

KT-500-10

BITZER Kältemaschinenöle für Hubkolbenverdichter

Deutsch 2

BITZER refrigeration compressor oils for reciprocating compressors

English..... 24

Huiles BITZER pour machines frigorifiques pour compresseurs à piston

Français..... 47

Aceites para sistemas frigoríficos de BITZER para compresores de pistón

Español 70

BITZER óleos para máquinas frigoríficas para compressores recíprocos

Portuguese..... 93

Холодильные компрессорные масла BITZER для поршневых компрессоров

Русский 114

BSE32

BSE55

BSE60K

BSE85K

BSG68K

SHC226E

PDF Download // 12.2025

Änderungen vorbehalten

Subject to change

Toutes modifications réservées

Sujeto a modificaciones

Sujeito a modificações

Возможны изменения

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH

Peter-Schaufler-Platz 1 // 71065 Sindelfingen // Germany

Tel +49 7031 932-0 // Fax +49 7031 932-147

bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Sicherheit	3
3	Eigenschaften von Kältemaschinenölen	5
4	Öle für HFKW- und HFO-Kältemittel	6
5	Öle für Kältemittel R744 (CO ₂)	14
6	Öle für KW-Kältemittel (R290, R600a etc.)	18
7	Öle für Kältemittel R717 (NH ₃)	22
8	Übersicht BITZER Kältemaschinenöle	22

1 Einleitung

BITZER Verdichter werden entsprechend dem verwendeten Kältemittel mit einem hochwertigen Kältemaschinenöl befüllt. Diese BITZER Öle unterliegen dem BITZER Qualitätsmanagement und sind speziell für die Verdichter optimiert. Die chemische Verträglichkeit auch mit modernen Konstruktionsmaterialien und neuen Kältemitteln wurde in aufwendigen Tests bestätigt. Die Öle bieten sehr gute Schmiereigenschaften und ein günstiges Viskositätsverhalten.

Zusätzlich zu diesem Dokument ist die jeweilige Betriebsanleitung des Verdichters zu beachten.

2 Sicherheit

Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an den Produkten und den Anlagen, in die sie eingebaut werden oder sind, dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils landesüblichen Vorschriften und Richtlinien.

Restrisiken

Von den Produkten, dem elektronischen Zubehör und weiteren Bauteilen können unvermeidbare Restrisiken ausgehen. Jede Person, die daran arbeitet, muss deshalb dieses Dokument sorgfältig lesen! Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen,
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften und Sicherheitsnormen.

Je nach Land kommen unterschiedliche Normen beim Einbau des Produkts zur Anwendung, beispielsweise: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL-Normen.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Arbeiten an Anlagen und deren Bauteilen: Arbeitsschutzschuhe, Schutzkleidung und Schutzbrille tragen. Zusätzlich Kälteschutzhandschuhe tragen bei Arbeiten am offenen Kältekreislauf und an Bauteilen, die Kältemittel enthalten können.

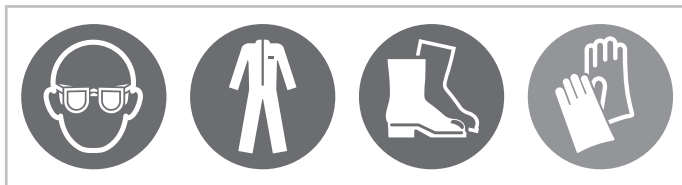


Abb. 1: Persönliche Schutzausrüstung tragen!

Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise sind Anweisungen, um Gefährdungen zu vermeiden. Sicherheitshinweise genauestens einhalten!



HINWEIS

Sicherheitshinweis um eine Situation zu vermeiden, die die Beschädigung eines Geräts oder dessen Ausrüstung zur Folge haben könnte.



VORSICHT

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.

**WARNUNG**

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben könnte.

**GEFAHR**

Sicherheitshinweis um eine unmittelbar gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

Zu Kältemaschinenölen allgemein:

**VORSICHT**

Öle können gesundheitsschädlich sein!

Übliche Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Mineralöl- und Chemieprodukten sowie anerkannte industrielle Hygienemaßnahmen beachten.



- ▶ für ausreichende Lüftung sorgen
- ▶ Aerosolbildung vermeiden
- ▶ Hautkontakt vermeiden
- ▶ vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung tragen (siehe jeweiliges Sicherheitsdatenblatt)
- ▶ beim Umgang mit dem Öl nicht essen, trinken oder rauchen
- ▶ Öl nicht auf Temperaturen nahe des Flammpunkts erwärmen

Erste-Hilfe-Maßnahmen:

- ▶ produktgetränkte bzw. verunreinigte Kleidung und Schuhe wechseln
- ▶ bei Hautkontakt Hände sorgfältig mit Wasser und Seife waschen
- ▶ bei Augenkontakt Augen sofort mit viel Wasser spülen
- ▶ bei Verschlucken Mund gründlich ausspülen und ggf. ärztlichen Rat einholen
- ▶ bei anhaltenden Beschwerden Arzt konsultieren

**HINWEIS**

Brandgefahr!

Das Gebrauchtöl enthält relativ viel gelöstes Kältemittel.

Gebrauchtöl sicher verpacken. Umweltgerecht entsorgen.

Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Propan, R290 oder Propen, R1270 und niedrig-fluorierte brennbare Kältemittel, beispielsweise R1234yf lösen sich bei Raumtemperatur gut im Kältemaschinenöl. Das betrifft ebenso Kältemittelgemische, die diese Substanzen enthalten.

Gebrauchtöl aus solchen Anlagen kann auch bei Atmosphärendruck noch relativ hohe Anteile gelöster brennbarer Gase enthalten. Diese Anteile gasen aus.

Bei Lagerung und Transport beachten:

- ▶ Gebrauchtöl in druckfeste Behälter einfüllen.
- ▶ Behälter mit Stickstoff als Schutzgas befüllen und verschließen.
- ▶ Behälter kennzeichnen, z. B. mit dem Warnzeichen "feuergefährlicher Stoff" W021 aus ISO7010.



VORSICHT

Öle können umweltschädlich bzw. wassergefährdend sein!

Nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen lassen, v.a. nicht in Kanalisation, Oberflächen- oder Grundwasser.



Als Sondermüll fachgerecht entsorgen, ggf. nationale und lokale Vorschriften beachten.

Sicherheitsdatenblätter

Über dieses Dokument hinaus ist das Sicherheitsdatenblatt (material safety data sheet, MSDS) zum jeweiligen Öl zu beachten. Es enthält Angaben zur Giftigkeit, Handhabung, persönlicher Schutzausrüstung und Entsorgung des Öls. Sicherheitsdatenblätter für alle BITZER Öle sind auf Anfrage erhältlich.

Bei Arbeiten an der Kälteanlage:



VORSICHT

Oberflächentemperaturen von über 60°C bzw. unter 0°C.

Verbrennungen und Erfrierungen möglich.



Zugängliche Stellen absperren und kennzeichnen.

Vor Arbeiten am Verdichter: Ausschalten und abkühlen bzw. erwärmen lassen.

Zusätzlich zu den in diesem Dokument aufgeführten Sicherheitshinweisen unbedingt auch die Hinweise und Restgefahren in den jeweiligen Betriebsanleitungen beachten!

3 Eigenschaften von Kältemaschinenölen

Kältemaschinenöle müssen nicht nur die beweglichen Teile des Verdichters schmieren, sondern je nach Bauart und Kreislauf auch Verdichtungsraum und Ventile abdichten sowie Wärme abführen. Um die Zirkulation und Rückführung des Öls aus der Anlage zu gewährleisten und Ölmangel zu verhindern, muss das Öl ausreichend mit dem jeweiligen Kältemittel mischbar sein (Ausnahme: R717 - Ammoniak, s. Technische Information [AT-640](#)). Eine Phasentrennung kann zu Störungen z.B. im Verdampfer, Sammler und Wärmeübertrager führen. Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Viskosität über den gesamten Temperaturbereich: Das Öl muss im Verdichter ausreichend dickflüssig, im kalten Teil der Anlage aber noch ausreichend fließfähig sein. Darüber hinaus soll das Öl alterungsbeständig, thermisch und chemisch stabil sein.



HINWEIS

Bei hohem Wassergehalt des Öls Schaden an Verdichter und Kälteanlage möglich!

Luft Eintritt in Anlage und Ölgebinde vermeiden.

Nur originalverschlossene Ölgebinde verwenden, geöffnete Ölgebinde wieder gut verschließen und Inhalt möglichst zügig aufbrauchen.

Für Gebrauchtöle: Warnwerte zum Wassergehalt beachten.

Wasser im Kältemittelkreislauf kann zu Korrosion und zum Zufrieren des Expansionsventils führen, es beeinträchtigt die Schmierfähigkeit und Stabilität der Öle. Mit einigen Kältemitteln (z.B. CO₂) oder Ölen (z.B. Esterölen) reagiert Wasser außerdem unter Säurebildung – die Säure greift wiederum Metalloberflächen an, und das Wasser kann nicht mehr durch Evakuieren entfernt werden. Besondere Sorgfalt ist bei Polyalkylenglykolölen (PAG), Polyvinyletherölen (PVE) und Polyolesterölen (POE) geboten: Sie sind stark hygroskopisch, d.h. entziehen Wasser aus der Umgebungsluft. Dieses löst sich im Öl und ist optisch daher nicht zu erkennen.

4 Öle für HFKW- und HFO-Kältemittel

BITZER Verdichter werden für den Einsatz mit chlorfreien HFKW- und HFO-Kältemitteln (R134a, R404A, R407A/C/F, R507A, R1234yf, R513A, R450A etc.) mit einem hochwertigen Polyolesteröl befüllt. Die Typenbezeichnung des Verdichters erhält dadurch den Zusatz "Y". BITZER Polyolesteröle übertreffen die Anforderungen der DIN51503 Teil 1 an Kältemaschinenöle hinsichtlich Wassergehalt und Neutralisationszahl deutlich. Sie sind gut mischbar mit HFKW- und HFO-Kältemitteln und deshalb für den Betrieb mit diesen Stoffen hervorragend geeignet.

Charakterisierung der Öle

Öl	Öltyp	Anwendungen	Kennzeichnung auf Verdichter
BSE32	Polyolesteröl (POE)	Standard-Ölfüllung	"Y" (z.B. 2CES-4Y)
BSE55	Polyolesteröl (POE)	Alternativfüllung für Verflüssigungstemperaturen $t_c > 70^\circ\text{C}$ (für viele Verdichter erhältlich)	"Y" (z.B. 2CES-4Y)
BSE85K	Polyolesteröl (POE)	Ölfüllung für Sonderanwendungen	"Y" (z.B. 2CES-4Y)

Tab. 1: BITZER Öle für HFKW- (Fluor-Kohlenwasserstoffe) und HFO- (ungesättigte teilfluorierte Kohlenwasserstoffe) Kältemittel in Hubkolbenverdichtern

Erstbefüllung nur mit Original-Ölen



HINWEIS

Verdichterschaden möglich!

In der Einlaufzeit des Verdichters sind die BITZER Polyolesteröle zwingend erforderlich. Für die Erstbefüllung nur diese verwenden!

Die BITZER Polyolesteröle zeichnen sich durch besondere tribologische Eigenschaften aus und besitzen z.T. spezielle Verschleißschutzadditive, die die Lebensdauer des Verdichters erhöhen. Der Einsatz von Alternativölen, deren Eigenschaften weitgehend denen der Originalfüllung entsprechen, ist nur auf eigene Verantwortung möglich. Eine Mischung mit dem Originalöl ist innerhalb der jeweiligen Viskositätsgruppe möglich, sofern entsprechende eigene oder vergleichende Erfahrungen für den betreffenden Anwendungsfall vorliegen. Generell kann die Mischung verschiedener Ölsorten dazu führen, dass die Eigenschaften der Öle negativ verändert werden. Grundlegende Voraussetzungen für den Einsatz von Alternativölen sind eine vom Hersteller bzw. Lieferanten garantierte Produktqualität und garantierte Feuchtigkeitswerte $< 50 \text{ ppm}$.

Die aufwendige Prüfung der Kompatibilität mit neuen Materialien und neuen Kältemitteln wird BITZER ausschließlich mit BITZER Polyolesterölen durchführen. Bei Materialänderungen an Produkten werden nur BITZER Polyolesteröle in die Untersuchungen einbezogen.

Niedrig-GWP-Kältemittel: erhöhte Anforderungen an Anlagen

Viele Kältemittelgemische mit niedrigem Treibhauspotenzial (GWP) wie R448A, R449A, R450A, R452A und R513A enthalten die ungesättigten Verbindungen R1234yf und R1234ze(E). Sie haben teilweise eine hohe Löslichkeit im Öl und führen zu einer starken Reduzierung der Viskosität. Daher ist auf eine ausreichende Überhitzung zu achten! Außerdem erfordert die – für ein niedriges GWP erwünschte – geringe chemische Stabilität besondere Sorgfalt bei Sauberkeit, Trockenheit und Evakuierung des Kältemittelkreislaufs.

Sicherheitsdatenblätter

Über dieses Dokument hinaus ist das Sicherheitsdatenblatt (material safety data sheet, MSDS) zum jeweiligen Öl zu beachten. Es enthält Angaben zur Giftigkeit, Handhabung, persönlicher Schutzausrüstung und Entsorgung des Öls. Sicherheitsdatenblätter für alle BITZER Öle sind auf Anfrage erhältlich.

Anwendungsbereiche

Öl	geeignet u.a. für Kältemittel	Anwendungsbereich			
		Kühlung mit $t_o \leq 25^\circ\text{C}$	Klimatisierung	Normalkühlung	Tiefkühlung
BSE32 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
	R1234yf				
	R450A	✓	✓	✓	--
	R404A				
	R448A				
	R449A	--	(✓)	✓	✓
	R452A				
BSE55 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R407A / F				
	R407C	--	✓	✓	--
	R507A	--	(✓)	✓	✓
BSE55 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R1234ze(E)	--	✓	✓	--
BSE55 t_c auch $> 70^\circ\text{C}$	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
	R1234yf				
	R450A	✓	✓	✓	--
	R407C	--	✓	✓	--
BSE85K	R410A	--	✓	✓	(✓)
	R1234ze(E) bei $t_o > 15^\circ\text{C}$ oder $t_c > 70^\circ\text{C}$. Für übrige Kältemittel: Sonderanwendung nach Rücksprache mit BITZER Anwendungstechnik.				

Tab. 2: Anwendungsbereiche Polyolesteröle (POE) für HFKW- und HFO-Kältemittel in BITZER Hubkolbenverdichtern. Für Einsatzgrenzen siehe auch BITZER SOFTWARE.

t_o : Verdampfungstemperatur

t_c : Verflüssigungstemperatur

(✓): in Abstimmung mit BITZER Anwendungstechnik

Technische Daten

Öl	Typ	Flam- m- punkt (°C)	Stock- - punkt (°C)	Dichte (g/ml)			Kinematische Visko- sität (cSt)			Spezifische Wärmekapa- zität (kJ/ kg*K)		Wärmeleitfä- higkeit (W/ m*K)	
				bei -30°C	bei 15°C	bei 100°C	bei 20°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13

Tab. 3: Übersicht Technische Daten der BITZER Kältemaschinenöle.
Die Dichte kann zwischen den angegebenen Werten linear interpoliert werden.

Mischungsgrenzen BSE32

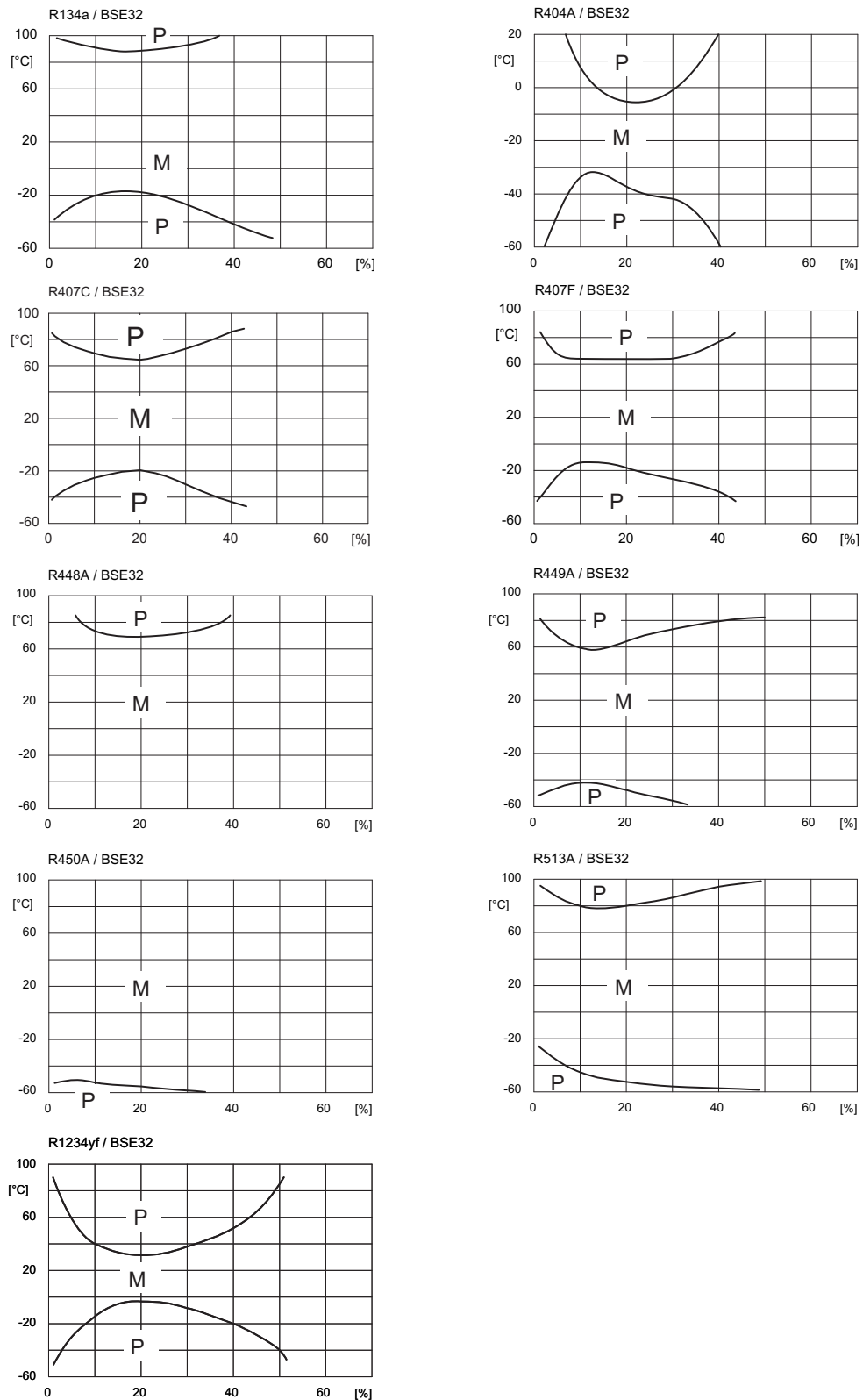


Abb. 2: Mischungsgrenzen für Öl BSE32: Grenztemperaturen in Abhängigkeit vom Ölanteil (Masseanteil Öl in % im Öl-Kältemittelgemisch).

M: Bereich der vollständigen Mischbarkeit.

P: Bereich der Phasentrennung (Mischungslücke).

