

	DIN 51111	
ICS 75.100 Elektrische Eigenschaften von frischen und gebrauchten Ölen aus Elektroantrieben im Fahrzeug – Messung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit, der relativen Permittivität (ϵ_r) und des dielektrischen Verlustfaktors ($\tan \delta$) Electrical properties of fresh and used oils from electric drives in vehicles – Measurement of the specific electrical conductivity, the relative permittivity (ϵ_r) and the dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) Caractéristiques électriques des huiles fraîches et usagées des entraînements électriques dans les véhicules – Mesure de la conductivité électrique spécifique, de la permittivité relative (ϵ_r) et du facteur de perte diélectrique ($\tan \delta$) Gesamtumfang 17 Seiten DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP		

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung	6
5 Geräte	6
5.1 Messeinrichtung	6
5.2 Temperiereinheit	6
5.3 Messzelle	6
5.4 Zubehör	7
6 Reagenzien	7
7 Probenahme	8
8 Durchführung	8
8.1 Allgemeines	8
8.2 Messzelle	8
8.2.1 Allgemeines	8
8.2.2 Reinigung der Messzelle	8
8.2.3 Lagerung der Messzelle	9
8.3 Probenvorbereitung	9
8.4 Konditionierung und Befüllung der Messzelle	9
8.4.1 Konditionierung der Zelle	9
8.4.2 Überprüfung der Zelle	9
8.4.3 Befüllung der Zelle	9
8.5 Prüftemperatur	10
8.6 Messung	10
8.6.1 Allgemeines	10
8.6.2 Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit	10
8.6.3 Bestimmung des spezifischen elektrischen Widerstandes	11
8.6.4 Bestimmung der relativen Permittivität	11
8.6.5 Bestimmung des Verlustfaktors (tan δ)	11
8.7 Fehlerquellen	12
9 Angabe der Ergebnisse	12
10 Präzision	12
10.1 Allgemeines	12
10.2 Wiederholbarkeit	12
10.3 Vergleichbarkeit	12
11 Prüfbericht	13
Anhang A (informativ) Messprinzip	14
A.1 Spezifischer elektrischer Widerstand	14
A.2 Relative Permittivität (ϵ_r)	15
A.3 Dielektrischer Verlustfaktor (tan δ)	16
Literaturhinweise	17

Tabellen

Tabelle 1 — Sollwerte für die Prüfung der mit n-Decan gefüllten Apparatur	9
Tabelle 2 — Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit	13

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-06-53 AA „Elektrische Eigenschaften von Schmierstoffen“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit (κ), die relative Permittivität (ϵ_r) und der dielektrische Verlustfaktor ($\tan \delta$) sind wichtige Indikatoren für die elektrische Qualität und den Grad der Verunreinigung einer Flüssigkeit. Diese Parameter können verwendet werden, um die Abweichung von den gewünschten dielektrischen Eigenschaften und den potenziellen Einfluss auf das Betriebsverhalten des Aggregates, in dem die Flüssigkeit verwendet wird, zu interpretieren. Sowohl die thermische Belastung als auch Verunreinigungen beeinflussen die elektrischen und dielektrischen Eigenschaften von Ölen.

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit und die relative Permittivität (ϵ_r) lassen sich durch die Bestimmung der komplexen Fluidimpedanz ermitteln. Der dielektrische Verlustfaktor ($\tan \delta$) wird daraus berechnet.

Im Vergleich zur DIN EN 60247 (VDE 0380-2) für Isolieröle wurden die Probenvorbereitung angepasst und eine neue Messtechnik berücksichtigt. Hauptunterschied ist aber, dass sich die Messbereiche um mehrere Zehnerpotenzen unterscheiden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit (κ) bzw. des spezifischen elektrischen Widerstandes (ρ), der relativen Permittivität (ϵ_r) und des dielektrischen Verlustfaktors ($\tan \delta$) von additivierten Kühl- und Schmierölen fest.

Dieses Dokument ist anwendbar für Messungen an ungebrauchten und gebrauchten Ölen aus Elektroantrieben in Fahrzeugen mit spezifischer elektrischer Leitfähigkeit im nS/m-Bereich sowie sonstige additivierte Getriebe-, Motoren- und Hydrauliköle.

Dieses Dokument ist auch anwendbar für isolierend wirkende Öle. Im Gegensatz zum Verfahren nach DIN EN 60247 (VDE 0380-2) wird mit niedriger Wechselspannung gemessen, um Leitfähigkeiten im nS/m-Bereich rückwirkungsfrei zu ermitteln. Die Messbereiche für additivierte Kühl- und Schmieröle und unadditivierte Isolieröle unterscheiden sich aber um mehrere Zehnerpotenzen. Entsprechend ist der Laborblindwert zu berücksichtigen. Bei isolierend wirkenden Ölen können häufig nur Maximalwerte nach Abschnitt 9 angegeben werden.

