

Inhaltsverzeichnis

0	Additive – Einführung in die Problematik	1
	<i>W. J. Bartz, Ostfildern</i>	
0.1	Einführung	
0.2	Aufgaben von Schmierstoffen und Arbeitsflüssigkeiten – Daraus resultierende Eigenschaften und deren Beeinflussung	
0.2.1	Aufgaben	
0.2.2	Eigenschaften	
0.2.3	Einsatz von Additiven	
0.3	Additive für Schmierstoffe und Arbeitsflüssigkeiten	
0.3.1	Additivtypen	
0.3.2	Zuordnung von Additiven und Schmierstoffanwendung	
0.4	Zusammenfassung	
1	Grundsätzliche Betrachtungen über den Einsatz von Additiven	11
	<i>E. Gegner, Hamburg</i>	
1.1	Einführung	
1.2	Anwendungstechnische Motivation für den Additiveinsatz	
1.3	Einteilung der wichtigsten Additivtypen	
1.4	Einfluß der Alkylgruppen auf die Additiveigenschaften	
1.5	Rückblick und Ausblick	
1.6	Literatur	
2	Oxidationsinhibitoren, Kupferdesaktivatoren und Rostinhibitoren	19
	<i>U. Kristen, Basel</i>	
2.1	Einführung	
2.2	Oxidationsinhibitoren	
2.2.1	Wirkungsmechanismus	
2.2.1.1	Induktionsperiode	
2.2.1.2	Kettenfortpflanzung	
2.2.1.3	Kettenverzweigung	
2.2.1.4	Kettenabbruch	
2.2.1.5	Einfluß von Schwermetallionen	
2.2.1.6	Definition primäre/sekundäre Oxidationsinhibitoren	
2.2.2	Primäre Oxidationsinhibitoren	
2.2.2.1	Phenolische Oxidationsinhibitoren	

- 2.2.2.2 Aminische Oxidationsinhibitoren
- 2.2.3 Sekundäre Oxidationsinhibitoren
- 2.2.4 Kombination der verschiedenen Typen von Oxidationsinhibitoren
- 2.3 Kupferdesaktivatoren
- 2.3.1 Wirkungsmechanismus
- 2.3.2 Chelatbildner
- 2.3.3 Filmbildner
- 2.4 Rostinhibitoren
- 2.4.1 Wirkungsmechanismus
- 2.4.2 Aschegebende Rostinhibitoren
- 2.4.3 Aschefreie Rostinhibitoren
- 2.5 Oxidations- und Korrosionsteste für Schmierstoffe
- 2.5.1 Industrieöle
- 2.5.1.1 Oxidationsteste
- 2.5.1.2 Korrosionsteste
- 2.5.2 Motorenöle
- 2.5.2.1 Oxidationsteste
- 2.5.2.2 Korrosionsteste
- 2.6 Anwendungsbeispiele
- 2.6.1 TOST-Ergebnisse
- 2.6.2 Antioxidans-Motorenteste
- 2.6.2.1 MS III D Ergebnisse (Benzinmotorentest)
- 2.6.2.2 MWMB Ergebnisse (Dieselmotorentest)
- 2.7 Entwicklungstendenzen
- 2.8 Literatur

3 Aschegebende Extreme-Pressure- und Verschleißschutzadditive

47

B. Lindstaedt, Hamburg

- 3.1 Einführung und Problemstellung
- 3.2 Notwendigkeit und Zielsetzung für den Einsatz des Wirkstoffes
- 3.3 Beschreibung möglicher Wirkstoffgruppen
- 3.3.1 Grundlegende chemische Zusammensetzung
- 3.3.2 Chemische, physikalische und physiologische Eigenschaften
- 3.3.3 Wirkungsmechanismus
- 3.4 Anwendung der Wirkstoffe
- 3.4.1 Formulierung von Fertigprodukten
- 3.4.2 Prüfung der Fertigprodukte
- 3.5 Wechselbeziehungen zwischen Wirkstoffen, Werkstoffen und Bauelementen im Gesamtsystem
- 3.6 Zukünftige Entwicklungen
- 3.7 Zusammenfassung
- 3.8 Literatur