Mischungsgrenzen BSE55

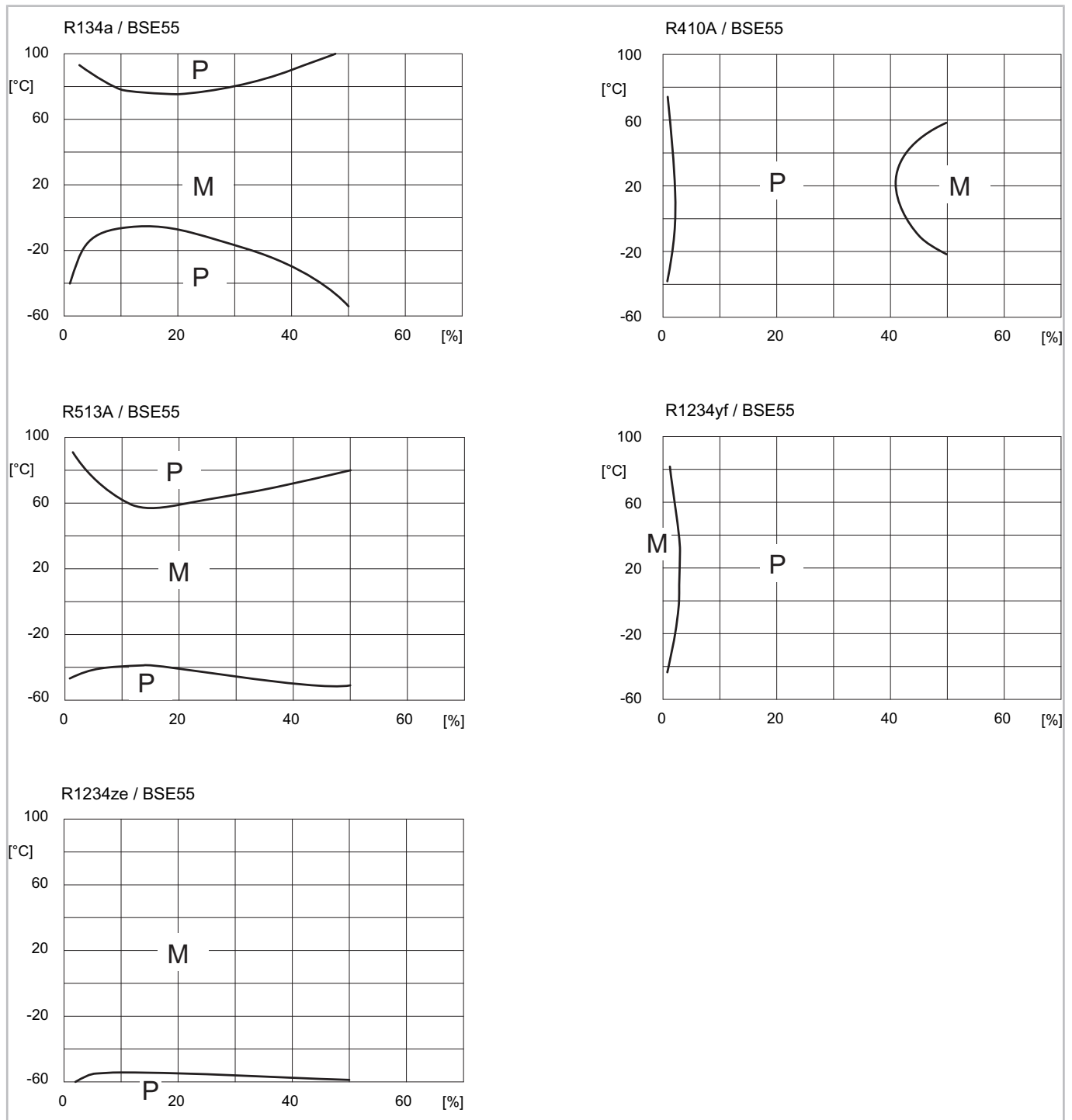


Abb. 3: Mischungsgrenzen für Öl BSE55: Grenztemperaturen in Abhängigkeit vom Ölteil (Masseanteil Öl in % im Öl-Kältemittelgemisch).

M: Bereich der vollständigen Mischbarkeit.

P: Bereich der Phasentrennung (Mischungslücke).

Löslichkeit der Kältemittel in BSE32

Die folgenden Diagramme können verwendet werden, um den Kältemittelanteil im Öl in Abhängigkeit von Kältemitteldruck und Öltemperatur abzulesen.

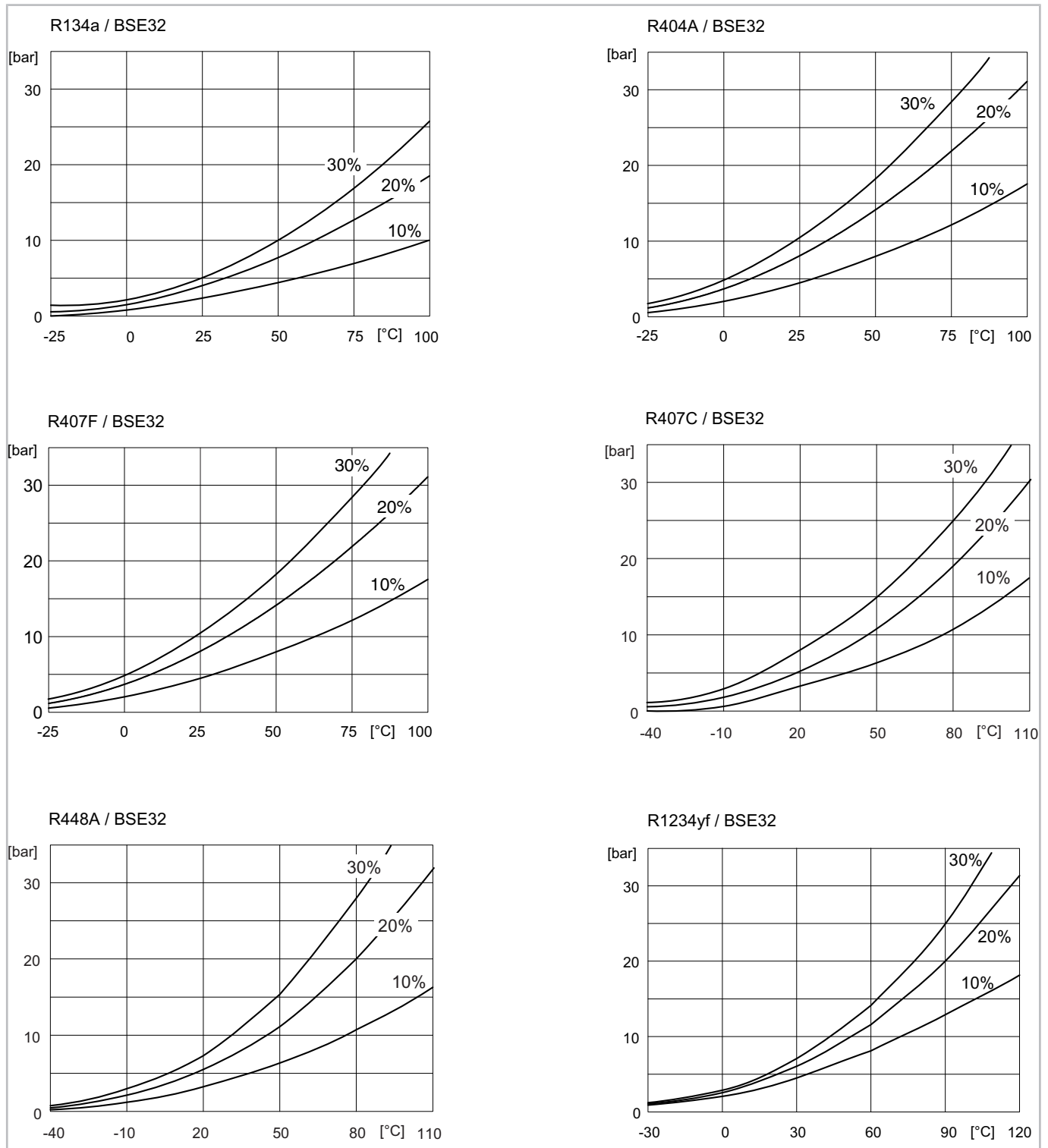


Abb. 4: Öl BSE32: Kältemitteldruck in Abhängigkeit von Öltemperatur und Kältemittelanteil (Masseanteil Kältemittel in % im Öl-Kältemittelgemisch)

Löslichkeit der Kältemittel in BSE55

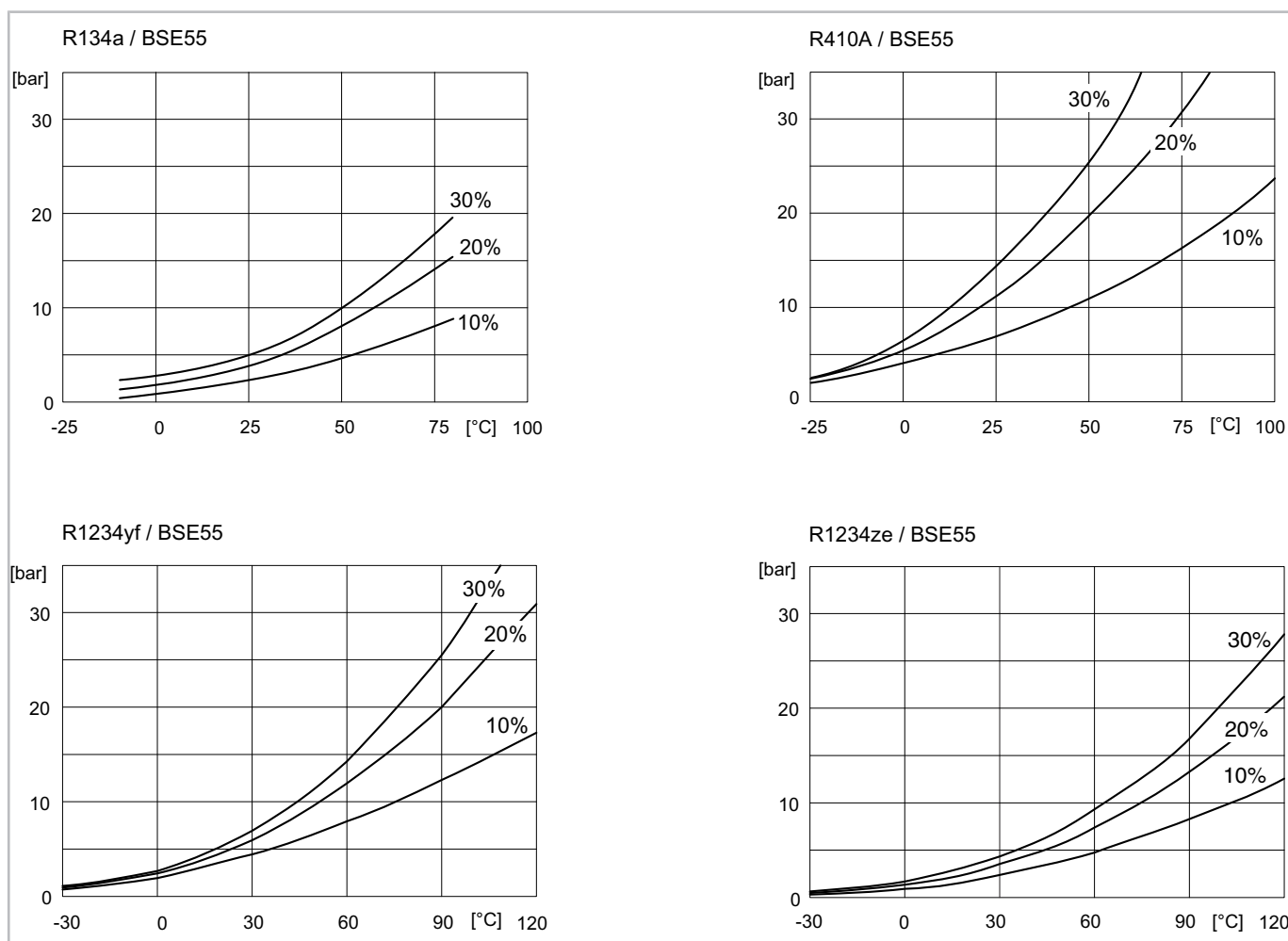


Abb. 5: Öl BSE55: Kältemitteldruck in Abhängigkeit von Öltemperatur und Kältemittelanteil (Masseanteil Kältemittel in % im Öl-Kältemittelgemisch)

Warnwerte für Gebrauchtöle

Die hier aufgeführten Öle werden nach DIN51503-1 in die Gruppe KD eingestuft. Für die Beurteilung des Öls im Gebrauchtzustand – z.B. im Hinblick auf Wassergehalt oder Neutralisationszahl – gelten die Richtwerte der DIN51503-2.

Öl	Kinematische Viskosität bei 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. Wassergehalt (DIN51777)	Neutralisationszahl (DIN ISO6618)
BSE32	außerhalb von 27 .. 37 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g
BSE55	außerhalb von 47 .. 63 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g
BSE85K	außerhalb von 68 .. 92 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g

Tab. 4: Warnwerte für gebrauchte BITZER Öle für HFKW- und HFO-Kältemittel.

(*): das ist ± 15% vom Wert des frischen Öls

Beim Einsatz von A2L-Kältemitteln:

!

HINWEIS

Brandgefahr!

Das Gebrauchtöl enthält relativ viel gelöstes Kältemittel.

Gebrauchtöl sicher verpacken. Umweltgerecht entsorgen.

Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Propan, R290 oder Propen, R1270 und niedrig-fluorierte brennbare Kältemittel, beispielsweise R1234yf lösen sich bei Raumtemperatur gut im Kältemaschinenöl. Das betrifft ebenso Kältemittelgemische, die diese Substanzen enthalten.

Gebrauchtöl aus solchen Anlagen kann auch bei Atmosphärendruck noch relativ hohe Anteile gelöster brennbarer Gase enthalten. Diese Anteile gasen aus.

Bei Lagerung und Transport beachten:

- ▶ Gebrauchtöl in druckfeste Behälter einfüllen.
- ▶ Behälter mit Stickstoff als Schutzgas befüllen und verschließen.
- ▶ Behälter kennzeichnen, z. B. mit dem Warnzeichen "feuergefährlicher Stoff" W021 aus ISO7010.

Elastomerverträglichkeit

In der Literatur empfohlene Dichtungsmaterialien für Polyolesteröle (POE) mit HFKW- und HFO-Kältemitteln:

- Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR), Nitrilgehalt >36%
- hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), Nitrilgehalt >36%
- Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)

5 Öle für Kältemittel R744 (CO₂)

Charakterisierung der Öle

Öl	Öltyp	Anwendungen	Kennzeichnung auf Verdichter
BSE60K	Polyolesteröl (POE)	Standard-Ölfüllung für subkritische Anwendung (z.B. Kaskadensysteme)	"K" (z.B. 4DSL-10K)
BSE85K	Polyolesteröl (POE)	Standard-Ölfüllung für transkritische Anwendung, Alternativfüllung für subkritische Anwendung (z.B. Boostersysteme)	"K" (z.B. 4FTE-30K)
BSG68K	Polyalkylenglykolöl (PAG)	Standard-Ölfüllung und Voraussetzung für Anwendungen mit Niederdruck > 40 bar / Hochdruck > 120 bar, Alternativfüllung für Verdichter in sub- und transkritischen Boostersystemen z.B. mit Ejektoren	"Z" (z.B. 4MTEU-10LZ)

Tab. 5: BITZER Öle für R744

Sicherheitsdatenblätter

Über dieses Dokument hinaus ist das Sicherheitsdatenblatt (material safety data sheet, MSDS) zum jeweiligen Öl zu beachten. Es enthält Angaben zur Giftigkeit, Handhabung, persönlicher Schutzausrüstung und Entsorgung des Öls. Sicherheitsdatenblätter für alle BITZER Öle sind auf Anfrage erhältlich.

Anwendungsbereiche

Öl	Klimatisierung	Normalkühlung	Tiefkühlung
BSE60K	--	--	✓
BSE85K	(✓)	✓	✓
BSG68K	✓*	✓	✓

Tab. 6: Anwendungsbereiche Öle für R744 in BITZER Hubkolbenverdichtern. Für Einsatzgrenzen siehe auch BITZER SOFTWARE.

(✓): in Abstimmung mit BITZER Anwendungstechnik

✓*: BSG68K ist Voraussetzung für Anwendungen mit Niederdruck > 40 bar / Hochdruck > 120 bar

Technische Daten

Öl	Typ	Flammpunkt (°C)	Stockpunkt (°C)	Dichte (g/ml)			Kinematische Viskosität (cSt)			Spezifische Wärmekapazität (kJ/kg·K)		Wärmeleitfähigkeit (W/m²·K)	
				bei -30°C	bei 15°C	bei 100°C	bei 20°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C
BSE55/BSE60K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE85K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSG68K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16	1,81	2,04	0,149	0,142

Tab. 7: Übersicht Technische Daten der BITZER Kältemaschinenöle.

Die Dichte kann zwischen den angegebenen Werten linear interpoliert werden.

Mischungsgrenzen

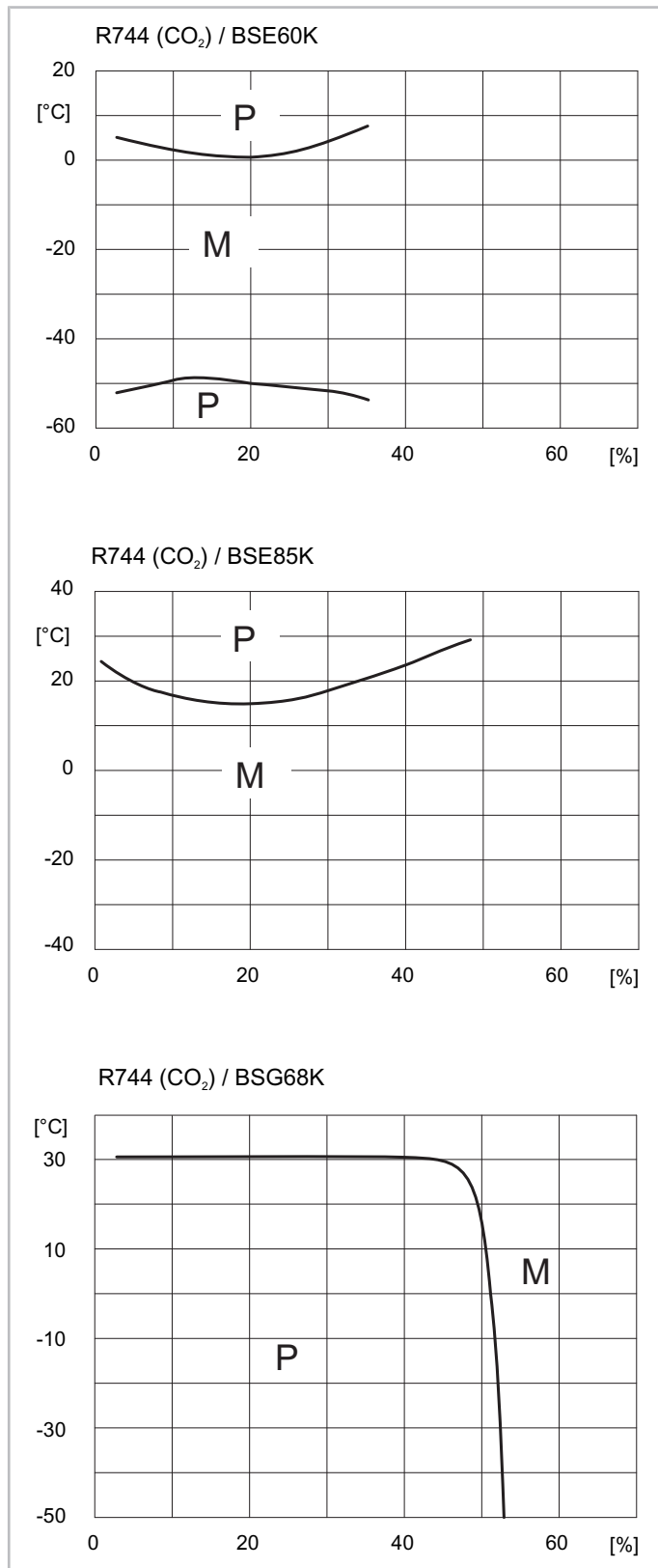


Abb. 6: Mischungsgrenzen für R744: Grenztemperaturen in Abhängigkeit vom Ölteil (Masseanteil Öl in % im Öl-Kältemittelgemisch).

M: Bereich der vollständigen Mischbarkeit.

P: Bereich der Phasentrennung (Mischungslücke).

Löslichkeit des Kältemittels im Öl

Die folgenden Diagramme können verwendet werden, um den Kältemittelanteil im Öl in Abhängigkeit von Kältemitteldruck und Öltemperatur abzulesen.

