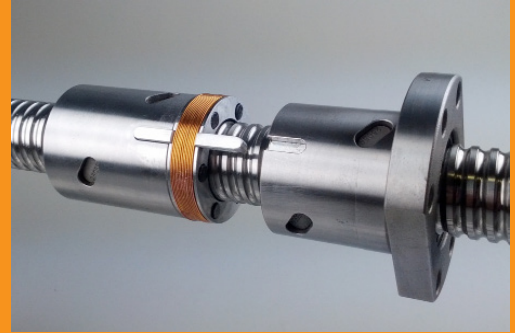


1



2

- 1 Virtueller Prototyp einer aktorischen Komponente für Verschleißausgleich in Kugelgewindetrieben
- 2 Demonstrator

VERSCHLEISSAUSGLEICH FÜR KUGELGEWINDETRIEBE MITTELS FGL-AKTORIK

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Nöthnitzer Straße 44
01187 Dresden

Ansprechpartner

Tom Junker
Telefon +49 351 4772-2435
tom.junker@iwu.fraunhofer.de

www.iwu.fraunhofer.de

Ausgangssituation

Das Einstellen der Vorspannung an Kugelgewindetrieben (KGT) unterliegt einem Zielkonflikt zwischen hoher Vorspannung zur präzisen Positionierung und geringer Vorspannung zum reibungs- und verschleißarmen Betrieb. Aus dem Stand der Technik sind diverse technische Lösungen bekannt, welche eine Änderung der Vorspannung zulassen. Als Aktorik kommen sehr unterschiedliche Mechanismen zum Einsatz. Angefangen von einfachen Systemen, bei denen eine geschlitzte KGT-Mutter mittels einer Stellschraube verwendet wird, über hydraulische und elektromechanische Antriebe bis hin zu hochkomplexen Ansätzen auf Basis von piezokeramischen Aktoren. Abgesehen von der geschlitzten Einzelmutter konnte sich keines der genannten Systeme im breiten kommerziellen Markt etablieren.

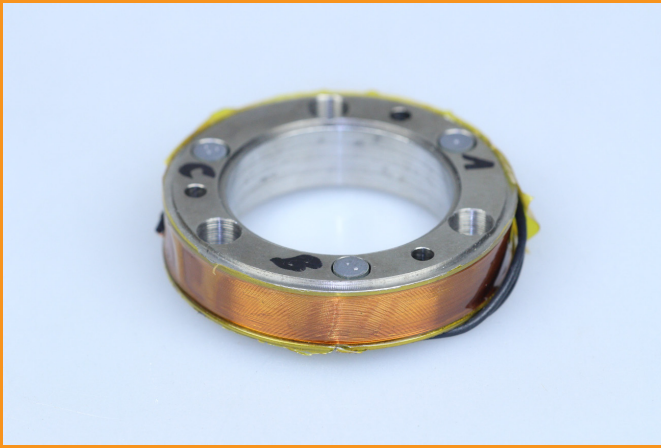
Durch die zunehmende flexible Fertigung können die exakten Betriebsbedingungen nicht vorherbestimmt werden und die Anforderungen an die Bearbeitungsgenauigkeit variieren. Aus diesem Grund ist die gewählte

Vorspannung meist ein Kompromiss. Im Hinblick auf die Verfügbarkeit der Maschine hat dies zur Folge, dass ein Kugelgewindetrieb präventiv und damit vermutlich weit vor der eigentlichen Lebensdauer oder reaktiv im direkten Schadensfall getauscht wird. Durch eine zustands- oder belastungsorientierte Wartungsstrategie kann die Verfügbarkeit deutlich erhöht werden. Dennoch ist aus Sicht der Anwender in Bezug auf zur Verfügung stehende Ressourcen ein sparsamer Umgang gewünscht.

Motivation

Es stellte sich deshalb die Frage, ob es eine alternative Möglichkeit zu den aus dem Stand der Technik bekannten Varianten der Einstellbarkeit gibt, welche einer Reduzierung der Vorspannung entgegen wirken kann, ohne gleichzeitig deren Nachteile zu besitzen. Als neuer vielversprechender Lösungsansatz stellten sich thermische Formgedächtnislegierungen (FGL) heraus. Diese werden bereits in unterschiedlichen Branchen wie der Luft- und





3

3 Demonstrator mit Aktorik

Raumfahrt, in jüngster Vergangenheit auch in der Automobiltechnik, eingesetzt und sind unlängst, aufgrund ihrer einzigartigen Fähigkeiten, aus der Medizintechnik nicht mehr wegzudenken.

