

13

948

Beurteilung der Schmierung mit Hilfe von Prüfmaschinen.

Die Bewertung von Schmiermitteln beruht heute ausschließlich auf Messungen der Reibungszahl μ und des Verschleißes. Für die trockene Reibung gilt dabei das Coulombsche Gesetz:

$$\text{Reibungskraft} = \text{Reibungszahl} \cdot \text{Normalkraft}$$

$$R = \mu \cdot N$$

und für die Flüssigkeitsreibung:

$$\text{Reibungsmoment} = \text{Reibungszahl} \cdot \text{Zapfenradius} \cdot \text{Zapfenbelastung}$$

$$M = \mu \cdot r \cdot P$$

Daneben wurde auch versucht, die Schmierfähigkeit durch indirekte Verfahren zu bestimmen, z.B. durch Messung der Oberflächenspannung, der Adsorptionswärme, der Benetzungs- bzw. Haftfestigkeit, das jedoch keinen Zusammenhang bringen mit den praktischen Erfahrungen.

Auch die Reibungsmessungen mit den verschiedenen Prüfmaschinen leiden darunter, daß die Ergebnisse meist nicht wiederholbar sind. Absolute Bestimmungen der Schmierfähigkeit sind überhaupt unmöglich, es können höchstens vergleichende Messungen durchgeführt werden.

Nach Hersey sollen gute Prüfmaschinen folgende Forderungen erfüllen:

- 1.) Messung der Reibung entsprechend der Definition der Schmierfähigkeit.
- 2.) Vermeidung von großer Abnutzung und von Fressen.
- 3.) Ausschaltung des Zähigkeitseinflusses durch hohen Druck und kleine Geschwindigkeit.
- 4.) Untersuchung der Schmierfähigkeit in Abhängigkeit von Temperatur, Druck und Geschwindigkeit.
- 5.) Wiederholbarkeit der Messungen.
- 6.) Die Vergleichsziele sollen bezüglich dem und den Prüfstoffen in ihrer Zähigkeit und Schmierfähigkeit ähneln.

Bei den Prüfmaschinen, die auf Reibungsmessungen beruhen, lassen sich mehrere Grundanordnungen unterscheiden:

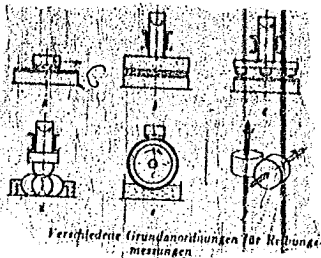


Abb. 1

- a.) Für statische Messungen: ebene oder gekrümmte Gleitflächen, die durch Zug oder durch Neigung in Bewegung gesetzt werden (Hard).
- b. Ebene Flächen oder Ringe.
- c. Dreipunktauflage mit Stiften, Kugeln oder Rollen (DeLafay, Herschel).
- d. Vierkugelanordnung zur Untersuchung von Hochdrucknehmermitteln (Doerlage).
- e. Umlaufender Scheiben oder Ringe mit Prüflätzen (Töcken, MAN).
- f. Gekrümmte Walzen (Thoma)

Statische Messungen:



Abb. 2

Die Haftreibung kann mit der Prüfmaschine von Hardy ermittelt werden. Sie tritt zwischen geschliffenen Flächen von einem anfänglichen Ruhepunkt auf einen Endwert ab. Diese Zeit, als "latente Periode" bezeichnet, ist die Orientierungsdauer der polaren Moleküle in der Adsorptionsschicht. Sie ist vorhanden bei Flüssigkeiten mit Carboxyl- oder Hydroxylgruppen, während sie bei Paraffinen gleich null ist.