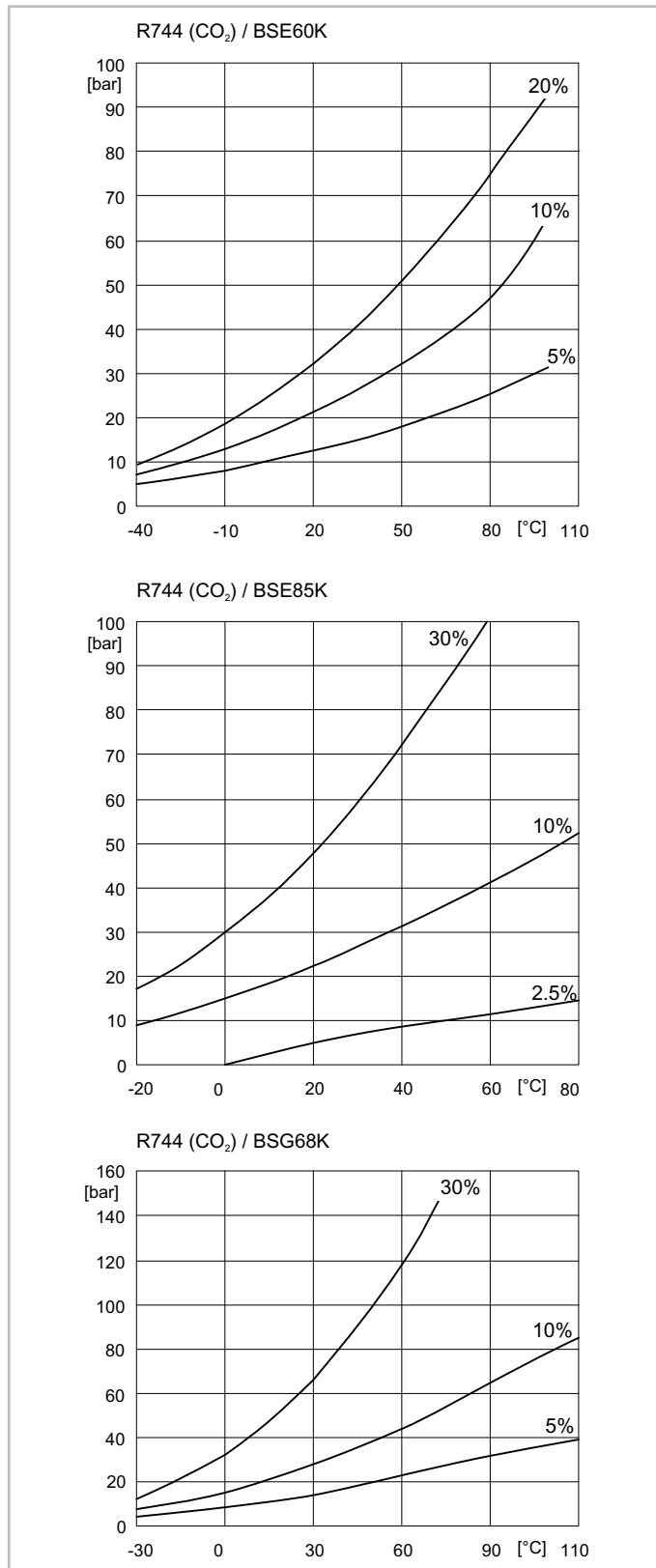


Abb. 7: Öle für R744: Kältemitteldruck in Abhängigkeit von Öltemperatur und Kältemittelanteil (Masseanteil Kältemittel in % im Öl-Kältemittelgemisch)

Warnwerte für Gebrauchtöle

Die hier aufgeführten Öle werden nach DIN51503-1 in die Gruppe KB eingestuft. Für die Beurteilung des Öls im Gebrauchtzustand – z.B. im Hinblick auf Wassergehalt oder Neutralisationszahl – gelten die Richtwerte der DIN51503-2.

Öl	Kinematische Viskosität bei 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. Wassergehalt (DIN51777)	Neutralisationszahl (DIN ISO6618)
BSE60K	außerhalb von 47 .. 63 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g
BSE85K	außerhalb von 68 .. 92 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g
BSG68K	außerhalb von 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g

Tab. 8: Warnwerte für gebrauchte BITZER Öle für R744.

(*): das ist $\pm 15\%$ vom Wert des frischen Öls

Elastomerverträglichkeit

In der Literatur empfohlene Dichtungsmaterialien für Polyolesteröle (POE) und Polyalkylenglykolöle (PAG) mit R744:

- hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), Nitrilgehalt >36%
- Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)
- Fluor-Kautschuk (FKM)

6 Öle für KW-Kältemittel (R290, R600a etc.)

Charakterisierung der Öle

Öl	Öltyp	Anwendungen	Kennzeichnung auf Verdichter
BSG68K	Polyalkylenglykolöl (PAG)	Standard-Ölfüllung	"Z" (z.B. 4VESP-10Z)
SHC226E	Polyalphaolefinöl (PAO)	Option	"P" (z.B. 4VESP-10P)

Tab. 9: BITZER Öle für KW-Kältemittel

Sicherheitsdatenblätter

Über dieses Dokument hinaus ist das Sicherheitsdatenblatt (material safety data sheet, MSDS) zum jeweiligen Öl zu beachten. Es enthält Angaben zur Giftigkeit, Handhabung, persönlicher Schutzausrüstung und Entsorgung des Öls. Sicherheitsdatenblätter für alle BITZER Öle sind auf Anfrage erhältlich.

Anwendungsbereiche



GEFAHR

Explosionsgefahr und damit Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt und vorhandener Zündquelle!
Kältemittel kann sich entzünden und je nach Konzentration in der Luft auch eine explosive Atmosphäre bilden!
Offenes Feuer und Zündquellen im Maschinenraum bzw. Gefährdungsraum vermeiden!

Aufgrund der besonders hohen Löslichkeit von Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 (z.B. R290, Propan) in herkömmlichen Ölen werden die BITZER Verdichter mit speziellen Ölen befüllt, die einen hohen Viskositätsindex und besonders gute tribologische Eigenschaften aufweisen.

Mit Blick auf die Löslichkeit ergeben sich besondere Anforderungen an die Ausführung, Betriebsweise und Steuerung von Verdichter und Anlage. Ungenügende Überhitzung im Betrieb und ungenügende Beheizung des Öls im Verdichter oder Ölabscheider bei Stillstand führen zu starker Minderung der Ölviskosität im Verdichter. Folgen sind Leistungsminderung, starker Verschleiß an Triebwerksteilen, erhöhter Ölwurf und Schaumbildung. Verdichter gegen "Nassbetrieb" absichern und ausreichend hohe Sauggasüberhitzung gewährleisten. Die Druckgastemperatur muss bei Hubkolbenverdichtern mindestens 20 K und bei Kompaktschraubenverdichtern mindestens 30 K über Verflüssigungstemperatur im Sommer- und Winterbetrieb liegen.

- Niedrige Öltemperaturen und hohen saugseitigen Stillstandsdruck verhindern, Ölheizung ist zwingend erforderlich, ggf. zusätzlich Abpumpschaltung vorsehen.
- Schnelle Änderungen des Verflüssigungsdrucks vermeiden – Gefahr starker Schaumbildung im Verdichter oder Ölabscheider!

Weiteres zum Einsatz von R290 in halbhermetischen Verdichtern:

- AT-660: Einsatz von R290 und R1270, A3-Kältemittel

Technische Daten

Öl	Typ	Flam- m- punkt (°C)	Stock- - punkt (°C)	Dichte (g/ml)			Kinematische Visko- sität (cSt)			Spezifische Wärmekapa- zität (kJ/ kg*K)		Wärmeleitfä- higkeit (W/ m*K)	
				bei -30°C	bei 15°C	bei 100°C	bei 20°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C
BS- G68K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16	1,81	2,04	0,149	0,142
SH- C226 E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14

Tab. 10: Übersicht Technische Daten der BITZER Kältemaschinenöle.

Die Dichte kann zwischen den angegebenen Werten linear interpoliert werden.

Mischungsgrenzen

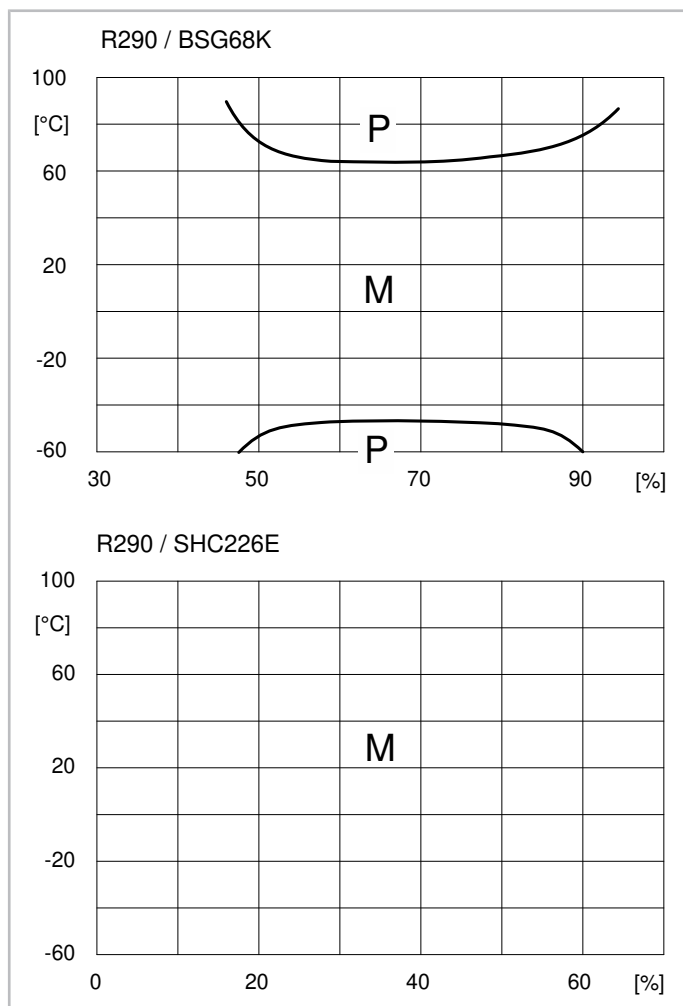


Abb. 8: Mischungsgrenzen für R290: Grenztemperaturen in Abhängigkeit vom Ölanteil (Masseanteil Öl in % im Öl-Kältemittelgemisch).

M: Bereich der vollständigen Mischbarkeit.

P: Bereich der Phasentrennung (Mischungslücke).

Löslichkeit des Kältemittels im Öl

Die folgenden Diagramme können verwendet werden, um den Kältemittelanteil im Öl in Abhängigkeit von Kältemitteldruck und Öltemperatur abzulesen.

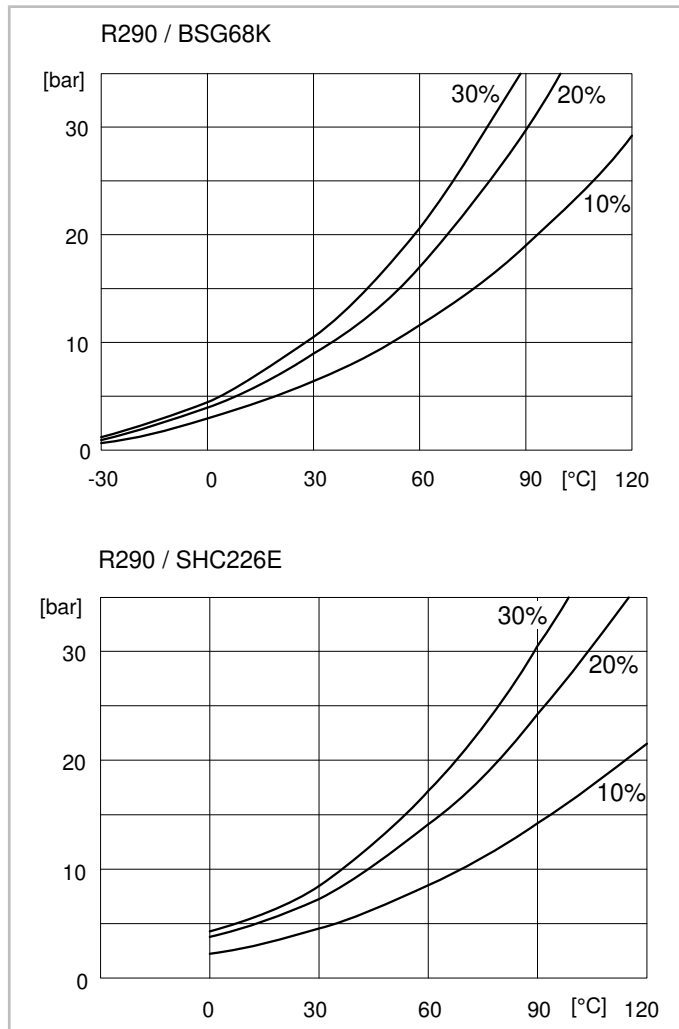


Abb. 9: Öle für R290: Kältemitteldruck in Abhängigkeit von Öltemperatur und Kältemittelanteil (Masseanteil Kältemittel in % im Öl-Kältemittelgemisch)

Warnwerte für Gebrauchtöle

Die hier aufgeführten Öle werden nach DIN51503-1 in die Gruppe KE eingestuft. Für die Beurteilung des Öls im Gebrauchszustand – z.B. im Hinblick auf Wassergehalt oder Neutralisationszahl – gelten die Richtwerte der DIN51503-2.

Öl	Kinematische Viskosität bei 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. Wassergehalt (DIN51777)	Neutralisationszahl (DIN ISO6618)
BSG68K	außerhalb von 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g
SHC226E	außerhalb von 57 .. 76 cSt (*)	80 mg H ₂ O/kg Öl	0,2 mg KOH/g

Tab. 11: Warnwerte für gebrauchte BITZER Öle für KW-Kältemittel.

(*): das ist $\pm 15\%$ vom Wert des frischen Öls

Bei Wartungsarbeiten unbedingt beachten:



HINWEIS
Gefahr von Funkenbildung durch unbeabsichtigte Schaltvorgänge oder Überhitzung der Ölheizung bei Ölwechsel.
Vor Eingriffen in den Kältekreislauf, Stromversorgung am Hauptschalter unterbrechen!
Besondere Vorschriften für Lagerung und Transport von brennbaren Gasen beachten.
Bei Wartungsarbeiten im Innenbereich generell Raumlüftung einschalten!



HINWEIS
Gefahr von Funkenbildung, bei Entladung elektrostatischer Aufladung!
Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung von nichtmetallischen Bauteilen, Werkzeugen, Hilfsmitteln sowie Kleidung treffen! Z.B.: Geeignete, antistatische Kleidung tragen, funkenfreie Werkzeuge verwenden.
Ggf. zusätzliche Erdung leitfähiger Teile vornehmen.



HINWEIS
Brandgefahr!
Das Gebrauchtöl enthält relativ viel gelöstes Kältemittel.
Gebrauchtöl sicher verpacken. Umweltgerecht entsorgen.

Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Propan, R290 oder Propen, R1270 und niedrig-fluorierte brennbare Kältemittel, beispielsweise R1234yf lösen sich bei Raumtemperatur gut im Kältemaschinenöl. Das betrifft ebenso Kältemittelgemische, die diese Substanzen enthalten.

Gebrauchtöl aus solchen Anlagen kann auch bei Atmosphärendruck noch relativ hohe Anteile gelöster brennbarer Gase enthalten. Diese Anteile gasen aus.

Bei Lagerung und Transport beachten:

- ▶ Gebrauchtöl in druckfeste Behälter einfüllen.
- ▶ Behälter mit Stickstoff als Schutzgas befüllen und verschließen.
- ▶ Behälter kennzeichnen, z. B. mit dem Warnzeichen "feuergefährlicher Stoff" W021 aus ISO7010.

Elastomerverträglichkeit

In der Literatur empfohlene Dichtungsmaterialien für Polyalkylenglykölöle (PAG) und Polyalphaolefinöle (PAO) mit KW-Kältemitteln:

- Chlor-Butadien-Kautschuk (CR), z.B. Neoprene
- Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR), Nitrilgehalt >36%
- hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), Nitrilgehalt >36%
- Fluor-Kautschuk (FKM)

7 Öle für Kältemittel R717 (NH₃)

Die Öle für das Kältemittel R717 (NH₃) für offene BITZER Verdichter sind in der Technischen Information AT-640 beschrieben (Kapitel "Anwendungsbereiche und Öle").

8 Übersicht BITZER Kältemaschinenöle

Öl	Typ	Flam- m- punkt (°C)	Stock- - punkt (°C)	Dichte (g/ml)			Kinematische Visko- sität (cSt)			Spezifische Wärmekapa- zität (kJ/ kg*K)		Wärmeleitfä- higkeit (W/ m*K)	
				bei -30°C	bei 15°C	bei 100°C	bei 20°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSE1 70	POE	260	-27	1,002	0,970	0,915	649	170	18	1,92	2,03	0,13	0,13
BSE1 70L	POE	246	-39	0,998	0,966	0,915	305	97	11	1,92	2,06	0,14	0,13
B320 SH/ B320 SX	Com- plex- Ester	258	-42	1,052	1,016	0,958	993	310	32	1,68	1,85	0,12	0,12
B- CE50 0	Com- plex- Ester	221	-33	0,983	0,950	0,898	1611	500	51	2,11	2,35	0,17	0,16
BS- G68K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16	1,81	2,04	0,149	0,142
B- PAG1 00	PAG	228	-45	1,036	0,999	0,936		100	18,1				
B- PAG2 20	PAG	240	-42	1,031	0,997	0,934	626	223	37,5	1,84	2,06	0,15	0,15
SH- C226 E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14
SHC2 30	PAO	260	-39		0,85			220	25				
BVC3 2	PVE	178	-48	0,957	0,925	0,866	100	32	5	2,01	2,14	0,13	
Ren- so KM32	MO	202	-45		0,881	0,83	92,5	32	4,9	1,95	2,17	0,13	0,13

Öl	Typ	Flam- m- punkt (°C)	Stock- - punkt (°C)	Dichte (g/ml)			Kinematische Visko- sität (cSt)			Spezifische Wärmekapa- zität (kJ/ kg*K)		Wärmeleitfä- higkeit (W/ m*K)	
				bei -30°C	bei 15°C	bei 100°C	bei 20°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C	bei 40°C	bei 100°C
Reni- so KS46	MO	204	-42		0,894	0,841	152	46	5,8	1,94	2,16	0,13	0,13
Reni- so KC68	MO	223	-39		0,894	0,846		68	7,2	1,93	2,17	0,12	0,12
Reflo 68A	MO	236	-42		0,866			58	7,9	1,96	2,17	0,13	0,13
Reni- so UI- tra- Cool 68	PAO / SC	250	-48		0,854	0,808		62	9,1	2,07	2,28	0,14	0,14

Tab. 12: Übersicht Technische Daten der BITZER Kältemaschinenöle.
Die Dichte kann zwischen den angegebenen Werten linear interpoliert werden.

Table of contents

1	Introduction	25
2	Safety references	25
3	General properties of refrigeration compressor oils	27
4	Oils for HFC and HFO refrigerants	27
5	Oils for refrigerant R744 (CO ₂)	36
6	Oils for hydrocarbon refrigerants (R290, R600a, etc.)	41
7	Oils for refrigerant R717 (NH ₃)	45
8	Overview BITZER refrigeration compressor oils	45

1 Introduction

BITZER compressors are charged with a high-quality refrigeration compressor oil, suitable for the refrigerant used. These BITZER oils are subject to the BITZER quality management and are optimized for the respective compressors. Their chemical compatibility also with modern construction materials and new refrigerants has been extensively tested and approved. The oils offer outstanding lubrication characteristics and a favourable viscosity performance (high viscosity index).

In addition to this document, please also observe the operating instructions for the respective compressor.

2 Safety references

Authorized staff

All work done on the products and the systems in which they are or will be installed may only be performed by qualified and authorised staff who have been trained and instructed in all work. The qualification and competence of the qualified staff must correspond to the local regulations and guidelines.

Residual risks

The products, electronic accessories and further system components may present unavoidable residual risks. Therefore, any person working on it must carefully read this document! The following are mandatory:

- relevant safety regulations and standards
- generally accepted safety rules
- EU directives
- national regulations and safety standards

Depending on the country, different standards are applied when installing the product, for example: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL standards.

Personal protective equipment

When working on systems and their components: Wear protective work shoes, protective clothing and safety goggles. In addition, wear cold-protective gloves when working on the open refrigeration circuit and on components that may contain refrigerant.



Fig. 1: Wear personal protective equipment!

Safety references

Safety references are instructions intended to prevent hazards. They must be stringently observed!



NOTICE

Safety reference to avoid situations which may result in damage to a device or its equipment.



CAUTION

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which may result in minor or moderate injury.



WARNING

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which could result in death or serious injury.



DANGER

Safety reference to avoid an imminently hazardous situation which may result in death or serious injury.

Concerning refrigeration compressor oils in general:



CAUTION

Oils may be harmful!

Observe the usual precautions for handling mineral oils and chemical products as well as good industrial hygiene practices.



