

Inhalt

1| Allgemeine Grundlagen

1.1	Das System Schmierung	1
1.2	Reibung	3
1.2.1	Reibungsarten.	6
1.2.2	Reibungszustände.	10
1.2.3	Übergänge zwischen den Reibungszuständen	14
1.3	Verschleiß.	15
1.3.1	Verschleißmechanismen	15
1.3.2	Grad des Verschleißes	18
1.3.3	Beziehung zwischen Reibung und Verschleiß	19
1.4	Wärmeabfuhr.	19
1.4.1	Wärmeentstehung und Temperaturerhöhung.	20
1.4.2	Abführung der Wärme durch Wärmeleitung	20
1.4.3	Wärmeableitung durch Konvektion	21
1.4.4	Wärmeableitung durch Strahlung	22
1.4.5	Abführbare Wärmeleistung	22
1.5	Grundlagen der Schmierung	22
1.5.1	Festschmierstoffe (Oberflächenschichtreibung)	23
1.5.2	Teilschmierung (Mischreibung)	28
1.5.3	Vollschmierung (Flüssigkeitsreibung)	31
1.5.4	Schmierung von Keramik-Bauteilen	40
1.6	Schmierstoffzufuhr	43
1.6.1	Versorgung von Einzelschmierstellen	44
1.6.2	Zentralschmieranlagen	51
	Literatur.	58

2| Aufbau von Schmierstoffen

2.1	Grundsätzliches.	67
2.2	Natürliche Basisöle	69
2.2.1	Grundöle auf Mineralölbasis	69
2.2.2	Pflanzenöle (Vegetabile oder biogene Öle).	76
2.2.3	Weitere Naturprodukte.	82
2.3	Flüssige Schmierstoffe auf Synthesebasis	83
2.3.1	Synthetische Kohlenwasserstoffe	83
2.3.2	Carbonsäureester	85
2.3.3	Polyetheröle.	88
2.3.4	Syntheseöle mit Heteroatomen.	89

2.4	Vergleich von natürlichen und synthetischen Ölen	91
2.5	Hinweise bei der Umstellung von Mineralöl auf Pflanzenöle oder synthetische Schmierflüssigkeiten	92
2.6	Konsistente Schmierstoffe.	93
2.6.1	Schmierfette	93
2.6.2	Haftschmierstoffe	98
2.7	Wirkstoffe (Additive)	100
	Literatur	106

3| Eigenschaften von Schmierstoffen

3.1	Grundsätzliches	117
3.2	Dichte	118
3.3	Farbe	122
3.4	Flammpunkt	124
3.5	Anilinpunkt (AP)	129
3.6	Verkokungsneigung (Koksrückstand)	130
3.7	Aschegehalt (Glührückstand)	131
3.8	Neutralisationsvermögen	132
3.9	Verseifungszahl (VZ)	138
3.10	Biologische Abbaubarkeit	139
3.10.1	Grundsätzliches	139
3.10.2	Begriffe	140
3.10.3	Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit im Labor.	141
3.10.4	Bestimmungsmethoden der biologischen Abbaubarkeit von Schmierstoffen	143
3.11	Ölunlösliche Stoffe	147
3.11.1	Wasser	147
3.11.2	Feste Fremdstoffe	149
3.12	Verdampfungsverlust	150
3.13	Informationen über die Zusammensetzung	151
3.13.1	Heteroelemente	151
3.13.2	Funktionelle Gruppen.	152
3.13.3	Wirkstoffaufbau	153
3.13.4	Spurenanalyse	157
3.14	Fließverhalten von Schmierstoffen	159
3.14.1	Grundbegriffe, Definitionen und Einheiten	160
3.14.2	Abhängigkeit der Viskosität vom Schergefälle	163
3.14.3	Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur (VT-Verhalten)	168
3.14.4	Abhängigkeit der Viskosität vom Druck (VP-Verhalten)	173
3.14.5	Abhängigkeit der Viskosität von elektrischen Feldern	176
3.14.6	Viskosimeter	177
3.14.7	Mischviskosität	183
3.14.8	Rheologische Änderungen beim Abkühlen von Schmierstoffen	184
3.14.9	Viskositätsklassen	186
3.15	Wechselwirkung mit anderen Stoffen	190
3.15.1	Wechselwirkung mit Metallen	191
3.15.2	Einwirkung auf Dichtungsmaterialien	194