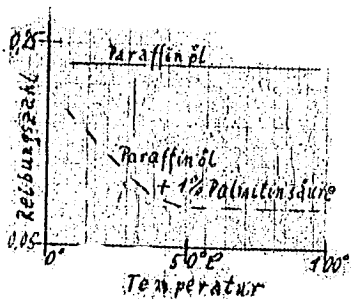


Abb. 3

Statische Reibung und Adsorption nach Hardy

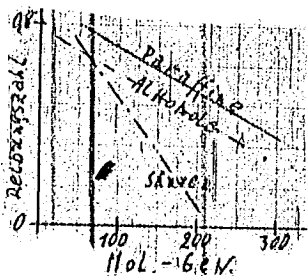


Abb. 4

Abhängigkeit der statischen Reibung von Mol.-Gewicht

Abb. 3 zeigt den Reibungsverlauf in Abhängigkeit von der Temperatur. Bei Säurezusatz nimmt die Reibungszahl mit steigender Temperatur ab, bis die Adsorptionsschicht bei etwa 50°C konstant und temperaturabhängig ist. Abb. 4 zeigt die Abhängigkeit der Reibungszahl von Molekulargewicht einiger homologer Reihen.

Dynamische Messungen.

Für dynamische Messungen kann die Thurston-Maschine verwendet werden, bei der ein umlaufender Zapfen in einer Lagerschale läuft, das auftretende Reibungsmoment wird durch Pendelausschlag aufgezeigt. Es konnte mit dieser Maschine gezeigt werden, daß ein Zusatz von 2 % Stearinsäure zu einem Baseöle die Reibungszahl von 0,0084 auf 0,0052 herabdrückt, während 20 % neutrale Olivenöl wirkungslos bleiben.

Bei der Prüfmachine von Dattmar-Jahmeyer erfährt der Prüfzapfen Schmierung in einem Ringschmierlippen. Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor, der bei Höchst Drehzahl ausgekuppelt wird. Die Anlaufzeit bis zum Stillstand ist dann ein Maß für die Reibung.

Stanton verwendet in seinem Pendelgerät ein in Öl schwingendes Pendel und bestimmt aus dessen Dämpfung die Reibung. Zapfen und Lagerschale tragen entgegengesetzt gerichtete Flachgewinde, wodurch viele kleine konforme Berührungsfächen gegeben sind.

Bei allen diesen Maschinen können aber nur Öle mit gleicher Zähigkeit verglichen werden. Dies kann oft durch entsprechende Temperaturgestaltung erreicht werden. Aber selbst dann sind die Ergebnisse nicht wiederholbar, da der mechanische Aufbau der erwähnten Maschinen unzulänglich ist. (Kantenpressung, Durchbiegung, Wärmeausdehnung)

Bei der Dooley-Maschine wird mit einem Handrad eine in Öl laufende horizontale Scheibe angetrieben, wodurch der auf ihr liegende Ring durch Reibung mitgenommen wird und eine Spiralfeder gespannt, die zur Messung der Reibungskraft dient. Der Druck kann verändert werden.

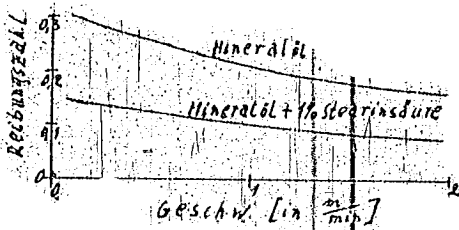


Abb. 5.

Einfluß von Stearinsäurezusatz auf die Reibungszahl, gemessen auf der Dooley-Maschine

Die Hartmetall-Mandrin-
 der Clay-Maschine. Sie arbeitet
 an der feinsten und stabilsten
 Metallplatte übertragen wird

In den natürlichen, ohne verbesserte
 guten Druck, der zu sein
 auf die angewandte, so verlaufende

