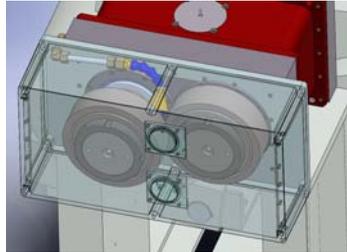


Neuer Prüfstand für Verschleißuntersuchungen an Druckkämmen



Thoden, D.

Verschlossene Oberflächen durch Festkörperkontakt im Mischreibungsbereich sind ein häufiges Problem beim Einsatz von Druckkämmen. Zur Untersuchung des Verschleißverhaltens wurde am IMW ein Prüfstand entwickelt und aufgebaut. Mit den experimentellen Ergebnissen sollen neue Auslegungsvorschriften entwickelt werden, um Verschleißschäden zu vermeiden.

Worn out surfaces because of rigid body contact in the mixed friction regime are common problems when using thrust cones. To examine the wear behaviour the IMW designed and built up a test site. Using the experimental results new design rules will be developed to avoid wear damage.

1 Motivation

Ein generelles Problem beim Einsatz von hydrodynamischen Lagern ist der Mischreibungsbereich, der beim Anfahren und Abbremsen zwangsläufig durchfahren werden muss. Mischreibung zeichnet sich dadurch aus, dass der Tragfilm aus Schmierstoff noch nicht so stark ausgebildet ist, dass die Oberflächen vollständig getrennt werden. Durch diese Oberflächenberührungen kommt es zu Verschleiß.

Druckkämme stellen verzahnungsnahe, hydrodynamische Axialgleitlager dar. Um für sie Auslegungskriterien gegen Anfahrverschleiß zu finden, wurde ein Zwei-Scheiben-Prüfstand erstellt, mit dem Druckkammpaare im unteren Geschwindigkeitsbereich bei hohen Axialkräften auf ihr Verschleißverhalten untersucht werden können. Der Prüfstand ist an die Versuchseinrichtung angelehnt, mit der in Cardiff schon ähnliche Untersuchungen durchgeführt wurden /1,2/.

2 Prüfstandstechnik

Der Prüfstand dient dazu, zwei Druckkammprüflinge, die sich gegeneinander drehen, mit leichter Überlappung axial aneinander zu drücken. Die Kontaktflanken sind dabei mit einem leichten Kegelwinkel

($0,5^\circ \dots 2,5^\circ$) versehen, der für einen konvergierenden Schmierspalt nötig ist. Ohne diesen konvergierenden Schmierspalt würde es nie zum hydrodynamischen Tragen kommen.

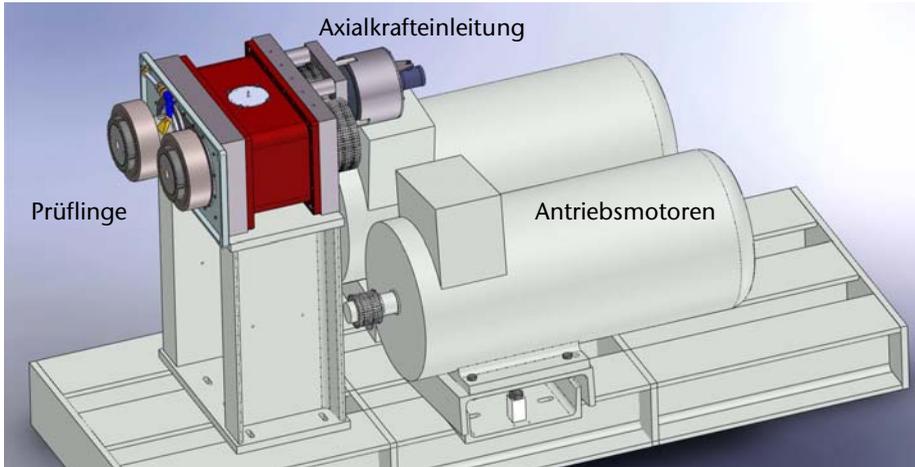


Bild 1: Darstellung des Druckkamm-Verschleißprüfstands ohne Nebenaggregate /3/

2.1 Mechanischer Aufbau

Bild 1 zeigt eine Gesamtansicht des Prüfstands. Die beiden Wellen, auf denen die Prüflinge fliegend angebracht sind, unterteilen sich in Zug- und Druckwelle. Die Zugwelle wird über eine Hydraulikmutter mit einer Axialkraft von bis zu 120 kN beaufschlagt. Deren Prüfling wird so gegen den zweiten Prüfling auf der Druckwelle gezogen, wodurch eine Hertz'sche Pressung von bis zu 200 MPa erreicht wird.