- ▶ Provide adequate ventilation.
- ▶ Prevent formation of aerosols.
- ▶ Avoid skin contact.
- ▶ Wear required personal protective equipment (see respective material safety data sheet).
- ▶ Do not eat, drink or smoke when working with the product.
- ▶ Do not heat up the oil to temperatures close to its flash point.

First aid measures:

- ▶ Remove any clothing and shoes soiled by the product.
- ▶ In case of skin contact: wash carefully with soap and water.
- ▶ In case of eye contact: promptly wash eyes with plenty of water.
- ▶ In case of ingestion: rinse mouth thoroughly and get medical attention if necessary.
- ▶ In case of persistent symptoms: seek medical attention.



NOTICE

Fire hazard!

The used oil contains a relatively large amount of dissolved refrigerant.

Pack used oil safely. Dispose of in an environmentally friendly manner.

Hydrocarbons, for example propane, R290 or propene, R1270 and low-fluorinated flammable refrigerants, for example R1234yf, dissolve very well in refrigeration compressor oil at room temperature. This also applies to blends containing these substances.

Used oil from such systems may still contain relatively high percentages of dissolved flammable gases even at atmospheric pressure. These components gas out.

Observe during storage and transport:

- ▶ Fill used oil into pressure resistant vessels.
- ▶ Fill vessels with nitrogen as a protective gas and close them.
- ▶ Mark them, e. g. with the warning sign "flammable substance" W021 from ISO7010.



CAUTION

Oils may be environmentally hazardous and water-endangering!
Avoid release to the environment, do not allow to enter drainage system, surface or ground water.
Correctly dispose of the oil as pollutive waste, observe national and local regulations.

Material safety data sheets

Apart from this document, please observe the material safety data sheet (MSDS) for the respective oil. It contains information on toxicity, handling, personal protective equipment and disposal of the oil. Material safety data sheets for all BITZER oils are available on request.

When working on the refrigeration system:



CAUTION

Surface temperatures of more than 60°C or below 0°C.
Risk of burns or frostbite.
Close off accessible areas and mark them.
Before performing any work on the compressor: switch it off and let it cool down or warm up.

In addition to the safety references listed in this document, it is essential to observe the references and residual risks in the respective operating instructions!

3 General properties of refrigeration compressor oils

Refrigeration compressor oils not only have to lubricate the moving compressor parts, but (according to individual design and circuit) also seal the compression chamber and valves as well as dissipate heat. In order to ensure oil circulation and return from the system as well as to avoid lack of oil, the oil must be sufficiently soluble in the refrigerant (exception: R717 - ammonia, see Technical Information [AT-640](#)): Phase separation can lead to malfunctions e.g. in the evaporator, receiver and heat exchanger. Another important parameter is the viscosity over the whole temperature range: In the compressor, the oil must be adequately viscous, while still flowing sufficiently in the cold part of the system. In addition, the oil should be age-resistant, thermally and chemically stable.



NOTICE

Oil with high water content may damage compressor and refrigeration system!
Avoid air intake into the system and oil containers.
Use only originally sealed oil containers. Opened oil containers should be closed tightly and their content be used up as quickly as possible.
For used oils: Observe the warning values on water content.

Water in the refrigerating circuit can lead to corrosion and to freezing of the expansion valve. It adversely affects lubricity and stability of the oils. With some refrigerants (e.g. CO₂) or oils (e.g. ester oils), water also reacts by forming acids – the acid in turn corrodes metal surfaces, and the water cannot be removed anymore by evacuation. Special care is necessary with polyalkylene glycol oils (PAG), polyvinyl ether oils (PVE) and polyolester oils (POE): They are strongly hygroscopic, i.e. they withdraw water from ambient air. This dissolves in the oil and can therefore not be recognised visually.

4 Oils for HFC and HFO refrigerants

BITZER compressors which are intended for use with chlorine-free HFC and HFO refrigerants (R134a, R404A, R407A/C/F, R507A, R1234yf, R513A, R450A etc.) are charged with a high-quality polyolester oil. In these cases, a “Y” is added to the type designation of the compressor. BITZER polyolester oils significantly exceed the requirements of DIN 51503, Part 1, for refrigeration compressor oils with respect to water content and total acid number

(TAN). They mix well with HFC and HFO refrigerants and are therefore especially suitable for operation with these substances.

Characterising the oils

Oil	Oil type	Applications	Designation on compressor
BSE32	polyolester oil (POE)	standard oil charge	"Y" (e.g. 2CES-4Y)
BSE55	polyolester oil (POE)	alternative oil charge for condensing temperature $t_c > 70^\circ\text{C}$ (available for many compressors)	"Y" (e.g. 2CES-4Y)
BSE85K	polyolester oil (POE)	oil charge for special applications	"Y" (e.g. 2CES-4Y)

Tab. 1: BITZER oils for HFC and HFO refrigerants in reciprocating compressors

Initial charge only with original oils



NOTICE

Risk of compressor damage!

BITZER polyolester oils are mandatory for the running-in period of the compressor. Use only these oils for the initial charge!

BITZER polyolester oils are characterised by specific tribological characteristics and have special wear protection additives which increase the service life of the compressor. The use of alternative oils whose characteristics correspond largely to the original charge is only possible at the system owner's own responsibility. It is possible to mix them with the original oil, within the respective viscosity group, as long as appropriate own or comparable experience is available for the application concerned. Generally, mixing different oil types may have a negative effect on the properties of the oils. Precondition for the use of alternative oils is that the manufacturer or supplier guarantees product quality and moisture content < 50 ppm.

BITZER will only use BITZER polyolester oils for the complex tests of compatibility with new materials and refrigerants. In case of material changes on products, only BITZER polyolester oils will be included in the tests.

Low GWP refrigerants: stricter requirements for refrigeration systems

Many refrigerant blends with low global warming potential (GWP) such as R448A, R449A, R450A, R452A and R513A contain the unsaturated compounds R1234yf and R1234ze(E). Part of them are highly soluble in oil and lead to a strong reduction of viscosity. Therefore, sufficient superheat has to be ensured! The low chemical stability (which is desirable for a low GWP) requires particular care regarding cleanliness, dryness and evacuation of the refrigerant circuit.

Material safety data sheets

Apart from this document, please observe the material safety data sheet (MSDS) for the respective oil. It contains information on toxicity, handling, personal protective equipment and disposal of the oil. Material safety data sheets for all BITZER oils are available on request.

Application range

Oil	suitable e.g. for refrigerants	Application range			
		cooling with $t_o \leq 25^\circ\text{C}$	air conditioning	medium temperature application	low temperature application
BSE32 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R134a R513A R1234yf	✓	✓	✓	(✓)
	R450A	✓	✓	✓	--
	R404A R448A R449A R452A R407A / F	--	(✓)	✓	✓
	R407C	--	✓	✓	--
	R507A	--	(✓)	✓	✓
BSE55 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R1234ze(E)	--	✓	✓	--
BSE55 $t_c \text{ even } > 70^\circ\text{C}$	R134a R513A R1234yf	✓	✓	✓	(✓)
	R450A	✓	✓	✓	--
	R407C	--	✓	✓	--
	R410A	--	✓	✓	(✓)
BSE85K	R1234ze(E) at $t_o > 15^\circ\text{C}$ or $t_c > 70^\circ\text{C}$. Other refrigerants: special application after consultation with BITZER Application Engineering.				

Tab. 2: Application range of polyolester oils (POE) for HFC and HFO refrigerants in BITZER reciprocating compressors. For application limits see also BITZER SOFTWARE.

t_o : evaporation temperature

t_c : condensing temperature

(✓): after consultation with BITZER Application Engineering

Technical data

Oil	Type	Flash-point (°C)	Pour point (°C)	Density (g/ml)			Kinematic viscosity (cSt)			Specific heat capacity (kJ/kg·K)		Thermal conductivity (W/m·K)	
				at -30°C	at 15°C	at 100°C	at 20°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1.041	1.006	0.942	74	32	6	1.94	2.12	0.15	0.14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1.045	1.010	0.948	147	55	9	1.92	2.09	0.15	0.14
BSE8 5K	POE	246	-42	1.025	0.993	0.930	200	80	11	1.89	2.05	0.14	0.13

Tab. 3: Overview of the technical data of BITZER refrigeration compressor oils.
The density can be linearly interpolated between the specified values.

Miscibility gaps BSE32

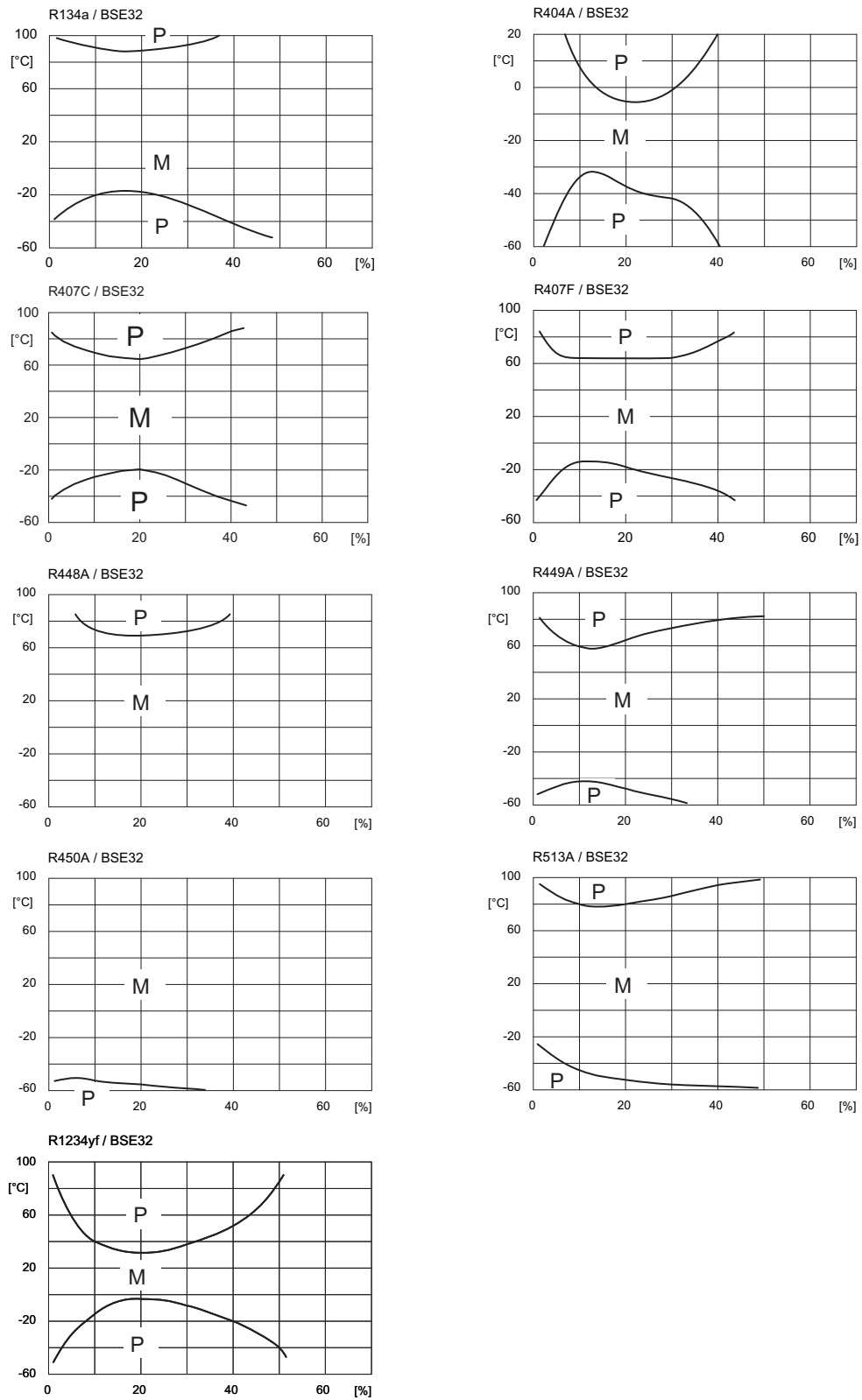


Fig. 2: Miscibility gaps for oil BSE32: Limit temperature depending on oil content (mass % of oil in oil refrigerant blend).

M: Range of complete miscibility.

P: Phase separation range (miscibility gap).

Miscibility gaps BSE55

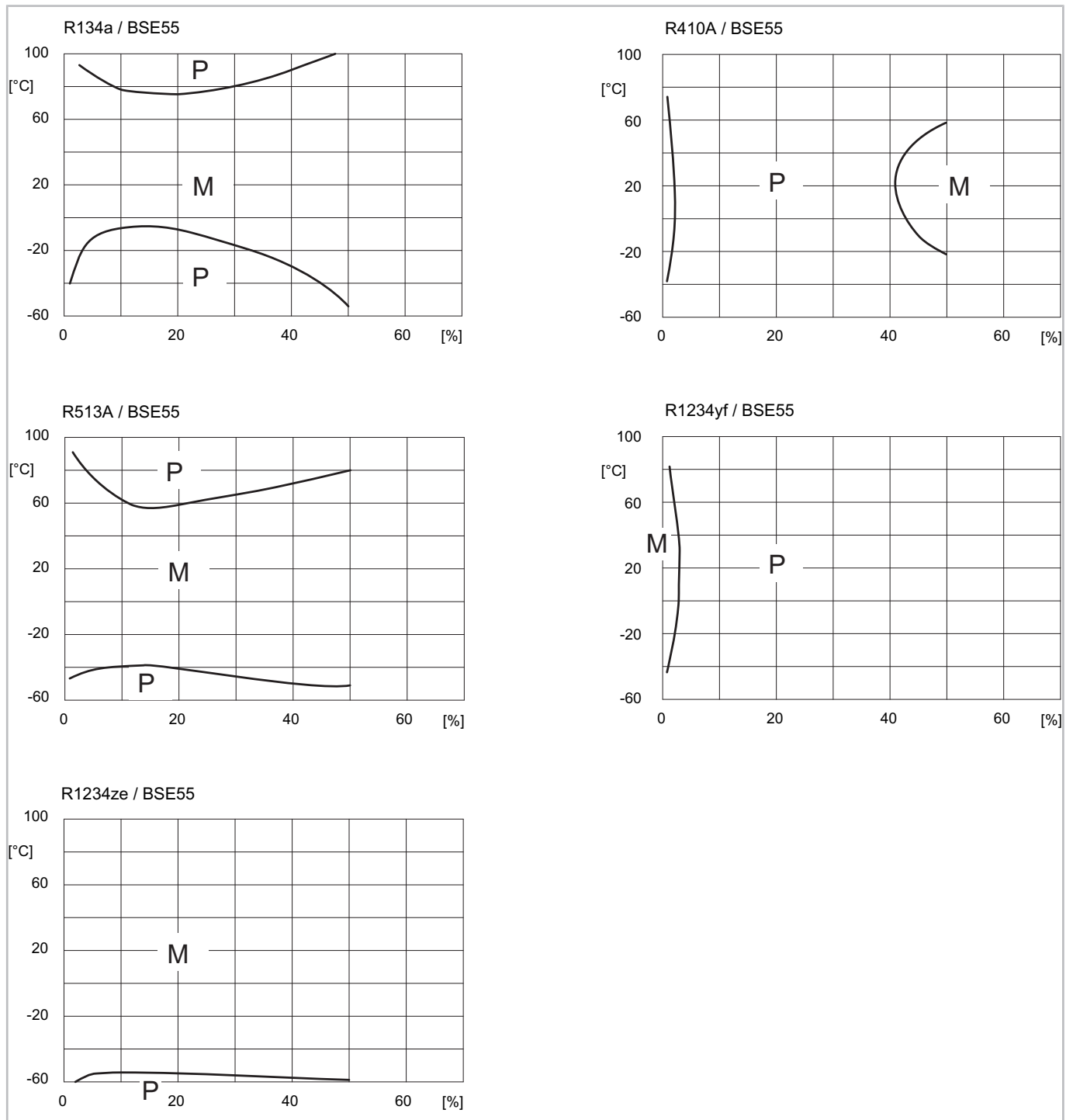


Fig. 3: Miscibility gaps for oil BSE55: Limit temperature depending on oil content (mass % of oil in oil refrigerant blend).

M: Range of complete miscibility.

P: Phase separation range (miscibility gap).

Refrigerant solubility in BSE32

The following diagrams can be used to read off the refrigerant content in the lubricant depending on refrigerant pressure and oil temperature.

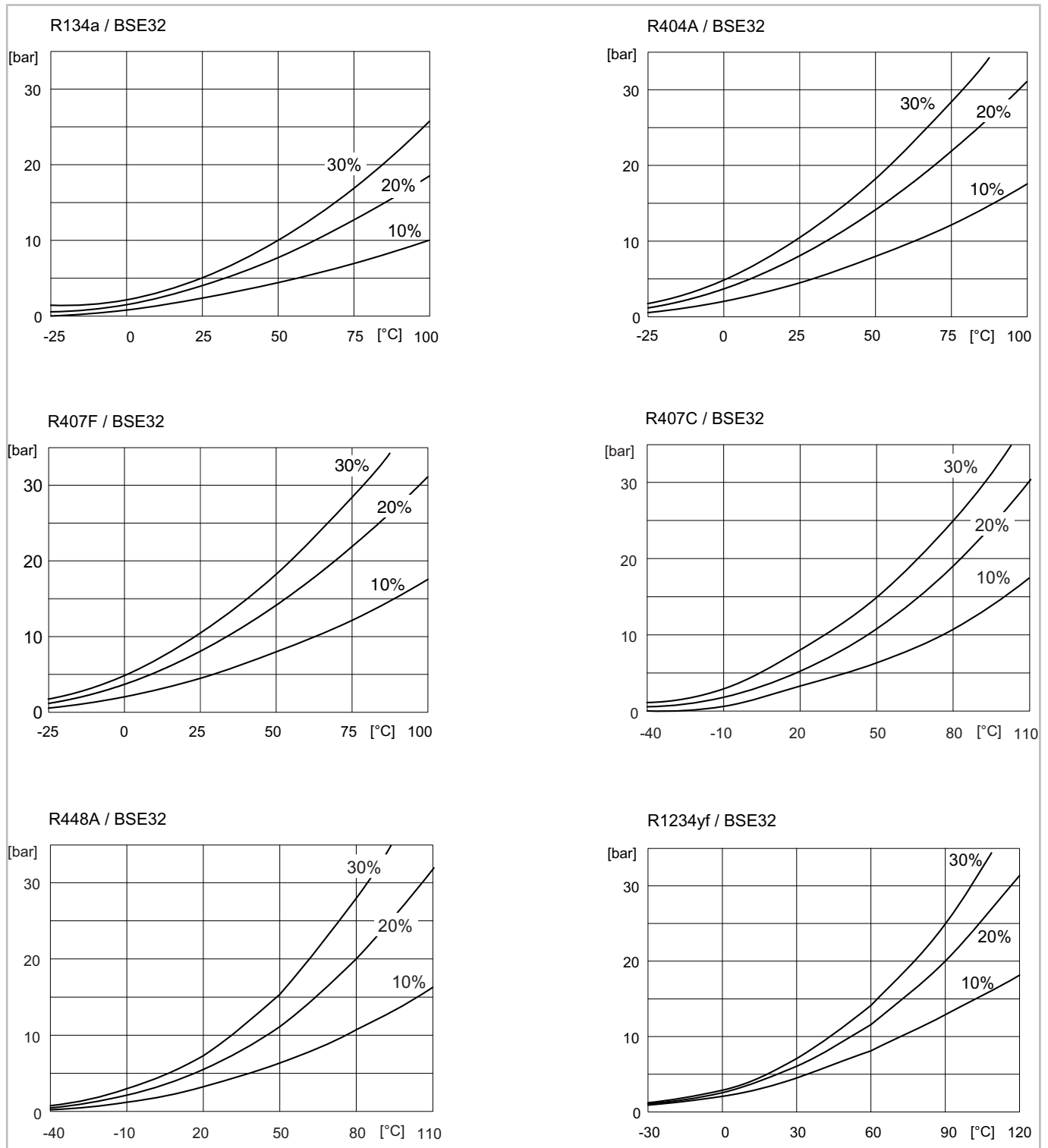


Fig. 4: Oil BSE32: Refrigerant pressure depending on oil temperature and refrigerant content (mass % of refrigerant in oil-refrigerant blend).