4	Aschefreie Extreme-Pressure- und Verschleißschutzadditive <i>U. Kristen, Basel</i>	75
4.1	Einführung	
4.2	Wirkungsmechanismus	
4.3	Aschefreie EP/AW-Additive	
4.3.1	Phosphorverbindungen	
4.3.2	Phosphorschwefelverbindungen	
4.3.3	Schwefelträger	
4.3.4	Chlor- und Chlorschwefelverbindungen	
4.4	Prüfmaschinen für Verschleißuntersuchungen	
4.5	Formulierungsbeispiele	
4.5.1	Ergebnisse mit dem FZG-Verspannungsprüfstand	
4.5.2	Ergebnisse mit dem Vickers-Pumpenprüfstand	
4.5.3	Ergebnisse mit dem Nockenstoßelprüfstand	
4.6	Entwicklungstendenzen	
4.7	Literatur	
5	Festschmierstoffe als Additive in Schmierstoffen <i>R. Holinski, München</i>	93
5.1	Einführung	
5.2	Festschmierstoffe und ihre Eigenschaften als Schmierstoffadditive	
5.3	Wirkungsweise von Festschmierstoffen	
5.4	Typische Einsatzbereiche feststoffhaltiger Schmierstoffe	
5.5	Ausblick	
5.6	Literatur	
6	Reibungsminderung durch Schmierstoffe und Additive (Friction Modifier) <i>W. J. Bartz, Ostfildern</i>	107
6.1	Einführung	
6.2	Energiebilanz und Kraftstoffverbrauch	
6.2.1	Energiebilanz eines Fahrzeugs	
6.2.2	Reibungsverluste im Motor und Kraftstoffverbrauch	
6.2.3	Reibungsverluste im Getriebe und Kraftstoffverbrauch	
6.3	Einflüsse auf den Reibungszustand	
6.4	Zusammenhang zwischen Schmierstoff und Kraftstoffverbrauch	
6.4.1	Einfluß der Viskosität	
6.4.2	Einfluß reibungssenkender Wirkstoffe	
6.5	Reibungssenkende Wirkstoffe (Friction Modifier)	
6.5.1	Grundlegende Zusammenhänge	
6.5.2	Einflüsse auf die Wirksamkeit	
6.5.3	Mechanismus der Reibungsminderung	
6.6	Zusammenfassung	
6.7	Literatur	

7 Prüfung von kraftstoffverbrauchsenkenden

121

Eigenschaften von Motorenölen

J. F. Fuhrmann, Hamburg

- 7.1 Einführung
- 7.2 Physikalische Grundlage
 - 7.2.1 Verluste im Verbrennungsmotor
 - 7.2.2 Stribeckkurve
 - 7.2.3 Erörterung der Möglichkeiten zur Reibungsminderung
- 7.3 Entwicklung von Leichtlaufölen
- 7.4 Prüfung der Reibungseigenschaften von Ölen
 - 7.4.1 Laboratoriumsprüfungen
 - 7.4.1.1 Reibwerttester
 - 7.4.1.2 Motorenprüfstandsteste
 - 7.4.1.2.1 Prüfung im geschleppten Motor
 - 7.4.1.2.2 Prüfung im gezündeten Motor auf dem Prüfstand
 - 7.4.2 Prüfung auf dem Rollenprüfstand
 - 7.4.2.1 DKA-Code of Practice
 - 7.4.2.2 EPE City/Highway-Programm
 - 7.4.2.2.1 Allgemeine Zusammenhänge
 - 7.4.2.2.2 ASTM 5 Car Test
 - 7.4.3 Messungen auf der Straße
 - 7.4.3.1 Two-Truck-Test
 - 7.4.3.2 Flottenteste
 - 7.5 Betrachtungen zur Kostenfrage
 - 7.6 Schlußbetrachtung
 - 7.7 Literatur

8 Detergent-/Dispersantadditive

139

Herstellung, Wirkungsweise und Anwendung

J. Raddatz, Frankfurt, und W. J. Bartz, Ostfildern

- 8.1 Einführung
- 8.2 Historische Entwicklung
- 8.3 Begriffsbestimmung und Aufgabenabgrenzung
- 8.4 Klassifizierung der Detergent-/Dispersantadditive
 - 8.4.1 Detergentadditive
 - 8.4.1.1 Typen
 - 8.4.1.2 Naphthenate und Stearate
 - 8.4.1.3 Sulfonate
 - 8.4.1.4 Phenolate, Phenolatsulfide und Salicylate
 - 8.4.1.5 Phosphate, Thiophosphate, Phosphonate und Thiophosphonate
 - 8.4.1.6 Carbamate und Thiocarbamate
 - 8.4.2 Dispersantadditive
 - 8.4.2.1 Typen

