

Prüfung von Schmierölen
Bestimmung der scheinbaren Viskosität von Motorenschmierölen
bei niedriger Temperatur zwischen -5 °C und -35 °C
Mit dem Cold-Cranking-Simulator

DIN
51377

ICS 75.100

Ersatz für
DIN 51377:1978-01

Testing of lubricants — Determination of the apparent
viscosity of motor oils at low temperature from -5 °C to -35 °C —
Using the cold-cranking simulator

Essais des lubrifiants — Détermination de la viscosité apparente
des huiles à moteurs à température basse de -5 °C à -35 °C —
Au moyen du Cold-Cranking Simulator

Vorwort

Die vorliegende Norm wurde vom Arbeitsausschuss NMP 661 „Prüfung von Schmierölen, sonstigen Ölen und Paraffinen“ im Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) ausgearbeitet; sie ist technisch identisch mit ASTM D 5293-99a.

Der Anhang A ist normativ.

Änderungen

Gegenüber DIN 51377:1978-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt an die Neuausgabe der ASTM D 5293-99a angepasst;
- b) redaktionell überarbeitet und Verweise aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN 51377: 1972-03, 1978-01

Fortsetzung Seite 2 bis 15

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP im DIN

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein Prüfverfahren für die Bestimmung der scheinbaren Viskosität von Motorenschmierölen im Laboratorium bei Temperaturen zwischen -5 °C und -35 °C bei Schubspannungen von annähernd 50 000 Pa bis 100 000 Pa und Schergefällen von annähernd 10^5 s^{-1} bis 10^4 s^{-1} und Viskositäten von annähernd $500\text{ mPa} \cdot \text{s}$ bis $25\,000\text{ mPa} \cdot \text{s}$ fest. Die Ergebnisse ermöglichen Rückschlüsse auf das Kaltstartverhalten von Motorenölen.

Ein spezielles manuelles Verfahren für hochviskoelastische Öle ist in Anhang A für Mehrbereichsöle festgelegt worden.

Diese Norm legt sowohl für manuelle als auch für automatisierte Bestimmungen der scheinbaren Viskositäten von Motorenschmierölen die Vorgehensweise mit dem Cold-Cranking-Simulator fest.

WARNUNG — Diese Norm nimmt nicht für sich in Anspruch, auf alle Sicherheitsprobleme hinzuweisen, wenn es überhaupt welche gibt, die mit der Durchführung der Norm verbunden sind. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieser Norm, angemessene Sicherheits- und Gesundheitsvorkehrungen zu schaffen und die Anwendbarkeit vorgeschriebener Gesetzesauflagen vor der Durchführung der Norm zu überprüfen.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikationen (einschließlich Änderungen).

ASTM D 4057-95c1, *Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products*.

ASTM D 5293-99a, *Standard Test Method for Apparent Viscosity of Engine Oils between -5 °C and -35 °C — Using the cold-cranking simulator*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

newtonsches Öl

newtonsche Flüssigkeit

Flüssigkeit, die eine konstante Viskosität bei allen Schergefällen aufweist

3.1.2

nicht-newtonsches Öl

nicht-newtonsche Flüssigkeit

Flüssigkeit, deren Viskosität sich mit der Änderung der Schubspannung oder des Schergefälles ebenfalls ändert

3.1.3

Viskosität, η

Eigenschaft einer Flüssigkeit, die deren inneren Widerstand (innere Reibung) beim Fließen unter Belastung festlegt, ausgedrückt durch:

$$\eta = \tau / \gamma \quad (1)$$

Dabei ist

τ die Belastung je Flächeneinheit;

γ das Schergefälle.

ANMERKUNG Die Viskosität wird manchmal auch Koeffizient der dynamischen Viskosität genannt. Dieser Koeffizient ist somit ein Maß für den Fließwiderstand der Flüssigkeit. Nach den SI-Basis-Einheiten ist die Einheit der Viskosität die Pascal-Sekunde; in der praktischen Anwendung ist eine daraus abgeleitete Einheit (Millipascal-Sekunde) gebräuchlicher und wird üblicherweise verwendet. Die Millipascal-Sekunde entspricht 1 cP (früher übliche Einheit¹⁾.

