B2). Beim Beschleunigen und Bremsen liegt das Optimierungspotenzial in der Reduzierung der rotierenden Massen, wie der Spindelwelle und des Spannsystems. Besondere Chancen bieten dabei die Faser-Kunststoff-Verbünde (FKV). Ihre dichtebezogenen Leichtbau-Kennwerte, allen voran die spezifischen Steifigkeiten und Festigkeiten, sind außerordentlich günstig. Es ist

daher geplant, die Spindelwelle aus FKV auszuführen. Neben einer Reduktion der Drehträgeit der Spindelwelle können weitere Chancen einer FKV-Lösung genutzt werden:

- Gewichtsreduktion führt zu Energieeinsparungen bei den Vorschubachsen.
- Nutzung der höheren spezifischen, d.h. auf die Dichte bezogenen, Steifigkeit: Hierdurch lässt sich zum einen die Durchbiegung der Spindelwelle reduzieren und damit die Bearbeitungsgenauigkeit steigern. Zum anderen können höhere Biegeeigenfrequenzen erreicht, oder – gleichbedeutend – größere Lagerabstände realisiert werden.
- Nutzung des besonderen thermischen Ausdehnungsverhaltens von FKV: Es kann in Richtung der Wellenlängsachse eine temperaturbedingte Längendehnung verhindert und auf diese Weise ein Spindelnasenwachstum vermieden werden. Eine aufwändige regelungstechnische Korrektur einer temperaturbedingten Wellenlängenänderung erübrigt sich damit.

Erhöhung der Wirkungsgrade von Motor und elektrischer Speisung (Frequenzrichter). Die für die Lagerung der Spindel benötigten Wälzlager werden für einen spielfreien Lauf der Spindel und Operationen mit höchsten Drehzahlkennwerten axial vorgespannt. Dadurch ergibt sich eine erhöhte Wälzreibung, die durch den elektrischen Antrieb ebenfalls überwunden werden muss und somit zusätzlich zur eigentlich benötigten Zerspanleistung hinzukommt. Zur Reduzierung der Reibung sollen alternative Lagergeometrien entwickelt werden. Zur Steigerung des Motorwirkungsgrads ist die Verringerung der Eisen- und Wirbelstromverluste angedacht. Erreicht wird dies durch den Einsatz hochwertiger Blechungen mit geringen Verlustfaktoren sowie geblechter Magneten im Rotor zur Reduktion der Wirbelströme und der damit verbundenen Verluste. Bedingt durch die getaktete amplitudendiskrete Umrichter Ausgangsspannung entstehen neben den gewünschten sinusförmigen Motorspeisegrößen auch unerwünschte Oberschwingungsanteile. Der Antrieb erfährt dadurch eine zusätzliche Erwärmung in Stator und Rotor. Der Ansatz zur Optimierung besteht hier im Einsatz von Ausgangsfiltern, die für eine rein sinusförmige Speisung der Motorspindel sorgen. Dadurch bleiben die Spindelkomponenten deutlich kühler und der hohe Kühlleistungsbedarf, der durch Rückkühlaggregate bereitgestellt werden muss, reduziert sich.

Das PTW bringt seine ca. 25-jährige Expertise in der Motorspindeltechnik beim Aufbau verschiedener Prüfstände und die messtechnische Bewertung der Optimierung in das Projekt ein. Das Projekt hat eine Laufzeit bis Mitte 2012 und endet mit dem Aufbau eines marktfähigen Demonstrators.

www.energiemsp.de

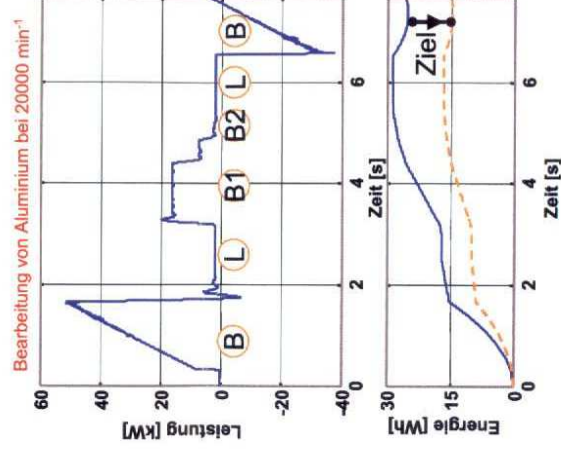


Bild 2: Typischer Spindelzyklus

In den Spindelzuständen Leerlauf, Schruppen und Schlichten liegt das Optimierungspotenzial hauptsächlich in der Reduzierung von Reibung und der

Interessierte Unternehmen wenden sich bitte an:

Dipl.-Ing. Andreas Schiffler
Tel.: 06151/16-5480
schiffler@ptw.tu-darmstadt.de