3.15.3	Wechselwirkung mit Luft	204
3.15.4	Wechselwirkung mit Wasser	215
3.16	Verhalten im Mischreibungsgebiet	221
3.16.1	Grundsätzliche Problematik	221
3.16.2	Nach DIN, ASTM oder IP genormte Prüfgeräte	223
3.16.3	Früher genormte Geräte	240
3.16.4	Nicht genormte Prüfgeräte	243
3.17	Motorische Schmierstoffprüfung	246
3.17.1	Grundsätzliches	246
3.17.2	Prüfmotoren und Prüfverfahren	247
3.17.3	Auswertung motorischer Tests	250
	Literatur	254

4| Schmierung von Maschinenelementen

4.1	Gleitlager	267
4.1.1	Gleitlagertypen	268
4.1.2	Hydrodynamische Gleitlager	271
4.1.3	Hydrostatische Gleitlager	273
4.1.4	Sinter- und Kunststoffgleitlager	273
4.1.5	Schmierung von Gleitlagern	275
4.1.6	Gleitlagerschäden	282
4.1.7	Einlaufen von Gleitlagern	283
4.2	Wälzlager	284
4.2.1	Grundsätzliches	284
4.2.2	Wälzlagertypen	286
4.2.3	Lebensdauer	287
4.2.4	Schmierung von Wälzlagern	292
4.2.5	Schmierstofffüllmengen und Nachschmierfristen	303
4.2.6	Klassifikationen und Spezifikationen von Wälzlagerschmierstoffen	310
4.2.7	Wälzlagerschäden	313
4.3	Zahnradgetriebe	314
4.3.1	Arten von Zahnradgetrieben	317
4.3.2	Getriebeschmierstoffe	323
4.3.3	Klassifikationen und Spezifikationen von Getriebeschmierstoffen	334
4.3.4	Auswahl von Getriebeschmierstoffen	346
4.3.5	Sondergetriebeformen	358
4.4	Drahtseile und Ketten	359
4.4.1	Drahtseilschmierung	359
4.4.2	Kettenschmierung	366
	Literatur	370

5| Schmierung von Arbeitsmaschinen

5.1	Pumpen	383
5.1.1	Grundsätzliches	383
5.1.2	Verdrängerpumpen	383
5.1.3	Kreiselpumpen	390

5.1.4	Bestimmung der Förderhöhe	391
5.1.5	Betriebsmedien	393
5.1.6	Klassifikationen und Spezifikationen von Pumpenölen	393
5.2	Hydraulische Systeme	394
5.2.1	Grundsätzliches	394
5.2.2	Hydrostatische Kraftübertragung (Hydrostatik)	394
5.2.3	Hydrodynamische Kraftübertragung (Hydrokinetik)	397
5.2.4	Aufgaben der Betriebsflüssigkeit	398
5.2.5	Wichtige Eigenschaften von Hydraulikflüssigkeiten	399
5.2.6	Klassifikationen und Spezifikationen von Druckflüssigkeiten	403
5.2.7	Auswahl von Hydraulikölen	420
5.2.8	Filterfragen	422
5.2.9	Wechsel von Druckflüssigkeiten	428
5.3	Verdichter	428
5.3.1	Grundsätzliches	428
5.3.2	Verdrängerverdichter	430
5.3.3	Turboverdichter	432
5.3.4	Betriebsmedien	432
5.3.5	Kältemaschinen	434
5.3.6	Klassifikationen und Spezifikationen von Verdichterölen	438
5.3.7	Sicherheitstechnische Aspekte der Luftverdichterschmierung	442
	Literatur	444