Refrigerant solubility in BSE55

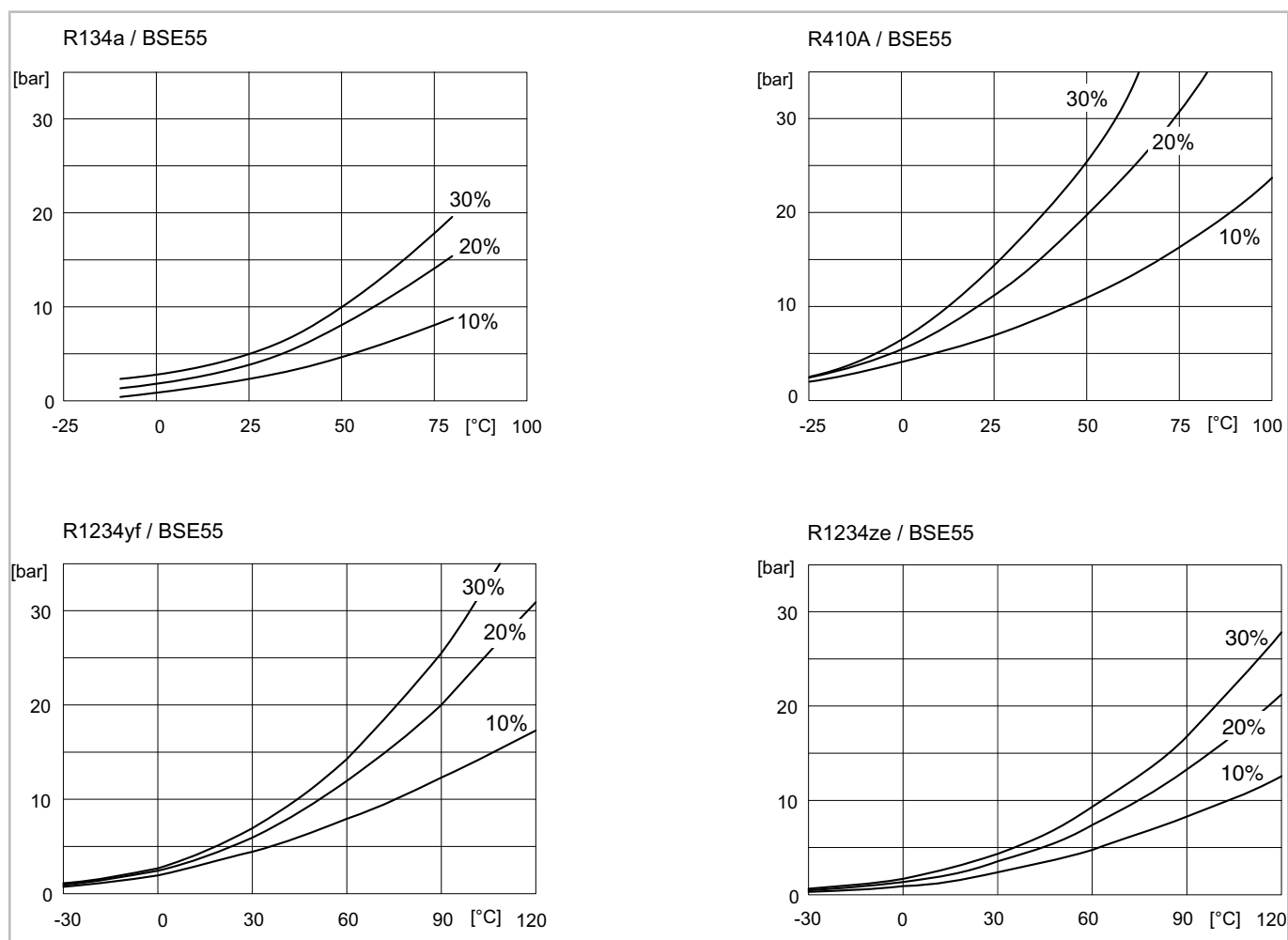


Fig. 5: Oil BSE55: Refrigerant pressure depending on oil temperature and refrigerant content (mass % of refrigerant in oil-refrigerant blend).

Warning values for used oils

The listed oils are categorized as group KD according to DIN51503-1. To determine the used condition of the oil, e.g. with respect to water content or total acid number (TAN), the reference values of DIN 51503-2, apply.

Oil	Kinematic viscosity at 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. water content (DIN51777)	Total acid number (DIN ISO6618)
BSE32	outside of 27 .. 37 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g
BSE55	outside of 47 .. 63 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g
BSE85K	outside of 68 .. 92 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g

Tab. 4: Warning values for used BITZER oils for HFC and HFO refrigerants.

(*): that is $\pm 15\%$ of the value for new oil

When using A2L refrigerants:



NOTICE

Fire hazard!

The used oil contains a relatively large amount of dissolved refrigerant.

Pack used oil safely. Dispose of in an environmentally friendly manner.

Hydrocarbons, for example propane, R290 or propene, R1270 and low-fluorinated flammable refrigerants, for example R1234yf, dissolve very well in refrigeration compressor oil at room temperature. This also applies to blends containing these substances.

Used oil from such systems may still contain relatively high percentages of dissolved flammable gases even at atmospheric pressure. These components gas out.

Observe during storage and transport:

- ▶ Fill used oil into pressure resistant vessels.
- ▶ Fill vessels with nitrogen as a protective gas and close them.
- ▶ Mark them, e. g. with the warning sign "flammable substance" W021 from ISO7010.

Elastomer compatibility

Relevant literature recommends the following seal materials for polyolester oils (POE) with HFC and HFO refrigerants:

- acrylonitrile butadiene rubber, nitrile content >36%
- hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber, nitrile content >36%
- ethylene propylene diene rubber

5 Oils for refrigerant R744 (CO₂)

Characterising the oils

Oil	Oil type	Applications	Designation on compressor
BSE60K	polyolester oil (POE)	standard oil charge for subcritical (e.g. cascade) applications	"K" (e.g. 4DSL-10K)
BSE85K	polyolester oil (POE)	standard oil charge for transcritical applications, alternative oil charge for subcritical (e.g. booster) applications	"K" (e.g. 4FTE-30K)
BSG68K	polyalkylene glycol oil (PAG)	standard oil charge and precondition for applications with low pressure > 40 bar / high pressure > 120 bar, alternative oil charge for sub- and transcritical compressors in booster applications e.g. with ejectors	"Z" (e.g. 4MTEU-10LZ)

Tab. 5: BITZER oils for R744

Material safety data sheets

Apart from this document, please observe the material safety data sheet (MSDS) for the respective oil. It contains information on toxicity, handling, personal protective equipment and disposal of the oil. Material safety data sheets for all BITZER oils are available on request.

Application range

Oil	Air conditioning	Medium temperature application	Low temperature application
BSE60K	--	--	✓
BSE85K	(✓)	✓	✓
BSG68K	✓*	✓	✓

Tab. 6: Application range of oils for R744 in BITZER reciprocating compressors. For application limits see also BITZER SOFTWARE.

(✓): after consultation with BITZER Application Engineering

✓*: BSG68K is precondition for applications with low pressure > 40 bar / high pressure > 120 bar

Technical data

Oil	Type	Flash -point (°C)	Pour point (°C)	Density (g/ml)			Kinematic viscosity (cSt)			Specific heat capacity (kJ/ kg*K)		Thermal con- ductivity (W/ m*K)	
				at -30°C	at 15°C	at 100°C	at 20°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1.045	1.010	0.948	147	55	9	1.92	2.09	0.15	0.14
BSE8 5K	POE	246	-42	1.025	0.993	0.930	200	80	11	1.89	2.05	0.14	0.13
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1.039	1.003	0.937	159	68	16				

Tab. 7: Overview of the technical data of BITZER refrigeration compressor oils.

The density can be linearly interpolated between the specified values.

Miscibility gaps

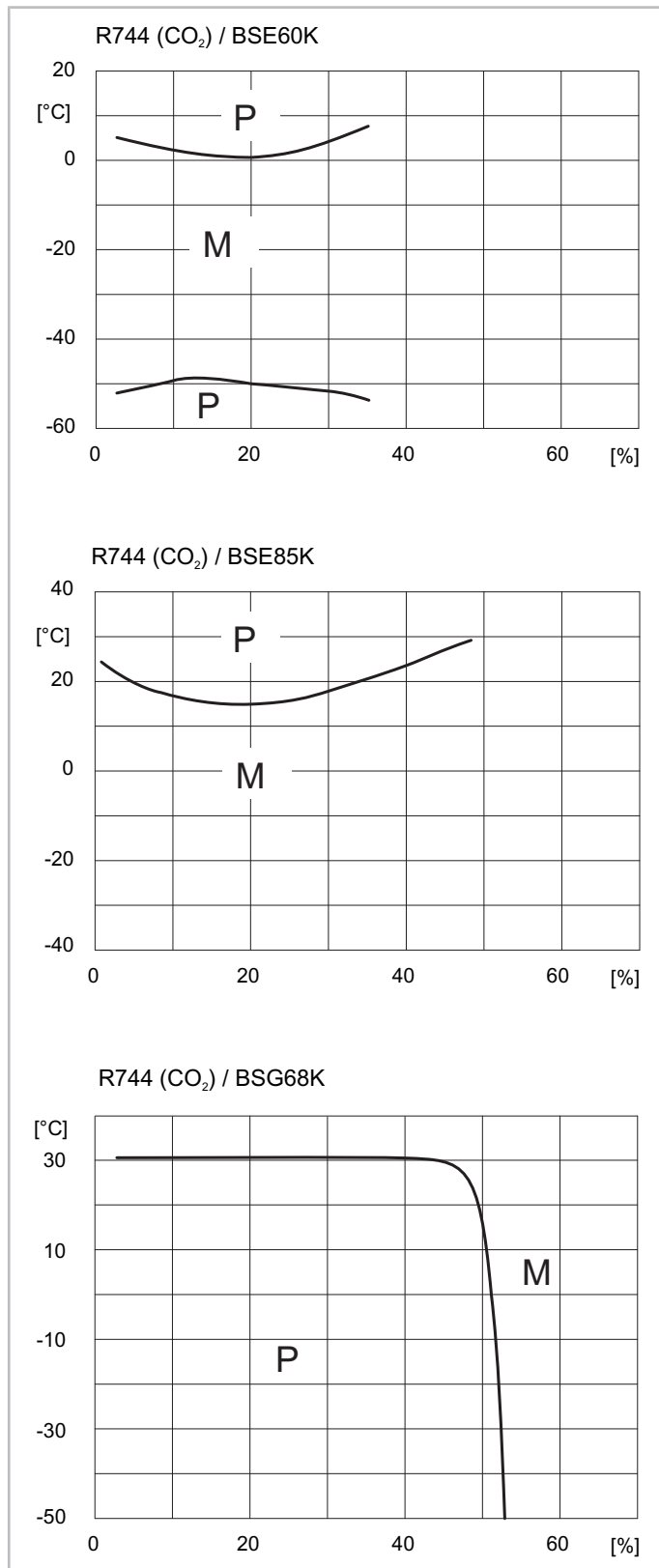


Fig. 6: Miscibility gaps for R744: Limit temperature depending on oil content (mass % of oil in oil refrigerant blend).

M: Range of complete miscibility.

P: Phase separation range (miscibility gap).

Refrigerant solubility in oil

The following diagrams can be used to read off the refrigerant content in the lubricant depending on refrigerant pressure and oil temperature.

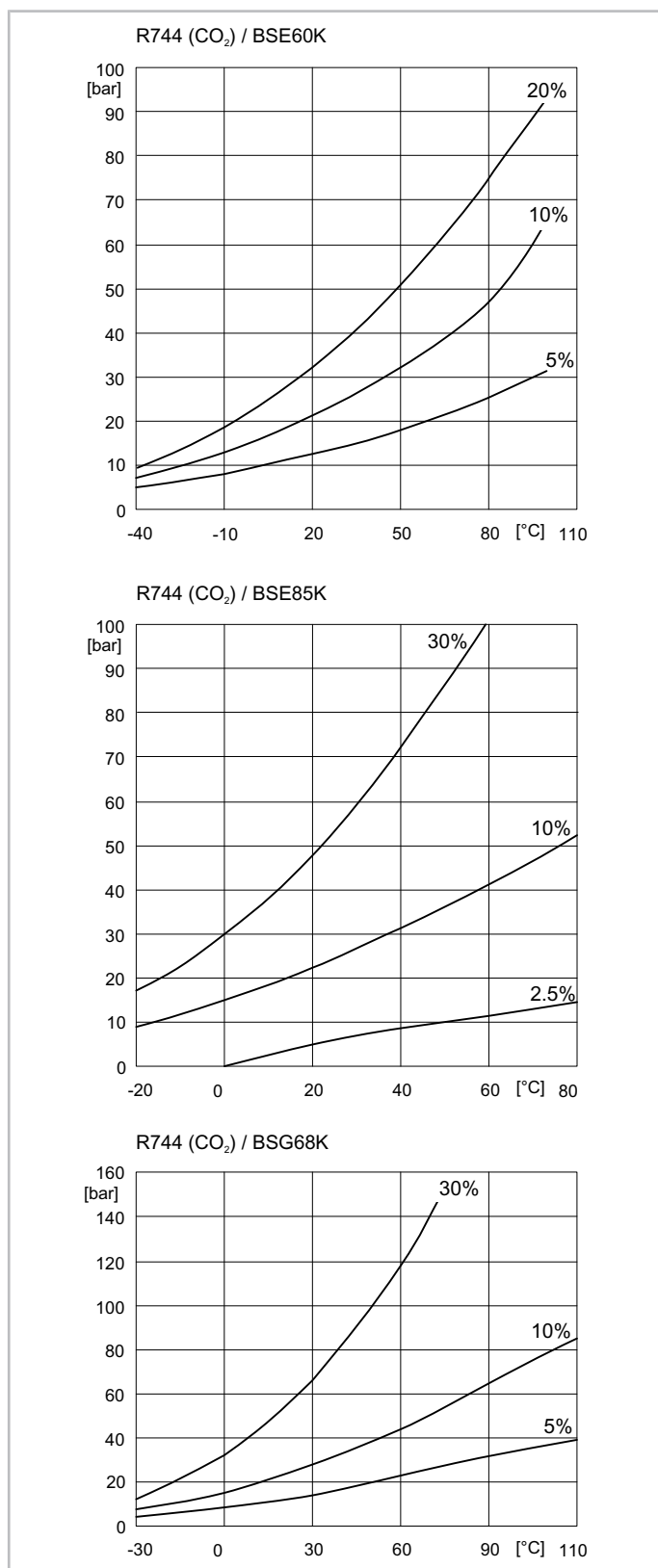


Fig. 7: Oils for R744: Refrigerant pressure depending on the oil temperature and the refrigerant content (mass % of refrigerant in oil-refrigerant blend).

Warning values for used oils

The listed oils are categorized as group KB according to DIN51503-1. To determine the used condition of the oil, e.g. with respect to water content or total acid number (TAN), the reference values of DIN 51503-2, apply.

Oil	Kinematic viscosity at 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. water content (DIN51777)	Total acid number (DIN ISO6618)
BSE60K	outside of 47 .. 63 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g
BSE85K	outside of 68 .. 92 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g
BSG68K	outside of 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g

Tab. 8: Warning values for used BITZER oils for R744.

(*): that is $\pm 15\%$ of the value for new oil

Elastomer compatibility

Relevant literature recommends the following seal materials for polyolester oils (POE) and polyalkylene glycol oils (PAG) with R744:

- hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber, nitrile content >36%
- ethylene propylene diene rubber
- fluorinated rubber

6 Oils for hydrocarbon refrigerants (R290, R600a, etc.)

Characterising the oils

Oil	Oil type	Applications	Designation on compressor
BSG68K	polyalkylene glycol oil (PAG)	standard oil charge	"Z" (e.g. 4VESP-10Z)
SHC226E	poly-alpha-olefin oil (PAO)	option	"P" (e.g. 4VESP-10P)

Tab. 9: BITZER oils for hydrocarbon refrigerants

Material safety data sheets

Apart from this document, please observe the material safety data sheet (MSDS) for the respective oil. It contains information on toxicity, handling, personal protective equipment and disposal of the oil. Material safety data sheets for all BITZER oils are available on request.

Application range



DANGER

Risk of explosion and thus danger of death in the event of refrigerant outlet and in the presence of an ignition source!

Refrigerant can ignite and also form an explosive atmosphere depending on its concentration in air!

Avoid open fire and ignition sources in the machinery room and in the hazardous zone!

Owing to the particularly high solubility of refrigerants of safety group A3 (e.g. R290, propane) in customary oils, BITZER compressors are charged with a special oil of a high viscosity index and particularly good tribological characteristics.

In view of the solubility, the design, operating mode and control of the compressor and the system are subject to particular requirements. Low or insufficient superheat in operation and insufficient heating of the oil in the compressor or oil separator during shut-off periods lead to a substantial reduction of the oil viscosity in the compressor. This results in reduced performance, heavy wear on drive gear parts, increased oil carry over and foaming. Secure compressor against "wet operation" and ensure sufficiently high suction gas superheat. The discharge gas temperature of reciprocating compressors must be at least 20 K, of compact screw compressors at least 30 K above the condensing temperature in summer and winter operation.

- Low oil temperatures and a high suction side standstill pressure must be avoided. An oil heater is absolutely required and an additional pump down system must be provided if necessary.
- Avoid quick changes in condensing pressure – risk of strong foaming in the compressor or oil separator!

For further information on the use of R290 in semi-hermetic compressors:

- AT-660: Application of R290 and R1270, A3 refrigerants

Technical data

Oil	Type	Flash-point (°C)	Pour point (°C)	Density (g/ml)			Kinematic viscosity (cSt)			Specific heat capacity (kJ/kg·K)		Thermal conductivity (W/m·K)	
				at -30°C	at 15°C	at 100°C	at 20°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1.039	1.003	0.937	159	68	16				
SHC2 26E	PAO	250	-45	0.866	0.830	0.785		67	10	2.16	2.38	0.14	0.14

Tab. 10: Overview of the technical data of BITZER refrigeration compressor oils.
The density can be linearly interpolated between the specified values.

Miscibility gaps

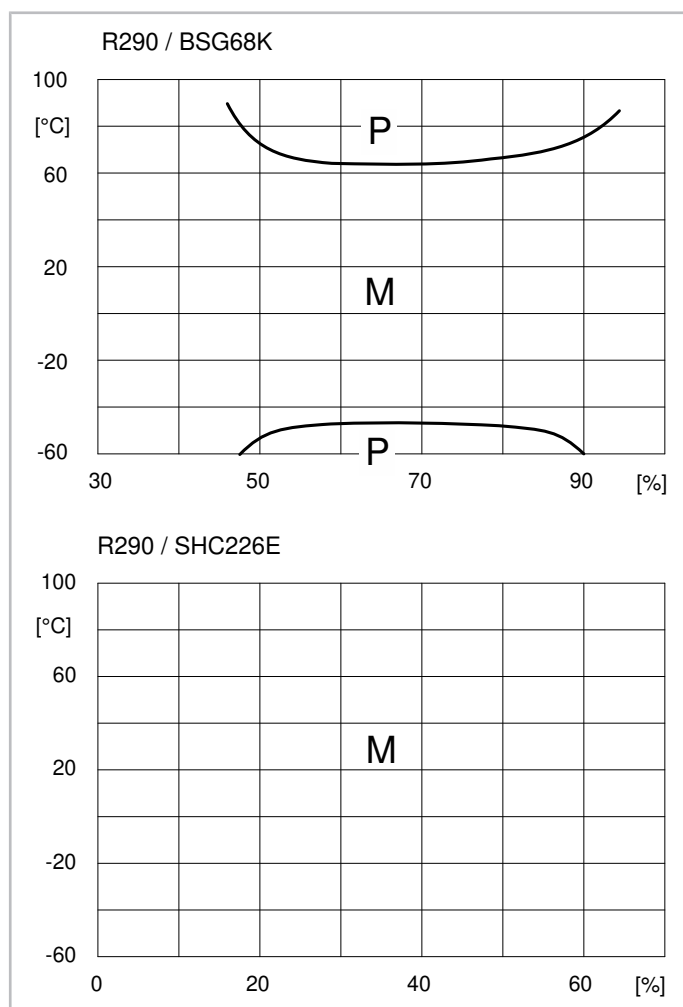


Fig. 8: Miscibility gaps for R290: Limit temperature depending on oil content (mass % of oil in oil refrigerant blend).
M: Range of complete miscibility.
P: Phase separation range (miscibility gap).

Refrigerant solubility in oil

The following diagrams can be used to read off the refrigerant content in the lubricant depending on refrigerant pressure and oil temperature.

