Kurzfassung Dissertation von Ulrich Mann, 1995

Schmierfilmbildung in elastohydrodynamischen Kontakten. Einfluß verschiedener Grundöle und Viskositäts-Index-Verbesserer

Ziel war die Untersuchung der Schmierfilmbildung in elastohydrodynamischen Kontakten mit Versuchsölen unterschiedlicher Provenienz mit verschiedenen VI-Verbesserem (Polymethacrylate, Olefin-Copolymer, Styrol-Butadien-Copolymer) sowie für einige synthetische Öle. Insbesondere war zu prüfen, ob VI-Verbesserer ihre eindickende Wirkung unter praxisnahen Kontaktbedingungen von Druck, Temperatur, Schergefälle und Kontaktzeit beibehalten.

In einem Zwei-Scheiben-Prüfstand wurden mit zwei kapazitiven Methoden sowohl eine mittlere (integrale) Schmierfilmdicke als auch der Schmierspaltverlauf bei Linienberührung gemessen. Weiterhin waren Untersuchungen erforderlich, um wichtige Stoffdaten der Versuchsöle zur Auswertung der Messungen und für EHD-Rechnungen zu erhalten.

In einem Hochdruckviskosimeter wurde das Druck-Temperatur-Verhalten der Öle mit VI-Verbesserem und des naphthenbasischen Öles gemessen. Es bestätigte sich, daß bei geringem Schergefälle die eindickende Wirkung der Polymerzusätze auch unter hohem Druck (p“,^ » 8.000 bar) erhalten bleibt.

Die Dielektrizitätszahlen aller Versuchsöle wurden durch Messungen in einer Hochdruckanlage bestimmt. Für die polymerhaitigen Versuchsöle werden diese im wesenüichen durch die Dielektritätszahl des Grundöles bestimmt. Die Dielektrizitätszahlen des Poly-a-Olefins PAO liegen nur geringfügig unter denen des Vergleichsöles M 100.

Im Zwei-Scheiben-Prüfstand wurden in einem weiten Bereich von Belastung, Geschwindigkeit, Schlupf und Temperatur Reibungszahlen ermittelt. Es bestätigte sich für das Poly-a-Olefm und die Mineralöle, daß mit steigendem Naphthengehalt die Reibungszahlen ansteigen. Die polymerhaitigen Öle besitzen etwas geringere Reibungszahlen als ihr Grundöl.

Die mit der integralen Methode bestimmte mittlere Schmierfilmdicke entspricht weitgehend der Schmierfilmdicke hg im Parallelspalt des Kontaktes. Die Messungen bestätigten, daß die Filmdicke sehr stark von Vorgängen im Einlauf zum Kontakt beeinflußt wird. Bei allen Versuchsölen führt eine Temperaturerhöhung durch Kompressions- und Schervorgänge im Einlauf dazu, daß die Eintrittsviskosität des Schmierstoffes in den Kontakt verringert wird und damit - besonders bei hohen Ölviskositäten (> ISO VG 100) und hohen Summengeschwindigkeiten -kleinere Filmdicken als erwartet gemessen werden. Bei den polymerhaltigen Ölen bewirkt hohes Schergefälle im Einlauf zum Kontakt (7 " 10^6 s^{-1}) zusätzlich eine Verringerung der Eintrittsviskosität; diese Öle bilden im Vergleich zu ihrem Grundöl zum Teil nur geringfügig größere Filmdicken.

Durch die spaltauflösenden Messungen wurden die mit der integralen Methode gemessenen Filmdicken bestätigt. Bei reinem Rollen wurde eine deutlich kleinere Einschnürung am Spaltende gemessen als berechnet. Es zeigte sich, daß die minimale Schmierfilmdicke h^“, mit zunehmendem Schlupf geringer wird.

Neben den Messungen wurden Filmdickenrechnungen durchgerührt. Die isotherme Filmdickenrechnung ergibt, wie bekannt, besonders bei hohen Ölviskositäten und hohen Summengeschwindigkeiten zu große Filmdicken. Durch thermische Korrektur wurde der Einfluß der Eigenerwärmung des Kontaktes in der isothermen Rechnung berücksichtigt. Damit ergibt sich für newtonsche Flüssigkeiten eine gute Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung. Für die polymerhaltigen Öle werden aber selbst dann noch bis zu 100 % zu große Filmdicken vor-

hergesagt. Ein temporärer Viskositätsverlust durch Schergefälle wird in der Rechnung nicht berücksichtigt. Führt man bei den polymerhaltigen Ölen jedoch Viskositäts-Daten aus Viskositätsmessungen bei hohem Schergefälle ein, so läßt sich die Differenz zwischen Messung und Rechnung erheblich verringern. Für Öle mit VI-Verbesserem ist zusätzlich ein permanenter Viskositätsverlust nach Scherung im praktischen Einsatz zu berücksichtigen.