

Schriftenreihe des Arbeitsbereichs
Werkzeugmaschinen und Automatisierungstechnik
der Technischen Universität Hamburg-Harburg

Band 13

Joachim Findeklee

**Steigerung der Genauigkeit von
HSC-Fräsmaschinen durch Kompensation axialer
Verlagerungen bei Hochfrequenzspindeln**

Shaker Verlag
Aachen 2000

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Findekle, Joachim:

Steigerung der Genauigkeit von HSC-Fräsmaschinen durch
Kompensation axialer Verlagerungen bei Hochfrequenzspindeln/
Joachim Findekle. Aachen : Shaker, 2000

(Schriftenreihe des Arbeitsbereichs Werkzeugmaschinen
und Automatisierungstechnik der Technischen Universität
Hamburg-Harburg; Bd. 13)

Zugl.: Hamburg-Harburg, Techn. Univ., Diss., 2000

ISBN 3-8265-8220-9

Copyright Shaker Verlag 2000

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8220-9

ISSN 1438-8529

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Steigerung der Genauigkeit von HSC-Fräsmaschinen durch Kompensation axialer Verlagerungen bei Hochfrequenzspindeln

von
Dipl.-Ing. Joachim Findekle

Technische Universität Hamburg-Harburg, 2000

Zusammenfassung

Ein die beim HSC-Fräsen erreichbare Fertigungsgenauigkeit limitierender Einflußfaktor ist die bei den eingesetzten Hochfrequenzspindeln auftretende axiale Spindelverlagerung. Trotz zahlreicher konstruktiver Maßnahmen kann diese Axialverlagerung nicht ausreichend weit reduziert werden. Ziel der Arbeit war es deshalb, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem die axiale Spindelverlagerung nicht verhindert, sondern kompensiert werden kann. Da die Verlagerung während des Bearbeitungsprozesses nicht direkt gemessen werden kann, muß sie mittels eines geeigneten Modells aus während der Bearbeitung gemessenen Eingangsgrößen berechnet und dann durch Verfahrbewegungen der Fräsmaschine kompensiert werden.

Bei der Modellierung müssen zwei verschiedene Ursachen der Verlagerung berücksichtigt werden. Eine Ursache stellen die in der Hochfrequenzspindel liegenden Wärmequellen dar. Mittels eines Modells, das die Wärmequellen und die Wärmeübertragungsvorgänge in der Hochfrequenzspindel abbildet, konnten diese Zusammenhänge analysiert werden. Eine weitere Ursache sind die hohen Spindeldrehzahlen von einigen 10000 min^{-1} , die den HSC-Fräßprozeß auszeichnen. Die daraus resultierenden Fliehkräfte und Kreiselmomente, die auf die in den Lagern rotierenden Wälzkörper wirken, führen bei den üblicherweise eingesetzten Schrägkugellagern zu einer drehzahlabhängigen axialen Verlagerung des Lagerinnenrings und damit zu einer axialen Spindelverlagerung. Auch zur Berechnung dieser kinetischen Verlagerung wurde ein Modell vorgestellt. Dieses Modell wurde so mit dem Modell für das thermische Verhalten der Spindel verknüpft, daß sowohl die miteinander wechselwirkenden thermoelastischen und drehzahlabhängigen Vorgänge im Lager als auch das thermische Verhalten der gesamten Spindel berücksichtigt werden. Die mit diesem Modell ausgeführten Berechnungen konnten für eine Hochfrequenzspindel vom Typ „Fischer MFW 1230/42“ verifiziert werden.

Für eine möglichst exakte Kompensation ist neben der Modellierung der Wirkzusammenhänge auch eine Identifikation von unbekanntem Modellparametern erforderlich. Für die Identifikation wurde ein verändertes Modell entwickelt, das einerseits weniger komplex ist und dessen Parameter identifizierbar sind, das aber andererseits die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Eingangsgrößen und der axialen Spindelverlagerung exakt abbildet. Für dieses Modell wurden am Beispiel einer Hochfrequenzspindel Parameteridentifikationen ausgeführt. Mit den so ermittelten Parametern wurde dann die axiale Verlagerung berechnet und mit der gemessenen Verlagerung verglichen. Durch eine Analyse der zufälligen und systematischen Abweichungen konnte die nach Kompensation der Verlagerung verbleibende nicht kompensierbare axiale Verlagerung abgeschätzt werden. Sie beträgt ca. $5 \mu\text{m}$ gegenüber mehr als $100 \mu\text{m}$ im unkompensierten Zustand.