6| Schmierung von Kraftmaschinen

6.1	Verbrennungskraftmaschinen	451
6.1.1	Grundsätzliches	451
6.1.2	Aufgaben des Motorenöls	454
6.1.3	Ölverbrauch und Ölwechselfristen	464
6.1.4	Klassifikation von Motorenölen nach Viskosität	473
6.1.5	Klassifikation von Motorenölen nach Leistung	475
6.1.6	Motorenöle für Pkw-Motoren	485
6.1.7	Motorenöle für Nfz-Motoren	489
6.1.8	Motorenöle für Zweitaktvergasermotoren	489
6.1.9	Motorenöle für Großdieselmotoren	491
6.1.10	Motorenöle für Gasmotoren	494
6.1.11	Motorenöle für Kolbenflugmotoren	496
6.1.12	Motorenöle mit Sondereigenschaften	496
6.1.13	Motorenöle für Sonderzwecke	501
6.1.14	Umweltaspekte bei Motorenölen	505
6.2	Turbinen	508
6.2.1	Grundsätzliches	508
6.2.2	Bauarten	508
6.2.3	Aufgaben der Betriebsflüssigkeit	519
6.2.4	Klassifikationen und Spezifikationen von Turbinenölen	525
6.2.5	Auswahl von Schmierstoffen	526
6.2.6	Maßnahmen zur Verlängerung der Gebrauchsdauer von Turbinenölen	529

6.3	Dampfmaschinen	531
6.3.1	Grundsätzliches	531
6.3.2	Bauarten.	532
6.3.3	Schmieröle	533
6.3.4	Klassifikationen und Spezifikationen von Dampfmaschinenölen . . .	534
	Literatur.	535

7| Metallbearbeitung

7.1	Arten von Metallbearbeitungsvorgängen	545
7.1.1	Spanende Metallformung	546
7.1.2	Spanlose Metallformung	555
7.1.3	Gefügebeeinflussung	556
7.2	Kühlschmierstoffe für die spanende Verformung	559
7.2.1	Grundsätzliches	559
7.2.2	Mineral-, Synthese- oder Pflanzenöle mit Zusätzen	563
7.2.3	O/W-Emulsionen mit Zusätzen	568
7.2.4	Wässrige Lösungen mit Zusätzen	582
7.3	Kühlschmierstoffe zum spanlosen Umformen	584
7.3.1	Grundsätzliches	584
7.3.2	Aufbringen von Trenn- und Trägerschichten	588
7.3.3	Aufbau von Kühlschmierstoffen zum Umformen	589
7.3.4	Schmierstoffaufbringung	589
7.3.5	Kühlschmierstoffe zum Walzen	590
7.3.6	Kühlschmierstoffe zum Fließpressen	599
7.3.7	Kühlschmierstoffe zum Durchziehen	603
7.3.8	Kühlschmierstoffe zum Tiefziehen	610
7.4	Härte- und Anlassöle	614
7.4.1	Allgemeines	614
7.4.2	Normale Abschrecköle	614
7.4.3	Blankhärteöle (Blankabschrecköle).	614
7.4.4	Schnellhärteöle (Hochleistungshärteöle schroffer Abschreckwirkung)	614
7.4.5	Abwaschbare Härteöle	616
7.4.6	Warmbadhärteöle	616
7.4.7	Anlassöle	616
7.5	Klassifikationen und Spezifikationen von Kühlschmierstoffen	618
7.5.1	Begriffsbestimmungen für Kühlschmierstoffe	619
7.5.2	Anforderungen an Kühlschmierstoffe	620
7.6	Auswahl von Kühlschmierstoffen	623
7.6.1	Kühlschmierstoffe für die spanende Formgebung	623
7.6.2	Härteöle.	628
	Literatur.	631

8| Öl- und Emulsionspflege

8.1	Aufstellen von Schmierplänen	641
8.1.1	Organisation der Tribotechnik in einem Betrieb	641
8.1.2	Aufstellen eines Werksschmierplanes	641