WARNUNG — Die Anwendung dieses Dokuments kann die Anwendung gefährlicher Stoffe, Arbeitsgänge und Geräte mit sich bringen. Dieses Dokument beansprucht nicht, alle damit verbundenen Sicherheitsprobleme zu behandeln. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, vor der Anwendung geeignete Maßnahmen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz des Personals zu ergreifen, und die Geltung weiterer diesbezüglicher Auflagen zu prüfen.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

spezifische elektrische Leitfähigkeit

κ

Quotient zwischen der konstanten Stromdichte und der Feldstärke eines elektrischen Gleichfeldes, definiert als die Fähigkeit eines Stoffes, elektrischen Strom zu leiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit ist Siemens je Meter (S/m). Der Kehrwert ist der spezifische elektrische Widerstand (Ωm).

3.2

spezifischer elektrischer Widerstand (des Volumens)

ρ

Quotient aus der Feldstärke eines elektrischen Gleichfeldes und der konstanten Stromdichte

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit des spezifischen elektrischen Widerstandes ist Ohmmeter (Ωm). Der Kehrwert ist die spezifische elektrische Leitfähigkeit (S/m).

3.3 relative Permittivität Permittivitätszahl

ϵ_r
Verhältnis der Kapazität C_x eines Kondensators, bei dem der Raum zwischen und um die Elektroden völlig und ausschließlich mit dem betreffenden Öl gefüllt ist, zur Kapazität C_0 derselben Elektrodenanordnung im Vakuum

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen wird die Kapazität C_a der Elektrodenanordnung in Luft anstelle von C_0 gewählt, um die relative Permittivität mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen.

3.4 dielektrischer Verlustfaktor

$\tan \delta$
Tangens des Verlustwinkels δ , um den der Phasenunterschied zwischen der angelegten Spannung und dem sich daraus ergebenden Strom von $\pi/2$ rad abweicht, wenn das Dielektrikum des Kondensators allein aus dem betreffenden Öl besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Praxis beschreibt der dielektrische Verlustfaktor den Anteil der elektrischen Leistung, der als Wärmeverlust an das Öl abgegeben wird. Der Messwert bezieht sich allerdings auf eine genormte Frequenz von 50 Hz und muss ggf. noch auf die für die Anwendung relevante Frequenz umgerechnet werden ($\times 50/\text{relevante Frequenz}$).

4 Kurzbeschreibung

Das Messsystem besteht aus einem Impedanzmessgerät, welches über geschirmte Leitungen eine sinusförmige Wechselspannung an eine Messzelle mit zwei gegenüberliegenden Elektroden anlegt.

Für eine korrekte Messung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit, der relativen Permittivität (ϵ_r) sowie des dielektrischen Verlustfaktors ($\tan \delta$) muss die nach Abschnitt 8 gereinigte Messkammer mit homogenem Probenmaterial und ohne Lufteinschlüsse befüllt werden.

Die Messung erfolgt i. d. R. bei 50 °C, 100 °C und 150 °C.

5 Geräte

5.1 Messeinrichtung

Die Messeinrichtung besteht aus einer Temperiereinheit und einer Messzelle. Sie muss so beschaffen sein, dass die Temperatur der Messzelle auf $\pm 0,1$ °C vom vorgeschriebenen Wert gehalten werden kann, und es müssen abgeschirmte elektrische Verbindungen von höchstens 2 m Länge zu der Zelle vorgesehen sein, deren elektrischer Einfluss im Zuge der Kalibrierung der Einrichtung eliminiert wurde. Die Messzelle muss ordnungsgemäß gegen das geerdete Gehäuse der Messeinrichtung isoliert sein.

5.2 Temperiereinheit

Die Messeinrichtung muss eine Temperiereinheit besitzen, mit der die Temperatur der Flüssigkeit mit der geforderten Genauigkeit gemessen und geregelt werden kann. Die Temperiereinheit kann ein von außen beheiztes Wärmebad, ein elektrischer Blockheizthermostat oder alternativ eine elektrische Innenheizung der Messzelle sein. Das System muss eine ausreichend schnelle und genaue Temperierung erlauben, um Veränderungen der Öle durch zu langes Temperieren zu vermeiden (< 1 h, bis die entsprechende Temperatur ausreichend genau erreicht ist).

5.3 Messzelle

Für die Messung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit, der relativen Permittivität (ϵ_r) und des dielektrischen Verlustfaktors ($\tan \delta$) wird dieselbe Messzelle verwendet. Eine für diese Zwecke geeignete Zelle muss folgende allgemeine Anforderungen erfüllen: