

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Physikalische Kenndaten von Kältemaschinenölen	7
2.1 Bestimmung der Farbe (ASTM-Skala) gemäß DIN ISO 2049	7
2.2 Dichte nach DIN 51 757	7
2.3 Kinematische Viskosität gemäß DIN EN ISO 3104	8
2.4 Neutralisationszahl nach DIN 51 558, Teil 1 (Juli 1979)	8
2.5 Gesamtbasenzahl nach DIN ISO 3771 – Bestimmung durch potentiometrische Titration	9
2.6 Verseifungszahl nach DIN 51 559, Teil 2 (April 2009)	10
2.7 Wassergehalt nach DIN 51 777	11
2.8 Pourpoint nach DIN ISO 3016	11
2.9 Bestimmung des Flamm- und Brennpunkts (Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland) nach DIN EN ISO 2592	12
2.10 Kältemittelmischbarkeit, Bestimmung der Mischungslücke von Kältemaschinenöl in Kältemitteln mit dem Druckrohrverfahren, DIN 51 514	13
2.11 Bestimmung des Flockpunkts von Kältemaschinenölen mit dem Druckrohrverfahren, DIN 51 351 (August 2007)	15
2.12 Kältemittelbeständigkeit nach ASHRAE 97-1999	16
2.13 Chemische Stabilität / Hygroskopie von Kältemaschinenölen:.....	17
2.14 Thermische Stabilität	18
2.15 Prüfung von Kältemaschinenölen auf Ammoniak-Beständigkeit nach DIN 51 538 (1998)	18
2.16 Gemischviskosität und Dampfdruck; Daniel-Plot.....	19
2.17 Dichtungen und Elastomere – Elastomerverträglichkeit von Kältemaschinenölen	22
2.18 Kennwerte von Basisflüssigkeiten für Kältemaschinenöle für Auslegung und Abschätzung	23
2.18.1 Spezifische Wärmekapazität.....	24

3 Kältemaschinenöle – Grundöltypen	31
3.1 Mineralöle	31
3.2 Synthetische Kältemaschinenöle auf Alkylbenzolbasis (AB)	34
3.3 Synthetische Kältemaschinenöle auf Kohlenwasserstoffbasis; Polyalphaolefine (PAO)	35
3.4 Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyolesterbasis (POE)	36
3.5 Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyglykol-Basis (PAG)	39
3.6 Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyvinylether-Basis (PVE)	42
3.7 Typische Kennwerte von Kältemaschinenölen auf Basis unterschiedlicher Grundöle – Übersicht	42
4 Kältemittelverdichter	45
4.1 Kolbenverdichter	47
4.2 Scroll-Verdichter	55
4.3 Schraubenverdichter	57
4.4 Turboverdichter	60
4.5 Auswahl von Kältemaschinenölen für Kältemittelverdichter – Übersicht	61
5 Kältemittel	65
5.1 Kältemittel-Historie	65
5.2 Kältemittel für Verdichter-Kältemaschinen	67
5.3 Kältemittelgemische	68
5.3.1 Azeotropes Gemisch	68
5.3.2 Nichtazeotropes Gemisch	69
5.3.3 Nahe-azeotropes Gemisch	69
5.3.4 Temperatur-Glide	69
5.4 Wichtige Kältemittel auf Basis halogener Kohlenwasserstoffe	70
5.4.1 HFCKW/FCKW – Kältemittel (Fluorchlorkohlenwasserstoffe)	70
5.4.2 HFKW/FKW – Kältemittel (Fluorkohlenwasserstoffe)	71
5.5 Natürliche Kältemittel	76
5.5.1 Kältemittel Ammoniak (NH ₃ , R717)	76
5.5.2 Kältemittel Propan (CH ₃ CH ₂ CH ₃ , R290)	78
5.5.3 Kältemittel Propen (Propylen, CH ₂ CHCH ₃ , R1270)	79
5.5.4 Kältemittel Kohlendioxid (CO ₂ , R744)	80
5.6 Kältemittel – Übersicht	83

6 Schmierstoffe für natürliche Kältemittel	89
6.1 Schmierstoffe für Ammoniak (NH ₃ , R717)	89
6.2 Schmierstoffe für Kohlenwasserstoffe (Propan R290, Propen R1270, Isobutan R600a, u.a.)	91
6.3 Schmierstoffe für CO ₂	93
7 Klassifizierung von Kältemaschinenölen	101
7.1 Anforderungen an Kältemaschinenöle – DIN 51 503, Teil 1	101
7.2 Beurteilung gebrauchter Kältemaschinenöle (gemäß DIN 51 503, Teil 2)	104
8 Ausstieg aus der Verwendung des Kältemittels R22. Was ist zu beachten?	109
8.1 Die gesetzliche Lage	109
8.2 Ausgangssituation	111
8.3 Auswahl von Kältemittel für den R22-Ersatz	112
8.4 Kältemaschinenöle für R22-Nachgekältemittel (Drop-In oder Retrofit)	113
8.5 Kältemittelmischbarkeit	115
8.6 Ölviskosität und Verschleißschutz	119
8.7 Hygroskopie	120
8.8 Ablagerungsneigung und Abreinigungseffekte	121
8.9 Ölanalysen	121
8.10 Arbeitssicherheit	122
8.11 Umweltaspekte	122
8.12 Ablaufdiagramm Umrüstung von R22/Mineralöl auf R507/POE-Öl	123
9 Kältemaschinenöle Technische Daten – Übersicht	125
10 Mischbarkeit und Löslichkeit von Kältemitteln und Kältemaschinenölen	131
10.1 Kältemaschinenöle auf Mineralölbasis – spezielle Kältemaschinenöle für das Kältemittel Isobutan (R600a)	131
10.2 Kältemaschinenöle auf Mineralölbasis – spezielle naphthenbasierte Sonderraffinate	137
10.3 Teilsynthetische Kältemaschinenöle auf Basis von Mineralöl / Alkylbenzol für HFCKW-Kältemittel und für Übergangskältemittel	148

10.4	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Basis von Alkylbenzol	152
10.5	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Polyolesterbasis (POE)	164
10.6	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Basis synthetischer Kohlenwasserstoffe (Polyalphaolefine – PAO).....	232
10.7	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Basis von Polyalkylenglykol (PAG) für NH ₃ -Anwendungen	237
10.8	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Basis von Polyalkylenglykol (PAG) für R134a-Anwendungen	244
10.9	Vollsynthetisches Kältemaschinenöl auf Basis spezieller Polyalkylenglykole (PAG) für CO ₂ -Anwendungen	254
10.10	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Polyolesterbasis (POE) für stationäre CO ₂ -Anwendungen.....	257
	Stichwortverzeichnis	269