8.1.3	Erarbeiten von Schmieranleitungen	642
8.2	Ölpflegemaßnahmen	645
8.2.1	Grundsätzliches	645
8.2.2	Ölpflegemaßnahmen	647
8.2.3	Filtration	650
8.2.4	Weitere Verfahren zum Abtrennen fester Fremdstoffe	664
8.2.5	Überwachung einer Ölfüllung während des Einsatzes	666
8.3	Emulsionspflege	686
8.3.1	Grundsätzliches	686
8.3.2	Reinigung von Emulsionen	688
8.3.3	Überwachung von Emulsionen während des Einsatzes	703
8.3.4	Korrekturmaßnahmen	719
	Literatur	722

9| Umwelt- und Gesundheitsschutz

9.1	Grundsätzliches	735
9.2	Umweltschutzaspekte	735
9.2.1	Wassergefährdung	737
9.2.2	Beeinträchtigung der Luftqualität	751
9.2.3	Entsorgung	755
9.3	Gesundheitsschutz	764
9.3.1	Einführung	764
9.3.2	Gesetzliche Grundlagen	768
9.3.3	Orale Wirkungen (Aufnahme über den Magen-Darm-Kanal)	775
9.3.4	Aufnahme über das Atmungssystem	778
9.4	Lokale Wirkungen auf Haut und Schleimhäute	789
9.4.1	Aufbau der Haut	789
9.4.2	Hautveränderungen durch fremde Noxen	792
9.4.3	Schutzmaßnahmen	800
9.4.4	Vorschriften beim Umgang mit Kühlschmierstoffen	803
9.5	Schmierstoffe in der Lebensmittelindustrie und Medizintechnik	804
9.5.1	Schmierstoffe und Prozessöle in der Lebensmittelindustrie	804
9.5.2	Schmierstoffe in der Medizintechnik	808
	Literatur	809

10| Technische Regelwerke für Schmierstoffe

10.1	Grundsätzliches	821
10.1.1	Herausgebende Stellen von Normen und Richtlinien	822
10.1.2	Übersicht über allgemeine tribologische Regelwerke	824
10.2	Prüfvorschriften in tribologischen Regelwerken	827
10.2.1	Allgemeine Größen	827
10.2.2	Fließverhalten	831
10.2.3	Wechselwirkungen	834
10.2.4	Mechanische Prüfverfahren im Mischreibungsbereich	838
10.2.5	Mikrobiologische Tests	840
10.2.6	Motorische Prüfverfahren	841

10.3	Tribologische Regelwerke für Maschinenelemente	843
10.3.1	Lager im allgemeinen	843
10.3.2	Gleitlager	843
10.3.3	Wälzlager	844
10.3.4	Zahnrad- und andere Getriebe	844
10.3.5	Seile und Ketten.	846
10.4	Tribologische Regelwerke für Arbeitsmaschinen	846
10.4.1	Hydraulische Systeme	846
10.4.2	Pumpen und Verdichter	848
10.5	Tribologische Regelwerke für Kraftmaschinen	849
10.5.1	Verbrennungskraftmaschinen	849
10.5.2	Turbinen	850
10.6	Tribologische Regelwerke zur Bearbeitung von Metallen	851
10.6.1	Metallbearbeitungsverfahren	851
10.6.2	Schmieranlagen	853
10.6.3	Kühlschmierstoffe und ihre Prüfung	854
10.7	Tribologische Regelwerke zur Öl- und Emulsionspflege	855
10.7.1	Organisation der Tribotechnik	855
10.7.2	Ölpflege	855
10.7.3	Emulsionspflege	857
10.8	Tribologische Regelwerke im Zusammenhang mit Umwelt- und Gesundheitsschutz	858
10.8.1	Umweltschutz	858
10.8.2	Gesundheitsschutz	858
10.8.3	Lebensmittelindustrie	859
	Literatur.	860
11 	Index	861

Schmierstoffe im Betrieb

Möller, U.J.; Nassar, J.

2002, XXI, 873 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-41909-9