3.2 Spezifischen Begriffe

3.2.1

scheinbare Viskosität

Viskosität, die bei der Durchführung dieses Prüfverfahrens erhalten wird

ANMERKUNG Da viele Motorenöle bei tiefer Temperatur nicht-newtonsches Verhalten aufweisen, kann sich die scheinbare Viskosität mit dem Schergefälle ändern.

3.2.2

Kalibrieröl

Öl mit bekannter Viskosität und bekanntem Viskositäts-/Temperatur-Verhalten, das verwendet wird, um die Kalibrier-Beziehung zwischen der Viskosität und der Rotorgeschwindigkeit (Drehzahl) des Cold-Cranking-Simulators herzustellen

3.2.3

Prüföl

jedes Öl, dessen scheinbare Viskosität durch Anwendung dieses Prüfverfahrens bestimmt werden soll

3.2.4

viskoelastisches Öl

ein Öl oder eine Flüssigkeit mit nicht-newtonischem Verhalten, das bzw. die sich während der Rotation am Rotorschaff hochzieht

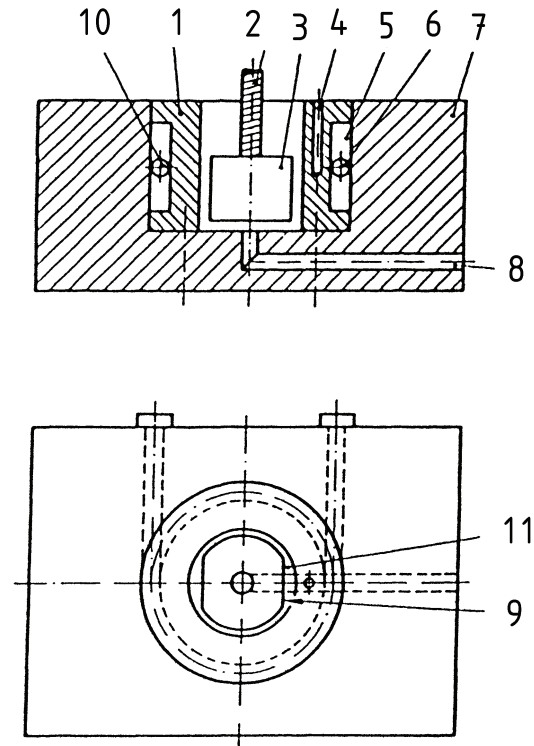
4 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Ein elektrischer Motor treibt einen Rotor an, der konzentrisch in einen Stator eingepasst ist. Der Spalt zwischen dem Rotor und dem Stator wird mit dem Prüföl gefüllt. Die Prüftemperatur wird in der Nähe der Stator-Innenwand gemessen und durch einen geregelten Durchfluss von Kühlflüssigkeit durch den Stator oder durch thermoelektrische Kühlung (Peltier-Element) konstant gehalten. Die Drehzahl des Rotors wird als Funktion der Viskosität kalibriert. Die Prüföl-Viskosität wird aus dieser Kalibrierung und der gemessenen Drehzahl des Rotors bestimmt.

¹⁾ Die Einheit „cp“ (centi-Poise) ist im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig.

5 Wesentliche Merkmale und Anwendung

Die mit dem Cold-Cranking-Simulator (CCS) erhaltene scheinbare Viskosität von Motorenschmierölen steht in Beziehung zu dem Kaltstartverhalten von Motoren. Die mittels CCS erhaltene scheinbare Viskosität ist nicht geeignet, um die Fließeigenschaften bei tiefer Temperatur zur Ölpumpe und zum Ölverteilungssystem vorauszusagen.