- 8.4.2.2 Polyisobutenyl-Bernsteinsäure-Derivate
- 8.4.2.3 Methacrylatcopolymerer und Fumarate
- 8.5 Aufgaben und Funktionen der Detergent-/Dispersantadditive
- 8.5.1 Ottomotor
- 8.5.1.1 Vorgänge im Ottomotor
- 8.5.1.2 Funktion der Additive im Ottomotor
- 8.5.2 Dieselmotor
- 8.5.2.1 Vorgänge im Dieselmotor
- 8.5.2.2 Funktion der Additive im Dieselmotor
- 8.5.3 Aufgaben der Additive
- 8.6 Wirkungsweise der Detergent-/Dispersantadditive
- 8.6.1 Peptisierung
- 8.6.2 Solubilisierung
- 8.6.3 Neutralisation
- 8.7 Versuchsergebnisse mit Detergent-/Dispersantadditive
- 8.8 Zusammenfassung
- 8.9 Literatur

**9 Viskosität und Fließverhalten von Schmierölen
und Beeinflussung durch VI-Verbesserer**
W. J. Bartz, Ostfildern

161

- 9.1 Einführung
- 9.2 Definition und Dimension der Viskosität
- 9.2.1 Definition
- 9.2.2 Dimension
- 9.3 Abhängigkeiten der Viskosität
- 9.3.1 Temperatur
- 9.3.2 Druck
- 9.3.3 Schergefälle
- 9.4 Viskositätsindexverbesserer in Schmierölen
- 9.4.1 Angestrebter Effekt durch VI-Verbesserer
- 9.4.2 Viskositätsindexverbesserertypen
- 9.4.3 Wirkungsmechanismus der VI-Verbesserer
- 9.4.4 Verdickungswirkung
- 9.4.4.1 Grundsätzliche Zusammenhänge
- 9.4.4.2 Bereich hoher Temperaturen
- 9.4.4.3 Bereich tiefer Temperaturen
- 9.4.5 Stabilität
- 9.4.5.1 Mechanische Stabilität
- 9.4.5.2 Chemische Stabilität
- 9.5 Zusammenfassung
- 9.6 Literatur

10	Polymethacrylate und Polyisobutylene <i>U. Schödel, Darmstadt</i>	185
10.1	Einführung	
10.2	Die beiden Polymere PIB und PAMA	
10.2.1	Polyisobutylene (PIB)	
10.2.2	Polymethacrylate (PAMA)	
10.3	Einfluß des VI-Verbesserers auf die Hauptqualitätsmerkmale von Schmierölen	
10.3.1	Tieftemperatureigenschaften	
10.3.1.1	Startverhalten	
10.3.1.2	Stocken	
10.3.1.3	Stable pour point	
10.3.1.4	Pumpverhalten nach dem Kaltstart	
10.3.2	Hochtemperaturviskosität	
10.3.3	Viskosität bei hohem Schergefälle – Verschleißschutz	
10.3.4	PAMA-VI-Verbesserer mit Dispergiervermögen	
10.4	Kombination von PAMA und OCP als VI-Verbesserer	
10.5	PAMA in Hydraulikflüssigkeiten	
10.6	PAMA in Getriebeölen	
10.7	Zusammenfassung	
10.8	Literatur	
11	Hydrierte Dien-Styrol-Copolymere <i>R. J. A. Eckert, Amsterdam</i>	197
11.1	Scherstabilität und Molgewichtsverteilung von VI-Verbesserern	
11.2	Struktur und Herstellung der hydrierten Dienstyrolcopolymeren	
11.3	Handelsformen	
11.4	Herstellung von Konzentraten	
11.4.1	Allgemeine Zusammenhänge	
11.4.2	Laboratoriumsverfahren	
11.4.3	Industrieverfahren	
11.5	Viskosimetrische Prüfung in Mehrbereichsölen	
11.6	Prüfergebnisse in Motoren	
11.6.1	Scherstabilität im Peugeot-204-Motor	
11.6.2	Prüfung in Dieselmotoren	
11.6.3	Prüfung in Ottomotoren	
11.7	Zukünftige Entwicklung	
11.8	Literatur	
12	Polyolefine <i>W. J. Bartz, Ostfildern</i>	211
12.1	Kennzeichnung der Polyolefine	
12.2	Eigenschaften als Viskositätsindexverbesserer	
12.3	Gebrauchseigenschaften	

13 Stockpunkterniedriger, Schauminhibitoren und Haftfestigkeitsverbesserer
R. J. A. Eckert, Amsterdam

219

- 13.1 Stockpunkterniedriger
 - 13.1.1 Definition und Bedeutung des Stockpunktes für die Qualität von Schmierölen
 - 13.1.2 Wirkung der Stockpunkterniedriger
 - 13.1.3 Messung des Stockpunktes
 - 13.1.4 Struktur und Herstellung von Stockpunkterniedrigern
 - 13.1.5 Anwendung von Stockpunkterniedrigern
 - 13.2 Schauminhibitoren
 - 13.2.1 Schäumungseigenschaften von Schmierölen und ihre Beeinflussung
 - 13.2.2 Struktur und Herstellung von Schauminhibitoren
 - 13.2.2.1 Silikone
 - 13.2.2.2 Tributylphosphat
 - 13.2.3 Prüfung der Schäumungseigenschaften und des Luftabscheidevermögens von Schmierölen
 - 13.3 Haftfestigkeitsverbesserer
 - 13.4 Literatur