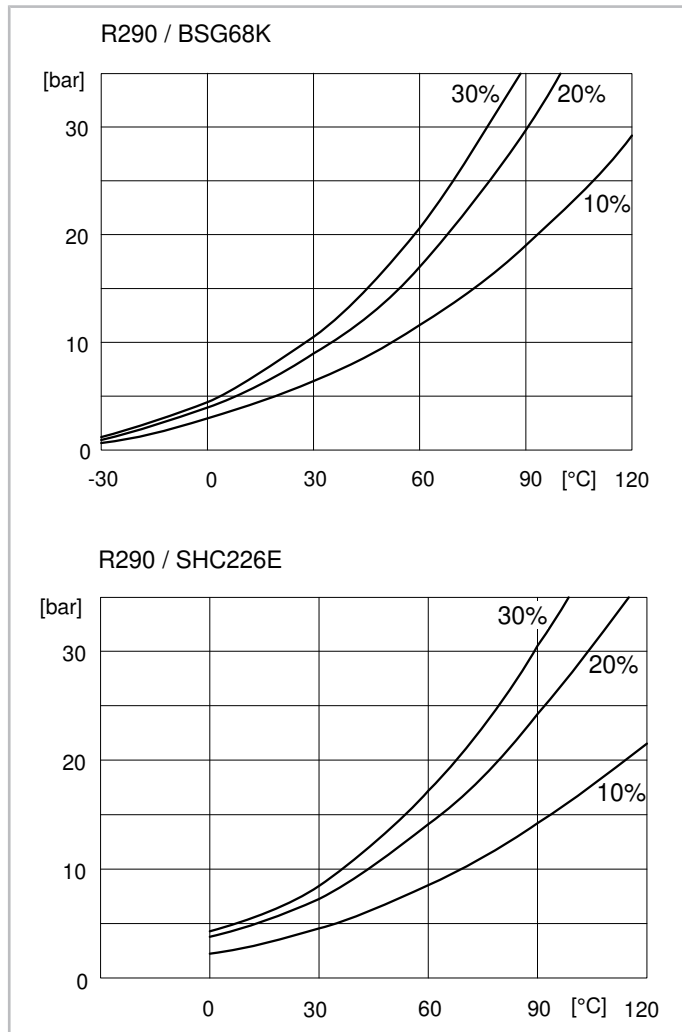


Fig. 9: Oils for R290: Refrigerant pressure depending on the oil temperature and the refrigerant content (mass % of refrigerant in oil-refrigerant blend).

Warning values for used oils

The listed oils are categorized as group KE according to DIN51503-1. To determine the used condition of the oil, e.g. with respect to water content or total acid number (TAN), the reference values of DIN 51503-2, apply.

Oil	Kinematic viscosity at 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. water content (DIN51777)	Total acid number (DIN ISO6618)
BSG68K	outside of 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g
SHC226E	outside of 57 .. 76 cSt (*)	80 mg H ₂ O/kg oil	0.2 mg KOH/g

Tab. 11: Warning values for used BITZER oils for hydrocarbon refrigerants.

(*): that is $\pm 15\%$ of the value for new oil

In case of maintenance, be sure to observe the following:



NOTICE

Danger of spark formation due to unintended switching operations or overheating of the oil heater during oil change.

Prior to interventions in the refrigerant circuit, interrupt the power supply on the main switch!

Observe special regulations for storage and transport of flammable gases.

When performing maintenance work indoors, always switch on room ventilation!



NOTICE

Danger of spark formation, when discharging electrostatic charges!

Take measures against electrostatic charging of non-metallic components, tools, auxiliaries and clothing!

For example: Wear suitable antistatic clothing, use spark-free tools. If necessary, perform additional earthing of conducting parts.



NOTICE

Fire hazard!

The used oil contains a relatively large amount of dissolved refrigerant.

Pack used oil safely. Dispose of in an environmentally friendly manner.

Hydrocarbons, for example propane, R290 or propene, R1270 and low-fluorinated flammable refrigerants, for example R1234yf, dissolve very well in refrigeration compressor oil at room temperature. This also applies to blends containing these substances.

Used oil from such systems may still contain relatively high percentages of dissolved flammable gases even at atmospheric pressure. These components gas out.

Observe during storage and transport:

- ▶ Fill used oil into pressure resistant vessels.
- ▶ Fill vessels with nitrogen as a protective gas and close them.
- ▶ Mark them, e. g. with the warning sign "flammable substance" W021 from ISO7010.

Elastomer compatibility

Relevant literature recommends the following seal materials for polyalkylene glycol oils (PAG) and poly-alpha-olefin oils (PAO) with hydrocarbon refrigerants:

- chlorobutadiene rubber, e.g. neoprenes
- acrylonitrile butadiene rubber, nitrile content >36%
- hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber, nitrile content >36%
- fluorinated rubber

7 Oils for refrigerant R717 (NH₃)

The oils for refrigerant R717 (NH₃) for open drive BITZER compressors are described in the Technical Information *AT-640* (chapter "Application ranges and oils").

8 Overview BITZER refrigeration compressor oils

Oil	Type	Flash-point (°C)	Pour point (°C)	Density (g/ml)			Kinematic viscosity (cSt)			Specific heat capacity (kJ/kg·K)		Thermal conductivity (W/m·K)	
				at -30°C	at 15°C	at 100°C	at 20°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1.041	1.006	0.942	74	32	6	1.94	2.12	0.15	0.14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1.045	1.010	0.948	147	55	9	1.92	2.09	0.15	0.14
BSE8 5K	POE	246	-42	1.025	0.993	0.930	200	80	11	1.89	2.05	0.14	0.13
BSE1 70	POE	260	-27	1.002	0.970	0.915	649	170	18	1.92	2.03	0.13	0.13
BSE1 70L	POE	246	-39	0.998	0.966	0.915	305	97	11	1.92	2.06	0.14	0.13
B320 SH/ B320 SX	complex ester	258	-42	1.052	1.016	0.958	993	310	32	1.68	1.85	0.12	0.12
B-CE50 0	complex ester	221	-33	0.983	0.950	0.898	1611	500	51	2.11	2.35	0.17	0.16
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1.039	1.003	0.937	159	68	16				
B-PAG1 00	PAG	228	-45	1.036	0.999	0.936	272	100	18.1	1.81	2.04	0.149	0.142
B-PAG2 20	PAG	240	-42	1.031	0.997	0.934	626	223	37.5	1.84	2.06	0.15	0.15
SHC2 26E	PAO	250	-45	0.866	0.830	0.785		67	10	2.16	2.38	0.14	0.14
SHC2 30	PAO	260	-39		0.85			220	25				
BVC3 2	PVE	178	-48	0.957	0.925	0.866	100	32	5	2.01	2.14	0.13	
Ren-iso KM32	MO	202	-45		0.881	0.83	92.5	32	4.9	1.95	2.17	0.13	0.13

Oil	Type	Flash-point (°C)	Pour point (°C)	Density (g/ml)			Kinematic viscosity (cSt)			Specific heat capacity (kJ/kg·K)		Thermal conductivity (W/m·K)	
				at -30°C	at 15°C	at 100°C	at 20°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C	at 40°C	at 100°C
Ren-iso KS46	MO	204	-42		0.894	0.841	152	46	5.8	1.94	2.16	0.13	0.13
Ren-iso KC68	MO	223	-39		0.894	0.846		68	7.2	1.93	2.17	0.12	0.12
Reflo 68A	MO	236	-42		0.866			58	7.9	1.96	2.17	0.13	0.13
Ren-iso UltraCool 68	PAO / SC	250	-48		0.854	0.808		62	9.1	2.07	2.28	0.14	0.14

Tab. 12: Overview of the technical data of BITZER refrigeration compressor oils.
The density can be linearly interpolated between the specified values.

Sommaire

1	Introduction	48
2	Indications de sécurité	48
3	Propriétés des huiles pour machines frigorifiques	50
4	Huiles pour les fluides frigorigènes HFC et HFO	51
5	Huiles pour le fluide frigorigène R744 (CO ₂).....	59
6	Huiles pour les fluides frigorigènes hydrocarbonés (R290, R600a, etc.)	64
7	Huiles pour le fluide frigorigène R717 (NH ₃).....	68
8	Sommaire des huiles pour machines frigorifiques BITZER.....	68

1 Introduction

En fonction du fluide frigorigène utilisé, les compresseurs BITZER sont remplis d'une huile pour machines frigorifiques de haute qualité. Ces huiles BITZER sont soumises à la gestion de qualité BITZER et sont spécialement optimisées pour les compresseurs. Leur compatibilité chimique avec les matériaux de construction modernes et les nouveaux fluides frigorigènes a été confirmée par des tests approfondis. Les huiles présentent d'excellentes caractéristiques lubrifiantes et un comportement visqueux favorable.

En plus du présent document, les instructions de service du compresseur respectif doivent être respectées.

2 Indications de sécurité

Personnel spécialisé autorisé

Seul un personnel spécialisé ayant été formé et initié est autorisé à effectuer des travaux sur les produits et les installations dans lesquelles ils sont ou seront installés. Les réglementations et directives nationales respectives s'appliquent à la qualification et à l'expertise du personnel spécialisé.

Risques résiduels

Des risques résiduels inévitables sont susceptibles d'être causés par les produits, les accessoires électroniques et d'autres composants de l'installation. C'est pourquoi toute personne qui travaille sur cela est tenue de lire attentivement ce document ! Doivent absolument être prises en compte :

- les normes et prescriptions de sécurité applicables
- les règles de sécurité généralement admises
- les directives européennes
- les réglementations et normes de sécurité nationales

Selon le pays, différentes normes sont appliquées lors de l'installation du produit, par exemple: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, normes UL.

Équipement de protection individuelle

Pour tous les travaux sur des installations et leurs composants : Porter des chaussures, vêtements et lunettes de protection. Porter également des gants de protection contre le froid lors des travaux sur le circuit frigorifique ouvert et sur les composants susceptibles de contenir des fluides frigorigènes.



Fig. 1: Porter l'équipement de protection individuelle !

Indications de sécurité

Des indications de sécurité sont des instructions pour éviter de vous mettre en danger. Respecter avec soins les indications de sécurité !



AVIS

Indication de sécurité pour éviter une situation qui peut endommager un dispositif ou son équipement.

**ATTENTION**

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut provoquer des lésions mineures ou modérées.

**AVERTISSEMENT**

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner la mort ou des blessures graves.

**DANGER**

Indication de sécurité pour éviter une situation immédiatement dangereuse qui peut provoquer la mort ou des blessures graves.

Informations générales sur les huiles pour machines frigorifiques :

**ATTENTION**

Les huiles peuvent être nocives pour la santé !

Tenir compte des précautions courantes concernant l'utilisation de produits chimiques et pétroliers ainsi que des mesures sanitaires industrielles généralement admises.

- ▶ Fournir une ventilation adéquate
- ▶ Éviter la formation d'aérosol
- ▶ Éviter le contact avec la peau
- ▶ Porter l'équipement de protection individuelle prescrit (voir la fiche de données de sécurité respective)
- ▶ Ne pas manger, boire ou fumer lors de la manipulation de l'huile
- ▶ Ne pas chauffer l'huile à des températures proches du point d'éclair

Mesures de premiers secours :

- ▶ Enlever les vêtements et chaussures imprégnés de produit ou contaminés
- ▶ En cas de contact avec la peau, laver soigneusement les mains à l'eau et au savon
- ▶ En cas de contact avec les yeux, rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau
- ▶ En cas d'ingestion, rincer abondamment la bouche et consulter un médecin si nécessaire
- ▶ Si les symptômes persistent, consulter un médecin

**AVIS**

Risque d'incendie !

L'huile usée contient une quantité relativement importante de fluide frigorigène dissous.

Emballer l'huile usée en toute sécurité. Éliminer de manière écologique.

Les hydrocarbures, par exemple le propane, le R290 ou le propène, le R1270 et les fluides frigorigènes inflammables à faible teneur en fluor, par exemple le R1234yf, se dissolvent très bien dans huile pour machines frigorifiques à température ambiante. Cela concerne également les mélanges de fluides frigorigènes contenant ces substances.

L'huile usée provenant de ces installations peut encore contenir des proportions relativement élevées de gaz inflammables dissous, même à la pression atmosphérique. Ces composants se dégazent.

Observer pour le stockage et le transport :

- ▶ Remplir l'huile usée dans des récipients résistant à la pression.
- ▶ Remplir les récipients avec de l'azote comme gaz protecteur et les fermer.
- ▶ Marquer les réservoirs, par exemple avec le signe d'avertissement "substance inflammable" W021 de la norme ISO7010.



ATTENTION

Les huiles peuvent être nuisibles à l'environnement ou polluer l'eau !



Elles ne doivent pas pénétrer dans l'environnement de manière incontrôlée, surtout pas dans la canalisation, les eaux de surface ou souterraines.

Les éliminer en tant que déchets pollués dans le respect des règles, le cas échéant, respecter les réglementations nationales et locales.

Fiches de données de sécurité

En plus du présent document, tenir compte de la fiche de données de sécurité (material safety data sheet, MSDS) correspondant à l'huile respective. La fiche donne des indications relatives à la toxicité, la manipulation, l'équipement de protection et l'élimination de l'huile. Les fiches de données de sécurité pour toutes les huiles BITZER sont disponibles sur demande.

Pour les travaux sur l'installation frigorifique :



ATTENTION

Les températures de surface peuvent dépasser 60°C ou passer en dessous de 0°C.

Risque de brûlures ou de gelures.



Fermer et signaler les endroits accessibles.

Avant tout travail sur le compresseur : mettre hors circuit ce dernier et le laisser refroidir ou réchauffer.

Outre les indications de sécurité énumérées dans le présent document, il est indispensable de respecter les indications et les risques résiduels figurant dans les instructions de service respectives !

3 Propriétés des huiles pour machines frigorifiques

Les huiles pour machines frigorifiques ne servent pas seulement à lubrifier les pièces mobiles du compresseur mais aussi, en fonction de la construction et du circuit, à rendre étanche la chambre de compression et les vannes ainsi qu'à dissiper la chaleur. Afin de garantir la circulation et le retour de l'huile de l'installation et de prévenir un manque d'huile, l'huile doit posséder une miscibilité suffisante avec le fluide frigorigène respectif (exception : R717 - l'ammoniac, voir Information technique AT-640). Une séparation de phases peut causer des défauts par ex. au niveau de l'évaporateur, du réservoir et de l'échangeur de chaleur. La viscosité sur toute la plage de température représente un autre paramètre important : l'huile doit être suffisamment visqueuse dans le compresseur, mais toujours suffisamment fluide dans la zone froide de l'installation. En outre, l'huile doit être résistante au vieillissement ainsi que thermiquement et chimiquement stable.



AVIS

Risque de dommages au compresseur et à l'installation frigorifique en cas de teneur en eau élevée dans l'huile !

Éviter l'introduction d'air dans l'installation et le bidon d'huile.

N'utiliser que des bidons d'huile toujours fermés par le bouchon d'origine, bien refermer des bidons d'huile ouverts et consommer le contenu le plus rapidement possible.

Pour les huiles usagées : Tenir compte des valeurs limites relatives à la teneur en eau.

S'il y a de l'eau dans le circuit frigorifique, de la corrosion peut se former et le détendeur risque de geler ; l'eau affecte le pouvoir lubrifiant et la stabilité des huiles. De plus, l'eau réagit avec certains fluides frigorigènes (par ex. CO₂) ou huiles (par ex. huiles ester) en produisant de l'acide – l'acide, à son tour, attaque les surfaces métalliques et il ne sera plus possible d'évacuer l'eau. Il faut particulièrement faire attention avec les huiles polyalkylène glycol (PAG), les huiles d'éther polyvinyle (PVE) et les huiles polyolester (POE) : elles sont fortement hygroscopiques, c.-à-d. elles absorbent de l'eau de l'air ambiant. Cette eau se dissout dans l'huile et, par conséquent, ne sera plus visible.

4 Huiles pour les fluides frigorigènes HFC et HFO

Les compresseurs BITZER qui sont utilisés avec des fluides frigorigènes HFC et HFO sans chlore (R134a, R404A, R407A/C/F, R507A, R1234yf, R513A, R450A, etc.) sont remplis d'une huile polyolester de haute qualité. Dans ce cas, la lettre « Y » est ajoutée à la désignation du type de compresseur. Les huiles polyolester BITZER dépassent de loin les exigences de la norme DIN 51503, partie 1, auxquelles doivent satisfaire les huiles pour machines frigorifiques en ce qui concerne la teneur en eau et l'index de neutralisation. Elles sont facilement mélangées avec les fluides frigorigènes HFC et HFO et donc parfaitement adaptées pour fonctionner avec ces fluides.

Caractérisation des huiles

Huile	Type d'huile	Applications	Code sur le compresseur
BSE32	Huile polyolester (POE)	Charge d'huile standard	« Y » (par ex. 2CES-4Y)
BSE55	Huile polyolester (POE)	Charge alternative pour les températures de condensation $t_c > 70^\circ\text{C}$ (disponible pour beaucoup de compresseurs)	« Y » (par ex. 2CES-4Y)
BSE85K	Huile polyolester (POE)	Charge d'huile pour des applications spéciales	« Y » (par ex. 2CES-4Y)

Tab. 1: Huiles BITZER pour les fluides frigorigènes HFC (hydrocarbures fluorés) et HFO (hydrocarbures partiellement fluorés insaturés) dans les compresseurs à piston

Pour le premier remplissage, utiliser uniquement des huiles d'origine



AVIS

Risque d'endommagement du compresseur !

Les huiles polyolester BITZER sont absolument nécessaires pendant le temps de mise en œuvre du compresseur. Utiliser uniquement ces huiles pour le premier remplissage !

Les huiles polyolester BITZER se caractérisent par des propriétés tribologiques particulières et certaines d'entre elles disposent d'additifs spéciaux de protection contre l'usure prolongeant la durée de service du compresseur. L'utilisation d'huiles alternatives dont les propriétés correspondent largement à celles de la charge d'origine n'est possible que sous l'entière responsabilité de l'exploitant. Un mélange avec l'huile d'origine est possible si l'huile appartient à la même classe de viscosité, dans la mesure où l'exploitant peut s'appuyer sur ses propres expériences ou sur des expériences comparables pour l'application en question. Le mélange de différents types d'huile peut en général entraîner une dégradation des propriétés des huiles. Les exigences de base pour l'utilisation d'huiles alternatives sont une qualité de produit et une teneur en eau (< 50 ppm) garanties par le producteur ou le fournisseur.

BITZER utilisera uniquement les huiles polyolester BITZER pour effectuer les tests approfondis concernant la compatibilité avec de nouveaux matériaux et fluides frigorigènes. En cas de changement de matériau dans les produits, uniquement les huiles polyolester BITZER seront prises en compte dans les tests.

Fluides frigorigènes à faible PRG : exigences accrues pour les installations

Beaucoup de mélanges à faible potentiel de réchauffement global (PRG) comme R448A, R449A, R450A, R452A et R513A contiennent les composés insaturés R1234yf et R1234ze(E). Ces derniers ont en partie une haute solubilité dans l'huile et provoquent une forte réduction de la viscosité. Pour cette raison, il faut veiller à une surchauffe suffisante ! En outre, la faible stabilité chimique (nécessaire pour un faible PRG) exige une attention particulière en ce qui concerne la propreté, la sécheresse et l'évacuation du circuit frigorifique.

Fiches de données de sécurité

En plus du présent document, tenir compte de la fiche de données de sécurité (material safety data sheet, MSDS) correspondant à l'huile respective. La fiche donne des indications relatives à la toxicité, la manipulation, l'équipement de protection et l'élimination de l'huile. Les fiches de données de sécurité pour toutes les huiles BITZER sont disponibles sur demande.

Champs d'application

Huile	Convient e. a. pour fluides frigorigènes	Champ d'application			
		Refroidissement à $t_o \leq 25^\circ\text{C}$	Climatisation	Réfrigération à moyenne température	Réfrigération à basses températures
BSE32 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R134a R513A R1234yf	✓	✓	✓	(✓)
	R450A	✓	✓	✓	--
	R404A R448A R449A R452A R407A / F	--	(✓)	✓	✓
	R407C	--	✓	✓	--
	R507A	--	(✓)	✓	✓
BSE55 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R1234ze(E)	--	✓	✓	--
BSE55 t_c aussi $> 70^\circ\text{C}$	R134a R513A R1234yf	✓	✓	✓	(✓)
	R450A	✓	✓	✓	--
	R407C	--	✓	✓	--
	R410A	--	✓	✓	(✓)
BSE85K	R1234ze(E) à $t_o > 15^\circ\text{C}$ ou $t_c > 70^\circ\text{C}$. D'autres fluides frigorigènes: applications spéciales après consultation du service Applications BITZER.				