Legende

- 1 Stator
- 2 Flexible Achse
- 3 Läufer/Rotor
- 4 Bohrung für Thermometer
- 5 Kühlkanal
- 6 Kühlmiteleinlass
- 7 Isolationskörper aus Polyamid 66
- 8 Probeneinlass
- 9 Ebene Fläche am Läufer/Rotor
- 10 Kühlmittelauslass
- 11 Ölprobe

Bild 1 — Cold-Cranking-Simulator

6 Geräte

6.1 Zwei Gerätetypen können für diese Prüfung benutzt werden, der **manuelle Cold-Cranking-Simulator** (siehe 6.2) und der **automatisierte CCS** (siehe 6.3 und 6.4).

6.2 Manueller CCS, bestehend aus einem mit konstantem Gleichstrom betriebenen elektrischen Motor, der einen Rotor in einem Stator antreibt; einem Rotorgeschwindigkeitssensor; einem Gleichstrom-Amperemeter mit Feineinstellung des antreibenden Gleichstroms; einem Stator-Temperatur-Kontroll-System, welches Temperaturen innerhalb $\pm 0,05$ K der gewählten Temperatur halten kann; einem Kühlflüssigkeits-Kreislauf, welcher kompatibel zum Temperatur-Kontroll-System ist.

6.3 Halbautomatisierter CCS, bestehend aus dem CCS, wie in 6.2 beschrieben, mit Computer, Computer-Schnittstelle und Probeneinführpumpe. Der Kühlmittel-Kreislauf (siehe 6.6) wird nicht benutzt, weil eine neue, automatisch zugefügte Probe die Probe aus der vorherigen Prüfung verdrängt.

6.4 Vollautomatisierter CCS, bestehend aus den in 6.3 beschriebenen Teilen, mit der Ergänzung durch einen automatischen Probenwechsler, der mehrere Proben sequentiell unter Computerkontrolle und ohne Aufsicht zugeben kann.

Eine neue Generation vollautomatisierter CCS hat anstelle der Umlaufkühlung zur Einstellung der Messtemperatur eine thermoelektrische Kühlung und Temperaturregelung mit Peltier-Elementen. Diese werden ihrerseits mit einem Kühlmittelkreislauf von etwa 5 °C (Wasser, DEG) gekühlt.

6.5 Kalibrierter Temperaturmessfühler, Sensor für den Einsatz in eine Bohrung in der Nähe der inneren Oberfläche des Stators zur Anzeige der Prüftemperatur.

6.6 Kühlvorrichtung

6.6.1 Ein Kühlgerät für die Kühlflüssigkeit wird benötigt, um die Kühltemperatur mindestens 10 K unterhalb der Prüftemperatur zu halten. Eine mechanische Umlaufkühlung wird bevorzugt, Trockeneis-Systeme wurden jedoch ebenfalls zufrieden stellend eingesetzt. Die Länge der Schlauchverbindungen zwischen dem CCS-System und dem Kühlaggregat sollte so kurz wie möglich gehalten werden und gut isoliert sein.

6.6.2 Es muss ein verlustfreier Temperaturübergang zwischen dem Temperaturmessfühler und der Bohrung im Stator, die den Temperaturmessfühler aufnimmt, hergestellt werden; die Bohrung für den Temperaturmessfühler ist regelmäßig gründlich zu reinigen und die kleine Menge Wärmeübertragungspaste auszutauschen. Die Temperatur des Kühlmediums für die Viskosimeter-Messzelle sollte etwa 10 K unterhalb der Prüftemperatur eingeregelt sein.

6.6.3 Um eine optimale Temperaturkontrolle bei der Verwendung von Trockeneiskühlsystemen sicherzustellen, ist nach erfolgten Ventileinstellungen im Kühlkreislauf zur Überprüfung der richtigen Kühlung ein niedrigviskoses Prüföl in die Viskosimeter-Messzelle einzufüllen und anschließend der Motor der CCS-Messvorrichtung zu starten.

6.7 Kühlflüssigkeit

Wenn die Kühlflüssigkeit durch Arbeiten bei hoher Luftfeuchte mit Wasser verunreinigt ist, muss sie durch trockene Kühlflüssigkeit ersetzt werden, um eine gleich bleibende Temperaturkontrolle sicherzustellen, insbesondere dann, wenn mit Trockeneis gekühlt wird.