Das dadurch hervorgerufene hohe Reibmoment wird mit zwei großzügig dimensionierten 45-kW-Motoren überwunden, mit denen die beiden Prüfstandswellen unabhängig voneinander angetrieben werden. Die Kraft wird mit Zahnriemen auf die Wellen übertragen. Über diesen Aufbau lassen sich Drehzahlen von $0 \dots 600 \text{ min}^{-1}$ realisieren.

Die Größe der Prüflinge orientiert sich mit bis zu 250 mm Durchmesser an Druckkammabmessungen aus dem Turbogetriebebau. Die Prüflinge sind auf einem Kegelpressverband montiert und werden per Drucköl gelöst.

2.2 Schmierung



Bild 2: Der fertig montierte Prüfstand

Während die Wellenlagerung im Ölbad läuft, erfolgt die Ölversorgung der Prüflinge über eine separate Umlaufschmierung. Das Öl wird direkt in den Schmierkontakt eingespritzt. Die Regulierung der Ölmenge wird über ein Stromregelventil vorgenommen. Da die Prüflinge in einem separaten Gehäuse untergebracht sind, ist ein einfacher Schmierstoffwechsel möglich.

Eventuelle Verschleißpartikel werden durch eine Barriere im Vorratsbehälter daran gehindert, wieder im Ölkreislauf angesaugt zu werden. Diese Maßnahme wird durch einen Magneten unterstützt.

2.3 Steuerung und Messtechnik

Der gesamte Prüfstand (**Bild 2**) wird durch eine SPS gesteuert, die eng mit der eingesetzten Messtechnik verknüpft ist. Die Drehzahl beider Wellen kann durch den komplett separaten Aufbau individuell geregelt werden, wodurch sich auch das Schlupfverhältnis einstellen lässt.

Der Druck für die Axialkraft wird mittels eines hydro-pneumatischen Druckumsetzers erzeugt und über ein Regelventil auf der pneumatischen Seite gesteuert. Die Axialkraft wird per Dehnungsmessstreifen direkt auf der Zugwelle gemessen und mit einem Schleifring übertragen.

Neben der Axialkraft wird auf der Zugwelle das durch die Reibung entstehende Torsionsmoment gemessen. Weitere Messgrößen sind die Kontakttemperatur, Luft- und Körperschall in Kontaktnähe. Anhand dieser Messgrößen sollen verschiedene Kennwerte ermittelt und deren Eignung zur Verschleißerkennung geprüft werden.

Somit lassen sich mit dem Prüfstand neben den Parametern Drehzahl, Schlupf und Axialkraft über die Prüflinge die Eigenschaften Materialauswahl, Geometrie (Berührlänge, Kegelwinkel) und Oberflächenbeschaffenheit sowie unterschiedliche Öle verändern. Durch einen separaten Ölkreislauf zur Prüflingsschmierung ist ein leichter Ölwechsel möglich.

3 Geplante Versuchsdurchführung

Zur Verschleißuntersuchung wird bei konstanter Drehgeschwindigkeit beider Wellen die Axialkraft in bestimmten Wegintervallen stufenweise erhöht. Ist ein Prüflingspaar verschlissen, so wird der Versuch auf der nächsten Drehzahlstufe wiederholt. Durch diese Art der Versuchsdurchführung sollen für das Mischreibungsgebiet sichere Betriebszustände ermittelt werden, die eine zuverlässige Auslegung von Druckkammern ermöglichen.

4 Zusammenfassung

Mit dem neuen Druckkammprüfstand steht dem IMW ein wirkungsvolles Werkzeug zur Untersuchung des Anfahrverhaltens von Druckkammern zur Verfügung. Durch seine Größe und das breite Betriebsfeld lassen sich anwendungsnahe Untersuchungsergebnisse ermitteln. Durch den umfassenden Messtechnikeinsatz sollen neben zulässigen Verschleißgrenzen auch Kennwerte ermittelt werden, mit denen sich anbahnender Verschleiß im Betrieb erkennen lässt.

5 Literatur

/1/ Kelly, D.; Barnes, C.; Rudd, L.: Aspects of thrust cone tribology Part 1: effects of slide to roll ratio on surface failure mechanisms in twin-disc tests. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers; Journal of Engineering Tribology 212 (1997), S. 55–72

/2/ Rudd, L.; Barnes, C.; Kelly, D.: Aspects of thrust cone tribology Part 2: surface failure in thrust cones and the influence of rolling and sliding speeds in concentrated contacts. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers; Journal of Engineering Tribology 212 (1997), S. 73–83

/3/ Thoden, D. ; Lohrengel, A. ; Dietz, P.: Aktuelle Entwicklungen in der Druckkammauslegung. DMK 2009 - Dresdner Maschinenelemente Kolloquium : 24. und 25. November 2009. Dresden.