Tab. 2: Champs d'application des huiles polyolester (POE) pour les fluides frigorigènes HFC et HFO dans les compresseurs à piston BITZER. Voir aussi BITZER SOFTWARE pour les limites d'application.

t_o : température d'évaporation

t_c : température de condensation

(✓) : en accord avec le service Applications BITZER

Caractéristiques techniques

Huile	Type	Point d'éclair (°C)	Point d'écoulement (°C)	Densité (g/ml)			Viscosité cinématique (cSt)			Capacité thermique massique (kJ/kg*K)		Conductivité thermique (W/m*K)	
				à -30°C	à 15°C	à 100°C	à 20°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13

Tab. 3: Sommaire des données techniques des huiles pour machines frigorifiques BITZER.
La densité peut être interpolée linéairement entre les valeurs indiquées.

Limites de miscibilité BSE32

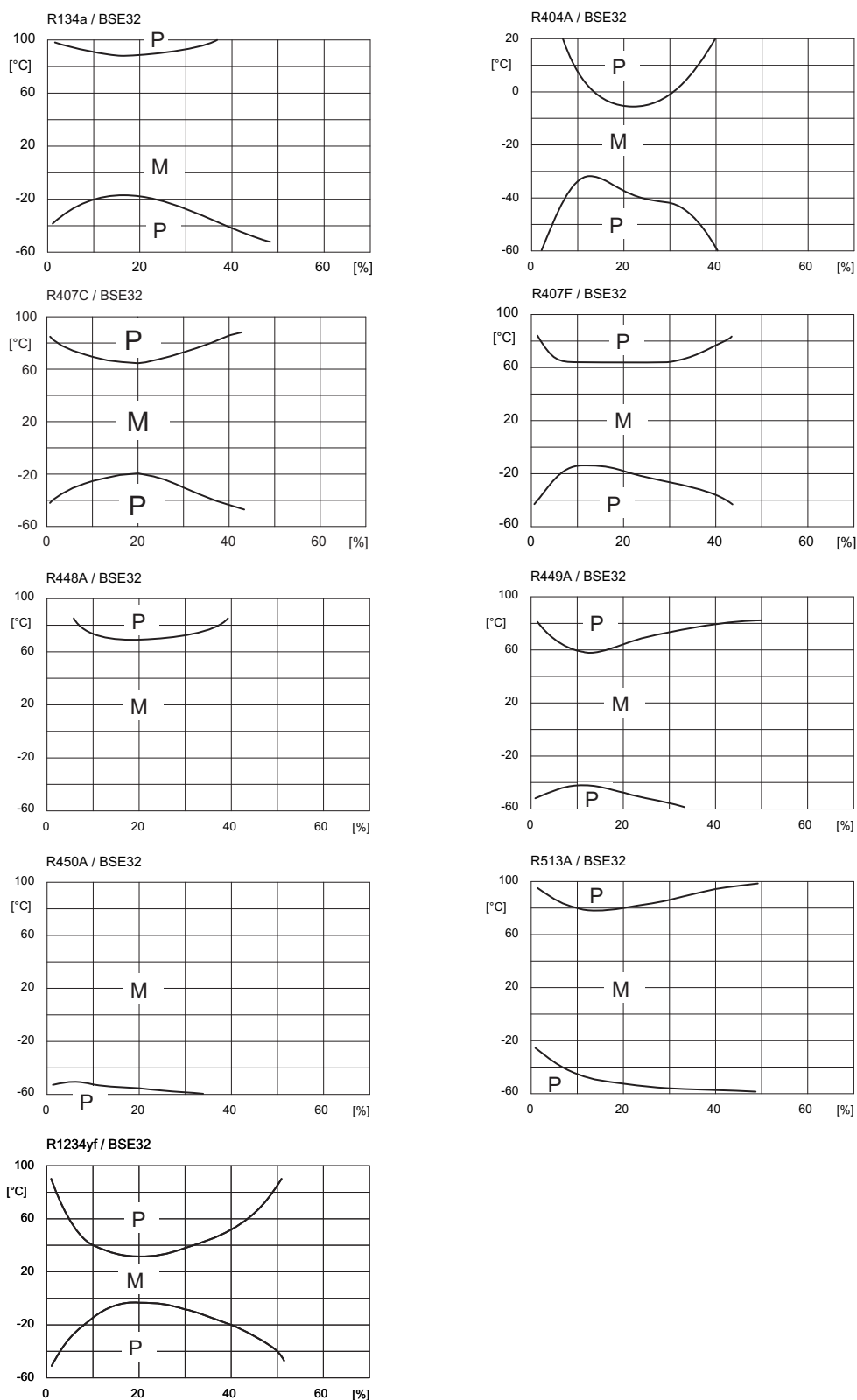


Fig. 2: Limites de miscibilité pour l'huile BSE32 : températures limites en fonction de la teneur en huile (fraction massique d'huile en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile).

M : plage de la miscibilité complète.

P : plage de la séparation de phases (lacune de miscibilité).

Limites de miscibilité BSE55

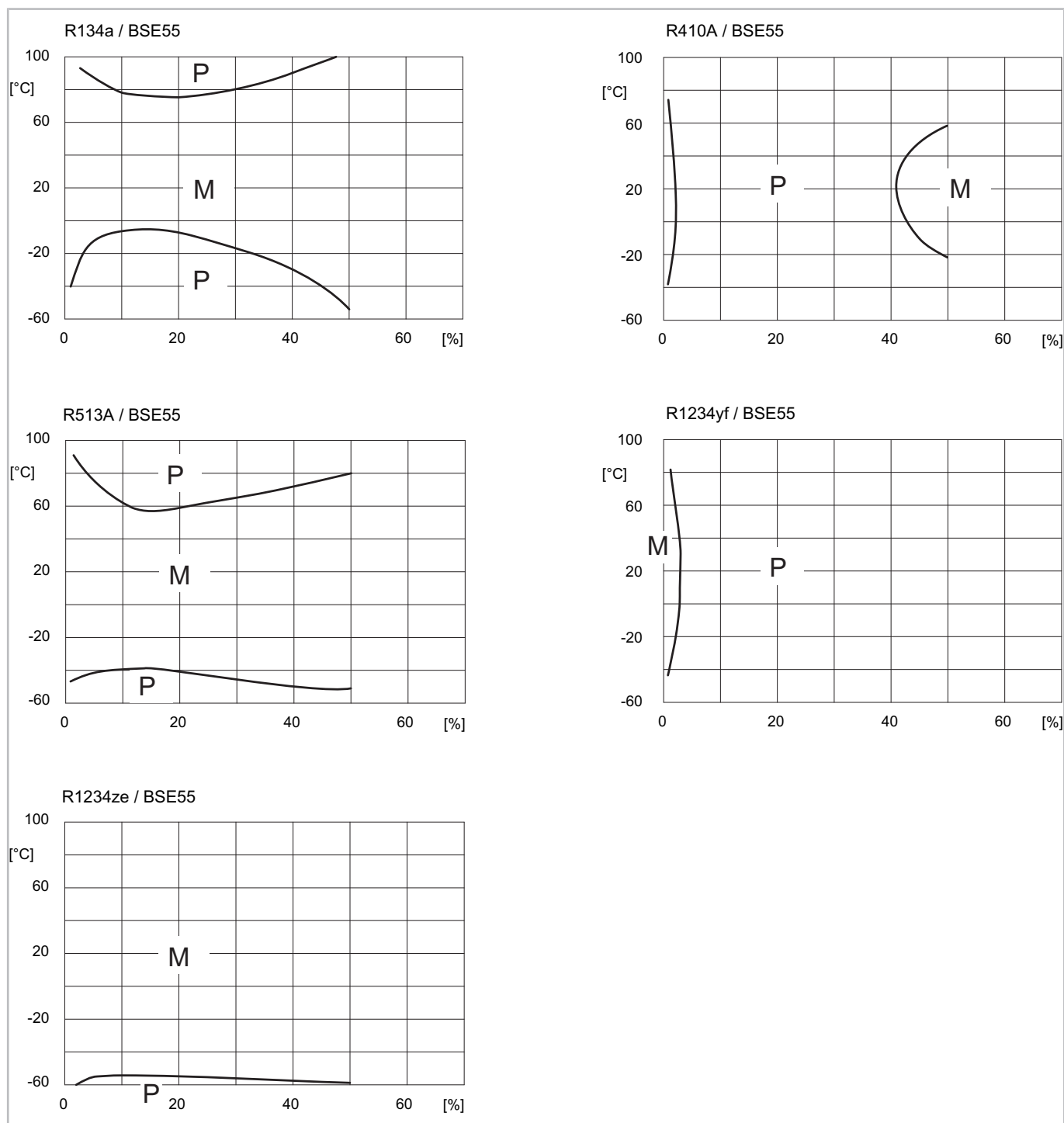


Fig. 3: Limites de miscibilité pour l'huile BSE55 : températures limites en fonction de la teneur en huile (fraction massique d'huile en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile).

M : plage de la miscibilité complète.

P : plage de la séparation de phases (lacune de miscibilité).

Solubilité des fluides frigorigènes dans BSE32

Les diagrammes suivants montrent la teneur en fluide frigorigène dans l'huile en fonction de la pression du fluide frigorigène et de la température de l'huile.

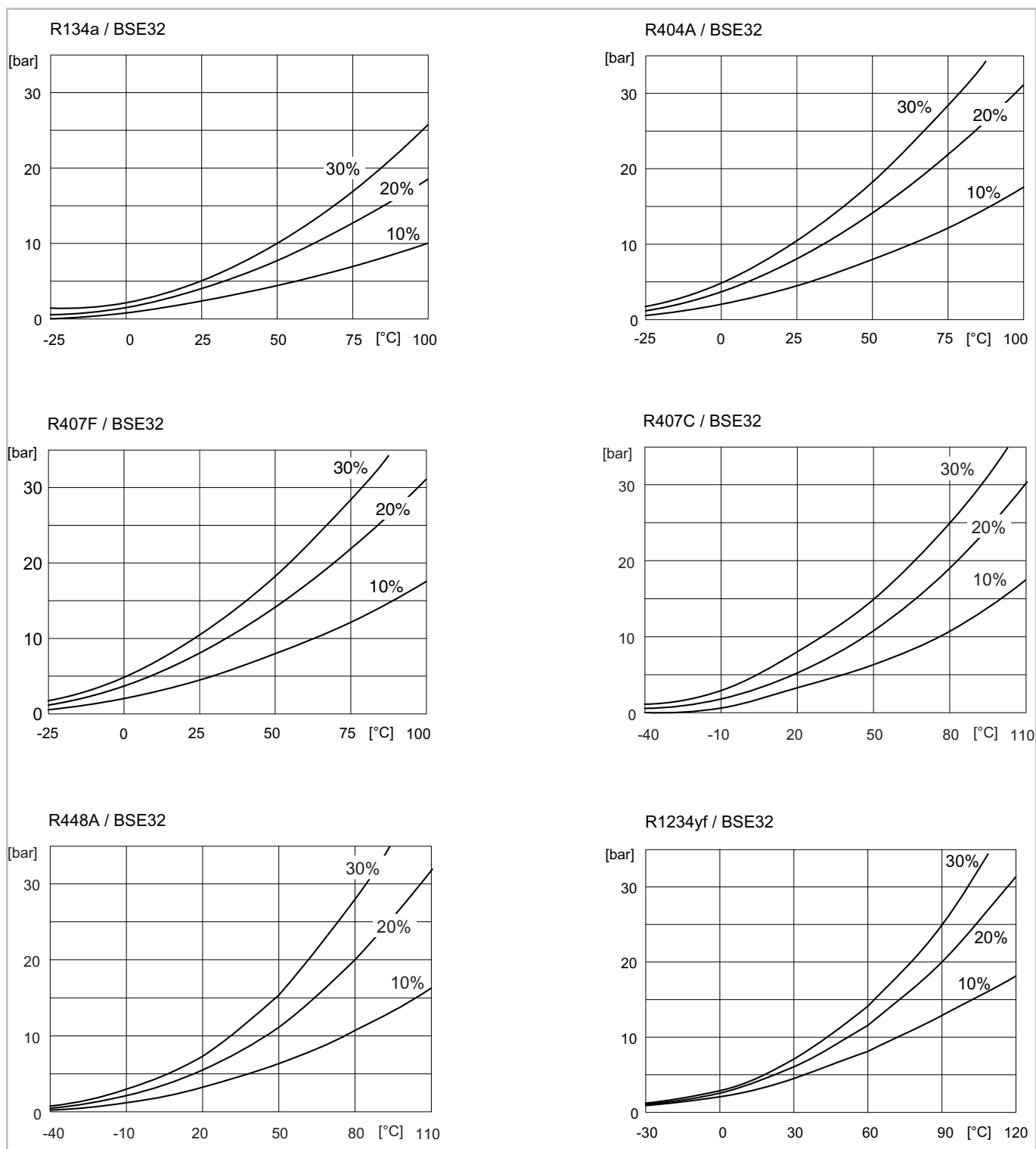


Fig. 4: Huile BSE32 : pression du fluide frigorigène en fonction de la température de l'huile et de la teneur en fluide frigorigène (fraction massique de fluide frigorigène en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile)

Solubilité des fluides frigorigènes dans BSE55

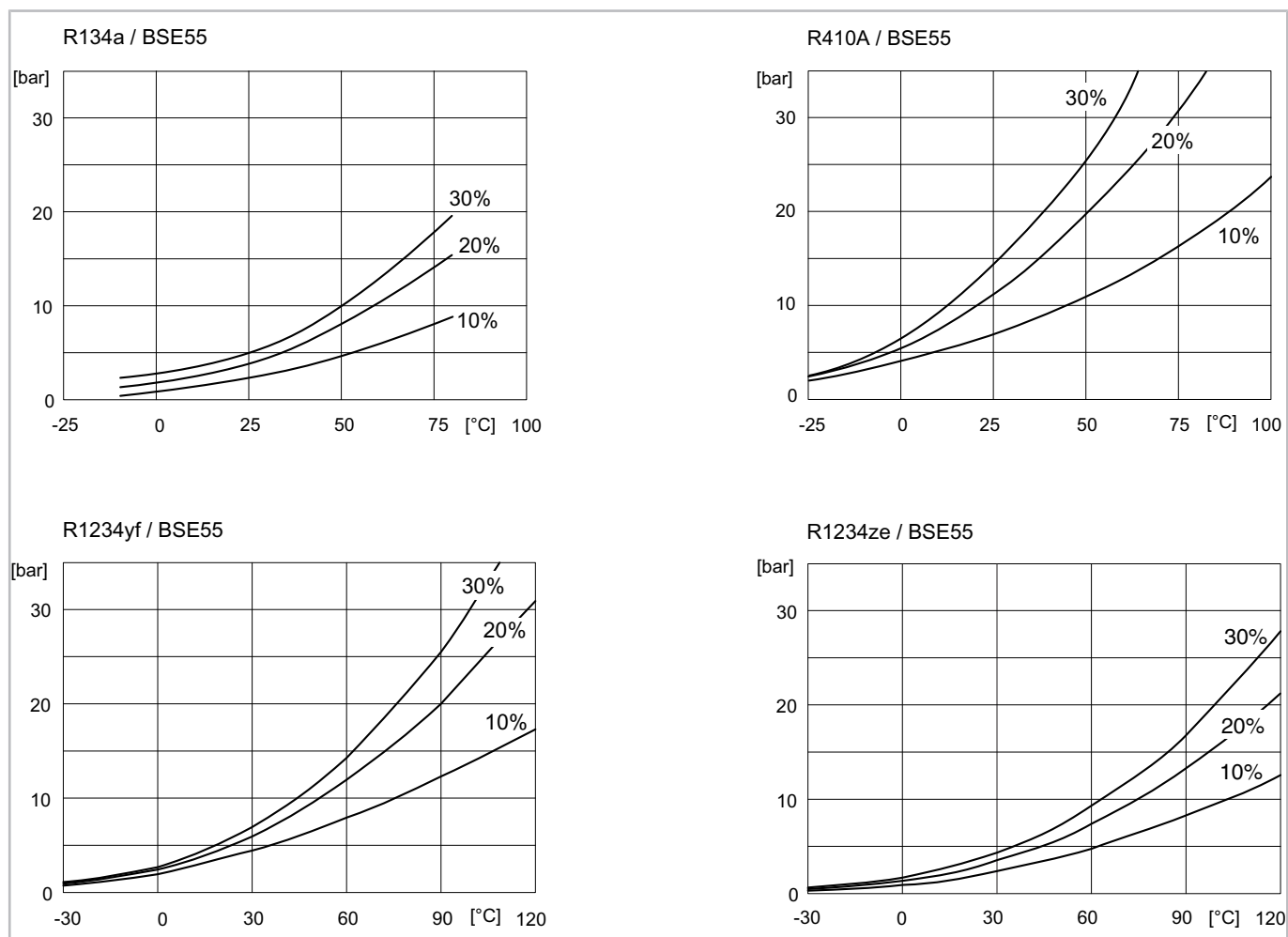


Fig. 5: Huile BSE55 : pression du fluide frigorigène en fonction de la température de l'huile et de la teneur en fluide frigorigène (fraction massique de fluide frigorigène en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile)

Valeurs limites pour les huiles usagées

Les huiles énumérées ci-dessous sont classées dans le groupe KD selon DIN 51503-1. Pour l'évaluation de l'huile usagée – par ex. en ce qui concerne la teneur en eau ou l'index de neutralisation – les valeurs indicatives de la norme DIN 51503-2, s'appliquent.

Huile	Viscosité cinématique à 40°C (DIN EN ISO3104)	Teneur en eau max. (DIN 51777)	Index de neutralisation (DIN ISO6618)
BSE32	En dehors de 27 .. 37 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g
BSE55	En dehors de 47 .. 63 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g
BSE85K	En dehors de 68 .. 92 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g

Tab. 4: Valeurs limites pour les huiles BITZER utilisées pour les fluides frigorigènes HFC et HFO.

(*) : cela correspond à $\pm 15\%$ de la valeur de l'huile neuve

Lors de l'utilisation de fluides frigorigènes A2L :



AVIS

Risque d'incendie !

L'huile usée contient une quantité relativement importante de fluide frigorigène dissous.

Emballer l'huile usée en toute sécurité. Éliminer de manière écologique.

Les hydrocarbures, par exemple le propane, le R290 ou le propène, le R1270 et les fluides frigorigènes inflammables à faible teneur en fluor, par exemple le R1234yf, se dissolvent très bien dans huile pour machines frigorifiques à température ambiante. Cela concerne également les mélanges de fluides frigorigènes contenant ces substances.

L'huile usée provenant de ces installations peut encore contenir des proportions relativement élevées de gaz inflammables dissous, même à la pression atmosphérique. Ces composants se dégazent.

Observer pour le stockage et le transport :

- ▶ Remplir l'huile usée dans des récipients résistant à la pression.
- ▶ Remplir les récipients avec de l'azote comme gaz protecteur et les fermer.
- ▶ Marquer les réservoirs, par exemple avec le signe d'avertissement "substance inflammable" W021 de la norme ISO7010.

Compatibilité avec les élastomères

Matériaux d'étanchéité recommandés par la littérature pour les huiles polyolester (POE) avec les fluides frigorigènes HFC et HFO :

- caoutchouc acrylonitrile-butadiène (NBR), teneur en nitrile >36%
- caoutchouc acrylonitrile-butadiène hydrogéné (HNBR), teneur en nitrile >36%
- caoutchouc éthylène-propylène-diène monomère (EPDM)

5 Huiles pour le fluide frigorigène R744 (CO₂)

Caractérisation des huiles

Huile	Type d'huile	Applications	Code sur le compresseur
BSE60K	Huile polyolester (POE)	Charge d'huile standard pour une application sous-critique (par ex. systèmes en cascade)	« K » (par ex. 4DSL-10K)
BSE85K	Huile polyolester (POE)	Charge d'huile standard pour une application transcritique, charge alternative pour une application sous-critique (par ex. systèmes booster)	« K » (par ex. 4FTE-30K)
BSG68K	Huile polyalkylène glycol (PAG)	Charge d'huile standard et nécessaire pour les applications à basse pression > 40 bar / haute pression > 120 bar, charge alternatif pour les compresseurs dans des systèmes booster sous-critiques et transcritiques par ex. avec des éjecteurs	« Z » (par ex. 4MTEU-10LZ)

Tab. 5: Huiles BITZER pour R744

Fiches de données de sécurité

En plus du présent document, tenir compte de la fiche de données de sécurité (material safety data sheet, MSDS) correspondant à l'huile respective. La fiche donne des indications relatives à la toxicité, la manipulation, l'équipement de protection et l'élimination de l'huile. Les fiches de données de sécurité pour toutes les huiles BITZER sont disponibles sur demande.

