

Forschungsberichte Mechatronik & Maschinenakustik

Simon Kern

**Erhöhung der Prozessstabilität
durch aktive Dämpfung von Frässpindeln
mittels elektromagnetischer Aktoren**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2009

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2008

Copyright Shaker Verlag 2009

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8132-8

ISSN 1616-5470

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Erhöhung der Prozessstabilität durch aktive Dämpfung von Frässpindeln mittels elektromagnetischer Aktoren von Simon Kern

Das Auftreten von Ratterschwingungen stellt eine wesentliche Leistungsbeschränkung bei der Fräsbearbeitung dar. Existierende Werkzeugmaschinen und Frässpindeln sind bezüglich der Steifigkeit so weit optimiert, dass eine nennenswerte Verbesserung der Prozessstabilität nur durch erhöhte Dämpfung oder aktive Schwingungsregelung möglich ist.

Durch die Erweiterung einer wälzgelagerten HPC-Motorspindel um einen radial wirkenden elektromagnetischen Aktor in Form eines aktiven Magnetlagers besteht die Möglichkeit, aktiv Dämpfung in das System einzubringen. Im Rahmen dieser Arbeit ist es auf diese Weise gelungen, die kritische Schnitttiefe zu erhöhen und das Zeitspannvolumen zu steigern. Mit der robusten Regelung und den Verfahren zur gesteuerten Adaption werden Werkzeuge vorgestellt, die einen systematischen Entwurf einer geeigneten Regelung ermöglichen.

Mittels modellbasierter Untersuchungen wird gezeigt, dass bei richtiger axialer Positionierung des Aktors die an den Ratterschwingungen beteiligten Eigenmoden der Spindel beeinflusst werden können und dass durch aktive Dämpfung die Prozessstabilität erhöht werden kann. Dies ist bei beiden im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Spindeln trotz der begrenzten Bandbreite des elektromagnetischen Aktors möglich.

Zur aktiven Dämpfung der Spindel werden drei Regelungsverfahren betrachtet: ein manueller Reglerentwurf, die optimale Regelung und die robuste Regelung mittels μ -Synthese. Zusätzlich ist die Anwendung adaptiver Verfahren notwendig, um der drehzahlabhängigen Steifigkeit der eingesetzten Schrägkugellager Rechnung zu tragen. Hierfür werden mehrere Ansätze vorgestellt, angepasst und verglichen. Zur Berücksichtigung der Stellgrößenbegrenzung des Aktors wird eine adaptive, frequenzselektive Filterung der Messsignale eingesetzt. Diese bewirkt, dass die Prozesskräfte nicht durch den Aktor, sondern durch die Wälzlager aufgenommen werden.

In experimentellen Untersuchungen ließ sich die stabilisierende Wirkung der Regler in Verbindung mit den adaptiven Filtern verifizieren. Mit beiden untersuchten Spindeln konnte eine deutliche Steigerung des Zeitspannvolumens erreicht werden. Bei der Spindel mit ins Gehäuse integriertem Aktor war beispielsweise bei konstanter Drehzahl eine Steigerung der stabilen Schnitttiefe um über 200% bei sonst gleichen Prozessparametern möglich.

Alle vorgestellten Verfahren basieren auf mit Hilfe des Aktors experimentell identifizierten Modellen. Dies ermöglicht ihre Anwendung ohne aufwändige, detaillierte theoretische Modellbildung der komplexen und schwer abzubildenden Motorspindel.