Lösungsansatz

Im Rahmen des BMWi geförderten Projekts „LastPass“ wurde deshalb als Teilaspekt eine Verschleißkompensation von Kugelgewindtrieben mittels FGL-Aktoren angestrebt. Im Gegensatz zu bisherigen Ansätzen eignen sich diese durch ihre außerordentliche Robustheit und hohe volumenspezifische Leistungsdichte hervorragend für das anvisierte Ziel. Damit dient „LastPass“ auch dem Zweck, die Bekanntheit von FGL im Bereich des Maschinenbaus zu erhöhen, Hemmnisse gegenüber diesen innovativen Funktionswerkstoff abzubauen und weitere Einsatzmöglichkeiten zu eröffnen. Für die Entwicklung der Komponente wurde zunächst ein beispielhafter Prozess und Kugelgewindtrieb ausgewählt, welche beide eine hohe Verbreitung besitzen. Anhand dieser wurden intensiv die thermischen Randbedingungen während des Betriebs an der KGT-Mutter und zum Teil an der KGT-Spindel ermittelt. Diese dienen als Eingangskennwerte, um sicherzustellen, dass die zu verwendende



4

4 Anwendungsbeispiele

Legierung der FG-Aktoren eine Umwandlungstemperatur besitzt, die über der Temperatur des KGT liegt. Die derzeitige Aktorik ist für Anwendungen in Vorschubachsen mit Doppelmuttersystem geeignet und wird als Substitution zu der zwischen den Teilmuttern befindlichen Abstandsscheibe eingesetzt. Die Aktorik kann durch geringfügige Anpassungen neben Kugelgewindtrieben, die mit einer Passfeder gesichert werden, auch in KGT mit UNILOCK o.ä. verbaut werden. Bezüglich der mechanischen Eigenschaften wurde darauf geachtet, dass die Gesamtsteifigkeit durch das neue System nur in geringem Maße beeinflusst wird. Die erzielte Steifigkeit der Aktorik liegt über der Einzelsteifigkeit des Kugel- und Laufbahnbereichs.

Funktionsnachweis

Abschließend wurde die Funktionalität der Komponente in einem KGT unter realen Einsatzbedingungen verifiziert. Hierfür wurde der KGT (40 mm Durchmesser, 10 mm Steigung) mit einer reduzierten Vorspannung und entsprechender Aktorik verbaut. Durch das einmalige Aktivieren der Aktorik konnte das Reibmoment von eingangs ca. 30 Ncm auf durchschnittlich ca. 45 Ncm erhöht werden. Mittels der FGL-Aktorik ist es möglich, bedarfsgerecht bei sinkender Bearbeitungs-

genauigkeit, im Falle einer Störung oder eines Ausfalls der Vorschubachse die Gebrauchsdauer des KGT temporär wieder herzustellen. Damit wird die Verfügbarkeit erhöht und Wartungszeiten reduziert. Eine weitere Einsatzmöglichkeit besteht darin, dass Kugelgewindtriebe vor der Endmontage in eine Werkzeugmaschine nicht erst eingelagert werden müssen, um die zu Beginn der Lebensdauer auftretenden Verschleißerscheinungen zu umgehen oder diese mit überhöhten Vorspannungen zu kompensieren. Der Vorspannungsverlust könnte zukünftig durch das Schalten der Aktorik umgesetzt werden. Und durch die Verwendung einer seriellen Anordnung mehrere Aktoren könnte auch ein vielfaches Schalten zu unterschiedlichen Zeitpunkten realisiert werden, in dem unterschiedliche Legierungen mit unterschiedlichen Umwandlungstemperaturen verwendet werden.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 17637 BR der Forschungsvereinigung VDW wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Herausgeber:

Fraunhofer-Allianz Adaptronik
Postfach 10 05 61
64205 Darmstadt
Tel: +49 6151 705-236
Fax: +49 6151 705-214
info@adaptronik.fraunhofer.de
www.adaptronik.fraunhofer.de

Geschäftsführer:

Heiko Atzrodt

Allianzsprecher:

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

 **Fraunhofer**
ADAPTRONIK