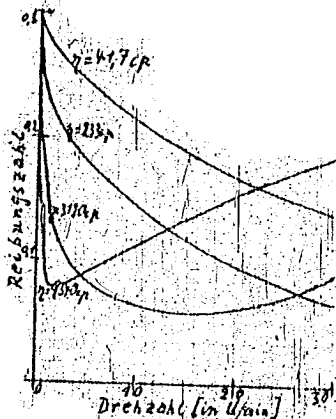


Abb. 6

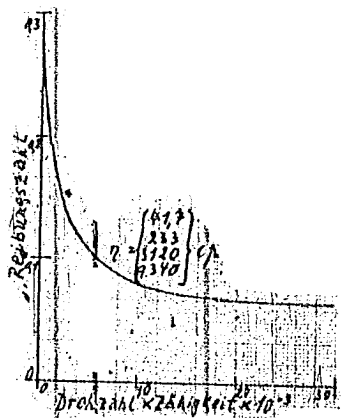


Abb. 7

Reibungszahl zur Drehzahl ver-
 schiedener Mandrins in Abhän-
 gigkeit von der Drehzahl

Reibungszahl nach Abb. 6 in Ab-
 hängigkeit von Zähigkeit x Dreh-

Mit der Hartmetall-Maschine werden Mineralien verschiedener
 Zähigkeit untersucht. Trägt man die gefundenen Reibungszahlen gegen
 die Drehzahl auf, erhält man übereinander liegende Kurven, tragt
 man sie aber gegen das Produkt Zähigkeit x Drehzahl auf, liegen
 alle Punkte auf einer einzigen Kurve. Durch das vorstehende Hartmetall-
 Mandrin wird der Einfluß der Zähigkeit teilweise heraus-
 geschaltet werden.

Bei der Zahn-Mandrin wird zu demselben Zweck ein Kranz
 der Zylinderrollen verwendet, wobei sich eine effektive
 Reibungszahl ergibt, die von der Drehzahl abhängt.

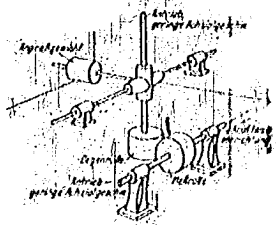


Abb. 11

Schema der Prüfmaschine nach Höpff

Die die verdrickenden Kontakte (Reibrollen) sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern.

Die Entwicklung der Hochdruckpumpe als Mittel hatte den Zweck die Prüfmaschine zur Folge, bei der alle Bedingungen von der Größe der Probe bis zur Erreichung der Durchbruchlast erfüllt sind. Die Entwicklung der Hochdruckpumpe als Mittel hatte den Zweck die Prüfmaschine zur Folge, bei der alle Bedingungen von der Größe der Probe bis zur Erreichung der Durchbruchlast erfüllt sind.

Bei der Hochdruckpumpe wird ein Hochdrucköl verwendet, das die Reibrollen beschliffen hat. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern.

Die Hochdruckpumpe nach Höpff besteht aus zwei Hauptteilen, nämlich der Hochdruckpumpe und der Hochdruckpumpe. Die Hochdruckpumpe besteht aus zwei Hauptteilen, nämlich der Hochdruckpumpe und der Hochdruckpumpe. Die Hochdruckpumpe besteht aus zwei Hauptteilen, nämlich der Hochdruckpumpe und der Hochdruckpumpe.

Bei der Hochdruckpumpe nach Höpff wird ein Hochdrucköl verwendet, das die Reibrollen beschliffen hat. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern. Die Reibrollen sind mit einem feinen Schleifpapier beschliffen, um die Reibung zu vermindern.

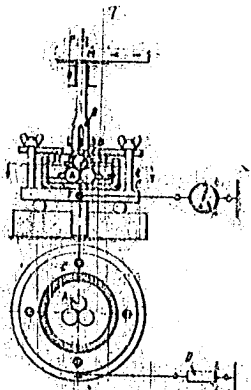


Abb. 9

Aufbau der Kugellager-Prüfmaschine nach Boerlage

- A und B Kugeln
- C Ölbad
- D Hilfskranzseiger
- M Antrieb
- O Lager für die Belastungswelle S
- P Belastung
- T Grundplatte

Auch hier wird die Belastung in gleichen Zeitabständen bis zum Beginn des Pressens gesteigert. Mit dieser Maschine ausgeführte Messungen stimmen gut überein mit den praktischen Ergebnissen über den Verschleiß in Zahnradgetrieben, aber nicht mit Ergebnissen auf der Tinker-Maschine.

