Kurzfassung Dissertation Andreas Doleschel, 2003

Wirkungsgradberechnung von Zahnradgetrieben in Abhängigkeit vom Schmierstoff

Der Schmierstoff beeinflusst durch das Grundöl, die Additivierung und die Viskosität die Verlustleistung und den Wirkungsgrad von Zahnradgetrieben. Die Leerlaufverlustleistung wird im Wesentlichen durch die Betriebsölviskosität bestimmt, ein Einfluss der chemischen Zusammensetzung der Schmierstoffe konnte nicht gefunden werden. Die lastabhängigen Verluste der Lager und der Zahnräder werden durch die Schmierstoffeigenschaften und den durch die Betriebsbedingungen erzeugten Schmierungszustand bestimmt. Das Reibungsverhalten muss im Bereich der Grenz-, der Misch- und der EHD Reibung getrennt beurteilt werden. Der optimale Wirkungsgrad wird im Bereich der Mischreibung gefunden; bei höherer Schmierfilmdicke weist der Schmierstoff eine höhere Viskosität und einen höheren inneren Widerstand auf, somit steigt die Reibungszahl im Bereich der EHD Reibung an. Andererseits nehmen mit weiter abnehmender Schmierfilmdicke die Festkörpertraganteile im Reibkontakt zu. Durch die ungünstigere Reibungszahl der Festkörpertraganteile steigt die mittlere Kontaktreibungszahl aus EHD und Festkörperreibung an.

Die entwickelte Berechnungsmethode berücksichtigt dieses Verhalten; auf Basis der Schmierfilmdicke und der Oberflächenrauheit wird der Reibkontakt in ein Festkörper und ein EHD Gebiet unterteilt. Das Reibungsverhalten verschiedener Schmierstoffe im Bereich dieser Schmierungszustände wurde im Zwei-Scheibenprüfstand und im Zahnradverspannungsprüfstand untersucht. Für die Reibungszahlberechnung bei beiden Schmierungszuständen werden aufgrund zu komplexer und trotzdem relativ ungenauer theoretischer Berechnungsmethoden empirische Gleichungen zur Berechnung des Reibungsverhaltens für die praktische Anwendung verwendet.

Die benötigten Parameter können aus einem Wirkungsgradtest abgeleitet werden, der für verschiedenste Getriebeschmierstoffe im FZG Zahnradverspannungsprüfstand durchgeführt werden kann. Das Prüfverfahren zeichnet sich durch eine kurze Laufzeit aus, trotzdem werden alle wesentlichen Einflussparameter (Geschwindigkeit, Last und Temperatur) im Bereich der Grenz-, Misch- und EHD Reibung untersucht. Das Verlustleistungsverhalten verschiedener Schmierstoffe kann mit Hilfe des Tests schnell und zuverlässig beurteilt werden. Zur Beurteilung des Reibungsverhaltens verschiedener Schmierstoffe und Schmierstoffkomponenten wurden zahlreiche Versuche durchgeführt. Aus den Versuchen folgen diese grundsätzlichen Beobachtungen:

- Die Geschwindigkeit und die (Massen-) Temperatur (Betriebsölviskosität) bestimmen den Schmierungszustand und somit die Reibungszahl, die Belastung ist bei gleicher Massentemperatur im Vergleich eher unbedeutend.

- Durch verschiedene Grundöltypen kann eine Spreizung der Reibungszahl um Faktor 5 erreicht werden, für typische Getriebeöle werden je nach Betriebsbedingung noch Unterschiede bis Faktor 2 festgestellt.

- Das Additivsystem hat nur Auswirkungen im Bereich der Grenz- und Mischreibung, verschiedene Systeme spreizen die Reibungszahl um Faktor 1,5.

- Im Vergleich unterschiedlicher Grundölviskositäten und VI-Verbesserer bestimmt der Schmierungszustand die mittlere Reibungszahl.