14 Additive für die Metallbearbeitung
W. Schaper, Ulm

233

- 14.1 Einführung und Problemstellung
- 14.2 Additive
 - 14.2.1 Polare Additive
 - 14.2.2 Hochdruck- und Verschleißschutzadditive
 - 14.2.2.1 Schwefelhaltige Additive
 - 14.2.2.2 Chlorhaltige Additive
 - 14.2.2.3 Chlorschwefelhaltige Additive
 - 14.2.2.4 Phosphorhaltige Additive
 - 14.2.2.5 Hochdruckadditive für wassermischbare Kühlschmierstoffe
 - 14.2.2.6 Festschmierstoffe
 - 14.2.3 Korrosionsschutzadditive
 - 14.2.3.1 Allgemeine Zusammenhänge
 - 14.2.3.2 Korrosionsschutzadditive für wassermischbare Kühlschmierstoffe
 - 14.2.4 Emulgatoren
 - 14.2.5 Konservierungsmittel
- 14.3 Literatur

- 15.1 Einführung
- 15.2 Mikroorganismen in Kühlschmierstoffen
- 15.3 Konservierung
 - 15.3.1 Grundlegende Zusammenhänge
 - 15.3.2 Definition
 - 15.3.3 Chemische Konservierungsmittel
 - 15.3.3.1 Allgemeines
 - 15.3.3.2 Anforderungen an ein chemisches Konservierungsmittel
 - 15.3.3.3 Aufbau von chemischen Konservierungsmitteln
 - 15.3.3.4 Chemie der Wirkstoffklassen
 - 15.3.3.4.1 Allgemeines
 - 15.3.3.4.2 Aldehyde und Aldehydepots
 - 15.3.3.4.2.1 Grundlagen
 - 15.3.3.4.2.2 O-Formale
 - 15.3.3.4.2.3 N-Formale
 - 15.3.3.4.2.4 Nitroderivate
 - 15.3.3.4.3 Schwefelkohlenstoffderivate
 - 15.3.3.4.4 Thiazole/Isothiazolinone
 - 15.3.3.4.5 Phenole
 - 15.3.3.4.6 Andere
 - 15.3.3.5 Antimikrobielle Wirksamkeit und mögliche Einflußfaktoren
 - 15.3.3.5.1 Allgemeine Zusammenhänge
 - 15.3.3.5.2 Wirkungsmechanismen von antimikrobiell wirkenden Substanzen
 - 15.3.3.5.3 Testmethoden zur Beurteilung der antimikrobiellen Wirkung
 - 15.3.3.6 Toxikologie der Konservierungsmittel
 - 15.3.3.6.1 Allgemeines
 - 15.3.3.6.2 Umwelttoxikologische Parameter
 - 15.3.3.7 Analytik der Konservierungsmittel
 - 15.3.3.8 Praktische Anwendung der Konservierungsmittel
 - 15.4 Zusammenfassung
 - 15.5 Literatur

- 16.1 Einführung
- 16.2 Grundöle auf Kohlenwasserstoffbasis
 - 16.2.1 Allgemeine Zusammenhänge
 - 16.2.2 Grundöle auf Erdölbasis

- 16.2.2.1 Ölstruktur
- 16.2.2.2 Grundölherstellung
- 16.2.3 Synthetische Kohlenwasserstoffgrundöle
- 16.2.4 Eigenschaften der Kohlenwasserstoffgrundöle
 - 16.2.4.1 Ansprechbarkeit der Additive
 - 16.2.4.2 Viskositätseigenschaften
 - 16.2.4.3 Kälteverhalten
 - 16.2.4.4 Flüchtigkeit
 - 16.2.4.5 Thermo- und Oxidationsstabilität
 - 16.2.4.6 Grenzflächeneigenschaften
 - 16.2.4.7 Gaslöslichkeit
 - 16.2.4.8 Verträglichkeitseigenschaften
 - 16.2.4.9 Toxizität
- 16.3 Syntheseöle
- 16.4 Grundölabhängige Schmierstoffeigenschaften
 - 16.4.1 Allgemeine Hinweise
 - 16.4.2 Auswahlkriterien
 - 16.4.3 Anforderungen
- 16.5 Schlußbemerkungen
- 16.6 Literatur