Es wird auch versucht, die Schmierfähigkeit und den Verschleiß in Getriebe-Prüfständen zu ermitteln. Als dritter Faktor kommt hier die Alterung hinzu, neben guter Schmierfähigkeit wird hohe Alterungsabtauglichkeit gefordert. Aber auch in diesen Prüfständen ist die Schmierfähigkeit schwer zu erfassen, da sich das Öl leicht mit dem Treibstoff mischt und die Kolbenringe abgerieben werden.

Darartige Messungen hat Philippovich an Zylinder von Siemens ausgeführt, Soden-Frauenhofen benützt eine Zahnradprüfmaschine, auf der er die Zahnradflankenabnutzung misst. Er definiert die Schmierfähigkeit als den reziproken Wert der Abnutzung.

Bei der Ölprüfmaschine MAN, Bauart Spindel wird ein Schleifstück, das aus den verschiedensten Metallen bestehen kann, unter regelbarem Druck gegen eine, im Öl laufende Stahltrommel gepreßt.

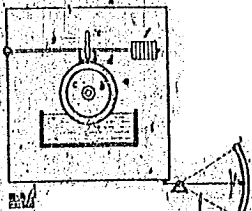


Abb. 10

Schema der MAN-Ölprüfmachine
 Bauart Kpindel

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| a umlaufende höhle Scheibe | h Rahmen |
| b Drehachse für Scheibe und Rahmen | i Ölbad |
| c Heizräum | k Reibungsanzeige |
| d Versuchstück | g Hebel |
| e Thermometer | |

Das Schleifstück ist mit dem drehbaren Rahmen fest verbunden, der Rahmen drückt auf die Reibungswalze. Die Messungen können ausgeführt werden in Abhängigkeit von Temperatur, Geschwindigkeit und Belastung

Zusammenfassung

Eine einwandfrei arbeitende Prüfmaschine muß folgende Bedingungen erfüllen: Grenzschmierung ohne hydrodynamische Filmbildung und ohne Zähigkeitseinfluß, Temperaturerhöhung übertragbar, Reibungsdichte messbar, Oberflächenbeschaffenheit und Druckverteilung und Messung des Verschleißes

Die ...

- solche ...
solche ...
solche ...
solche ...
solche ...

...

Die ...

1) ... Petrof ... 28 (1936) ...
2) ...
3) ...
4) ...

Aus diesem Grunde hat ein Hochdruckschmiermittel keine bestimmte Fillestärke, sondern diese ist je nach dem Metall der Grenzfläche verschieden. Schmiermittel, die den Film schon bei niedrigeren Drücken bilden, sind besser als solche, die erst bei hohen Drücken einen Film geben, weil bei letzteren die Einsicht durch den Druck vorher ausreißt.

Hochdruckschmiermittel müssen nicht in anderen Eigenschaften den Ansprüchen an Schmieröle genügen, besonders dürfen sie nicht korrodierend wirken. Sie sind im allgemeinen weniger stabil als hoch raffinierte Mineralöle. Die Hochdruckschmiermittel finden Anwendung in Hypoid- und Schneckengetrieben als Schmieröle und Zahnradschmiermittel. Sowohl die hohen Flächenpressungen als auch die zeitlichen Schwerewirkungen erfordern höherwertige Grenzflächenverankernde Schmierfilme. Die Prüfung auf die Grenzflächenverankerung erfolgt in besonderen hierfür konstruierten Maschinen 1)

80% Hanksels
H81

1) Kowboy, Salomon, O. Petzold, 1938, Ind. IV, S. 2548; Andler, Schmierstoffe und Schmiermittelschmierstoffe, 1930, S. 212. Hier auch weitere Literatur über Hochdruckschmiermittel.