Champs d'application

Huile	Climatisation	Réfrigération à moyenne température	Réfrigération à basses températures
BSE60K	--	--	✓
BSE85K	(✓)	✓	✓
BSG68K	✓*	✓	✓

Tab. 6: Champs d'applications des huiles pour R744 dans les compresseurs à piston BITZER. Voir aussi BITZER SOFTWARE pour les limites d'application.

(✓) : en accord avec le service Applications BITZER

✓* : BSG68K est nécessaire pour les applications à basse pression > 40 bar / haute pression > 120 bar

Caractéristiques techniques

Huile	Type	Point d'éclair (°C)	Point d'écoulement (°C)	Densité (g/ml)			Viscosité cinématique (cSt)			Capacité thermique massique (kJ/kg*K)		Conductivité thermique (W/m*K)	
				à -30°C	à 15°C	à 100°C	à 20°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				

Tab. 7: Sommaire des données techniques des huiles pour machines frigorifiques BITZER.

La densité peut être interpolée linéairement entre les valeurs indiquées.

Limites de miscibilité

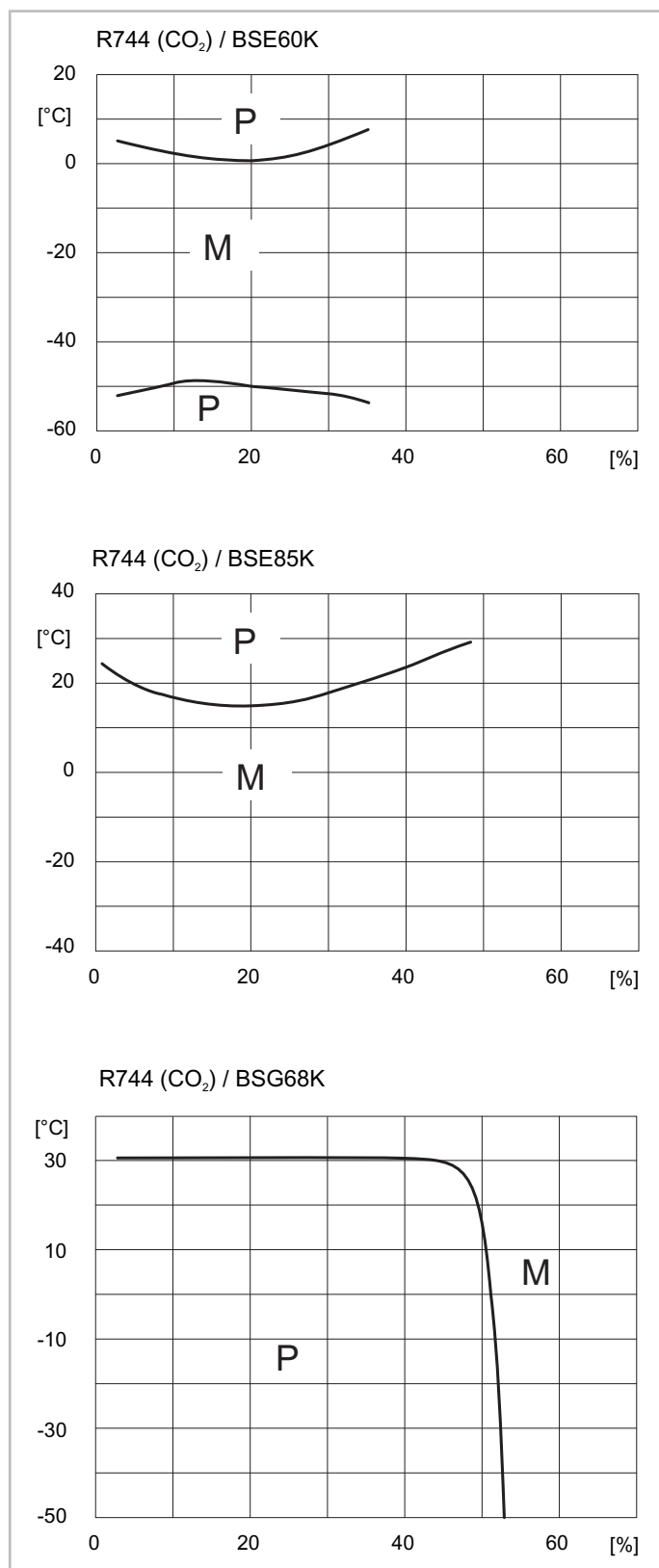


Fig. 6: Limites de miscibilité pour R744 : températures limites en fonction de la teneur en huile (fraction massique d'huile en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile).

M : plage de la miscibilité complète.

P : plage de la séparation de phases (lacune de miscibilité).

Solubilité du fluide frigorigène dans l'huile

Les diagrammes suivants montrent la teneur en fluide frigorigène dans l'huile en fonction de la pression du fluide frigorigène et de la température de l'huile.

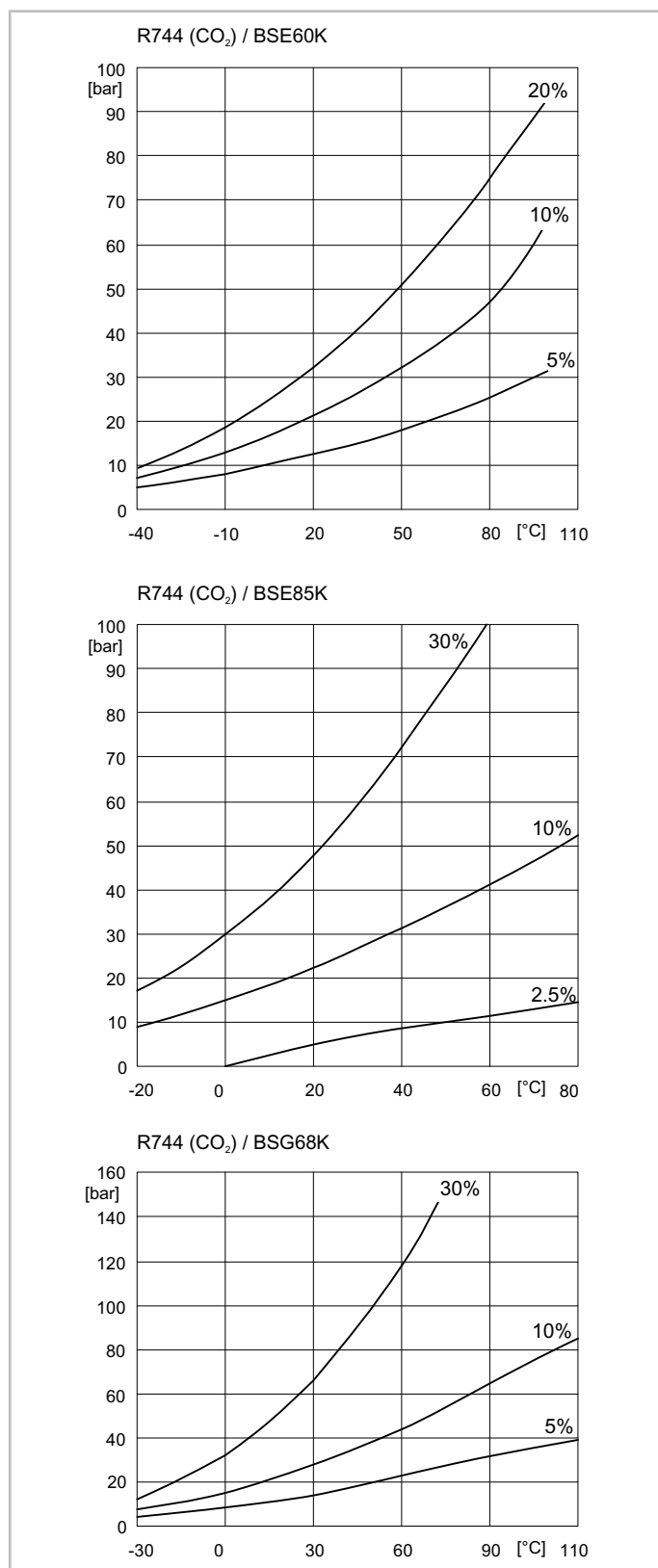


Fig. 7: Huiles pour R744 : pression du fluide frigorigène en fonction de la température de l'huile et de la teneur en fluide frigorigène (fraction massique de fluide frigorigène en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile)

Valeurs limites pour les huiles usagées

Les huiles énumérées ci-dessous sont classées dans le groupe KB selon DIN 51503-1. Pour l'évaluation de l'huile usagée – par ex. en ce qui concerne la teneur en eau ou l'index de neutralisation – les valeurs indicatives de la norme DIN 51503-2, s'appliquent.

Huile	Viscosité cinématique à 40°C (DIN EN ISO3104)	Teneur en eau max. (DIN 51777)	Index de neutralisation (DIN ISO6618)
BSE60K	En dehors de 47 .. 63 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g
BSE85K	En dehors de 68 .. 92 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g
BSG68K	En dehors de 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g

Tab. 8: Valeurs limites pour les huiles BITZER usagées pour R744.

(*) : cela correspond à $\pm 15\%$ de la valeur de l'huile neuve

Compatibilité avec les élastomères

Matériaux d'étanchéité recommandés par la littérature pour les huiles polyolester (POE) et les huiles polyalkylène glycol (PAG) avec R744 :

- caoutchouc acrylonitrile-butadiène hydrogéné (HNBR), teneur en nitrile >36%
- caoutchouc éthylène-propylène-diène monomère (EPDM)
- caoutchouc fluoré (FKM)

6 Huiles pour les fluides frigorigènes hydrocarbonés (R290, R600a, etc.)

Caractérisation des huiles

Huile	Type d'huile	Applications	Code sur le compresseur
BSG68K	Huile polyalkylène glycol (PAG)	Charge d'huile standard	« Z » (par ex. 4VESP-10Z)
SHC226E	Huile polyalphaoléfine (PAO)	Option	« P » (par ex. 4VESP-10P)

Tab. 9: Huiles BITZER pour les fluides frigorigènes hydrocarbonés

Fiches de données de sécurité

En plus du présent document, tenir compte de la fiche de données de sécurité (material safety data sheet, MSDS) correspondant à l'huile respective. La fiche donne des indications relatives à la toxicité, la manipulation, l'équipement de protection et l'élimination de l'huile. Les fiches de données de sécurité pour toutes les huiles BITZER sont disponibles sur demande.

Champs d'application



DANGER

Risque d'explosion et, par conséquent, danger de mort en cas de sortie du fluide frigorigène à proximité d'une source d'inflammation !

Le fluide frigorigène peut s'enflammer et, en fonction de la concentration dans l'air, former également une atmosphère explosive !

Éviter toute flamme nue ou source d'inflammation dans la salle des machines ou la zone de danger !

Dû à la solubilité particulièrement élevée des fluides frigorigènes de la classe de sécurité A3 (par ex. R290, propane) dans les huiles conventionnelles, les compresseurs BITZER sont remplis d'huiles spéciales présentant un indice de viscosité élevé et des caractéristiques tribologiques particulièrement bonnes.

En vue de la solubilité, il y a des exigences spéciales concernant la conception, le mode de service et la commande du compresseur et de l'installation. Une surchauffe insuffisante pendant le fonctionnement et un chauffage insuffisant de l'huile dans le compresseur ou dans le séparateur d'huile à l'arrêt entraînent une forte réduction de la viscosité de l'huile dans le compresseur. Les conséquences sont une réduction de la puissance, une forte usure au niveau des pièces du mécanisme d'entraînement, une éjection d'huile élevée et la formation de mousse. Protéger le compresseur contre un « fonctionnement en noyé » et assurer une surchauffe du gaz d'aspiration suffisante. Pour le bon fonctionnement en hiver et en été, la température du gaz de refoulement des compresseurs à piston doit être supérieure d'au moins 20 K et celle des compresseurs à vis compacts d'au moins 30 K à la température de condensation.

- Éviter les basses températures d'huile et une pression d'arrêt élevée côté aspiration ; un réchauffeur d'huile est indispensable, si nécessaire, prévoir en plus une commande par pump down.
- Éviter les changements rapides de la pression de condensation – risque d'une forte formation de mousse dans le compresseur ou le séparateur d'huile !

Informations supplémentaires sur l'utilisation de R290 dans les compresseurs hermétiques accessibles :

- AT-660 : Application de R290 et R1270, fluides frigorigènes A3

Caractéristiques techniques

Huile	Type	Point d'éclair (°C)	Point d'écoulement (°C)	Densité (g/ml)			Viscosité cinématique (cSt)			Capacité thermique massique (kJ/kg*K)		Conductivité thermique (W/m*K)	
				à -30°C	à 15°C	à 100°C	à 20°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				
SHC2 26E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14

Tab. 10: Sommaire des données techniques des huiles pour machines frigorifiques BITZER.
La densité peut être interpolée linéairement entre les valeurs indiquées.

Limites de miscibilité

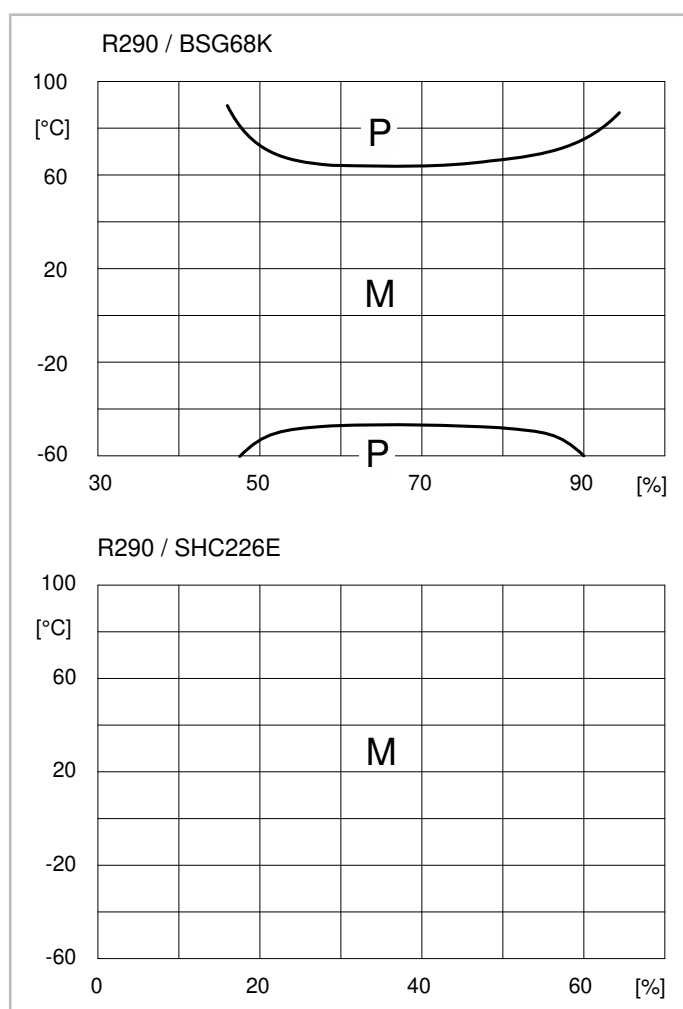


Fig. 8: Limites de miscibilité pour R290 : températures limites en fonction de la teneur en huile (fraction massique d'huile en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile).

M : plage de la miscibilité complète.

P : plage de la séparation de phases (lacune de miscibilité).

Solubilité du fluide frigorigène dans l'huile

Les diagrammes suivants montrent la teneur en fluide frigorigène dans l'huile en fonction de la pression du fluide frigorigène et de la température de l'huile.

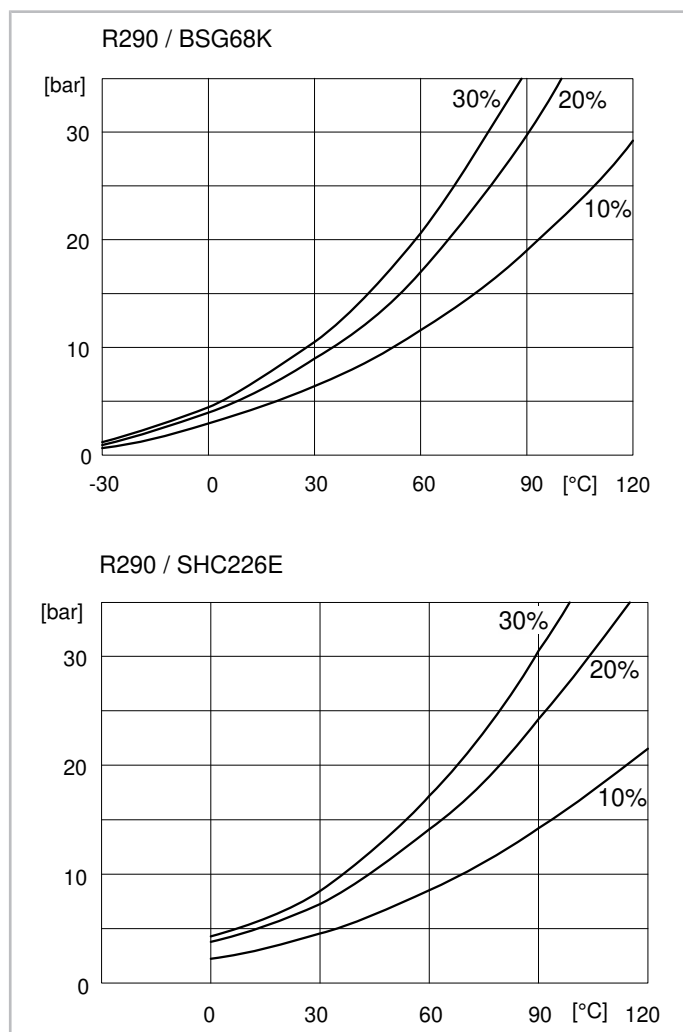


Fig. 9: Huiles pour R290 : pression du fluide frigorigène en fonction de la température de l'huile et de la teneur en fluide frigorigène (fraction massique de fluide frigorigène en % dans le mélange de fluide frigorigène et d'huile)

Valeurs limites pour les huiles usagées

Les huiles énumérées ci-dessous sont classées dans le groupe KE selon DIN 51503-1. Pour l'évaluation de l'huile usagée – par ex. en ce qui concerne la teneur en eau ou l'index de neutralisation – les valeurs indicatives de la norme DIN 51503-2, s'appliquent.

Huile	Viscosité cinématique à 40°C (DIN EN ISO3104)	Teneur en eau max. (DIN 51777)	Index de neutralisation (DIN ISO6618)
BSG68K	En dehors de 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g
SHC226E	En dehors de 57 .. 76 cSt (*)	80 mg H ₂ O/kg d'huile	0,2 mg KOH/g

Tab. 11: Valeurs limites pour les huiles BITZER usagées pour R290.

(*) : cela correspond à $\pm 15\%$ de la valeur de l'huile neuve

Pour les travaux de maintenance, il faut impérativement tenir compte des consignes suivantes :



AVIS

Risque de formation d'étincelles causé par des opérations de commutation intempestives ou la surchauffe du réchauffeur d'huile lors du remplacement de l'huile.

Avant d'intervenir dans le circuit frigorifique, couper l'alimentation en courant au niveau de l'interrupteur principal !

Respecter les prescriptions spéciales relatives au stockage et au transport de gaz inflammables.

Toujours mettre en circuit la ventilation de la salle lors de travaux de maintenance à l'intérieur !



AVIS

Risque de formation d'étincelles, lors d'une décharge électrostatique.

Prendre des mesures contre le chargement électrostatique de composants non métalliques, outils, équipements auxiliaires et vêtements ! Par exemple : Porter des vêtements appropriés antistatiques, utiliser des outils sans risque de formation d'étincelles. Le cas échéant, réaliser une mise à la terre supplémentaire des pièces conductrices.



AVIS

Risque d'incendie !

L'huile usée contient une quantité relativement importante de fluide frigorigène dissous.

Emballer l'huile usée en toute sécurité. Éliminer de manière écologique.

Les hydrocarbures, par exemple le propane, le R290 ou le propène, le R1270 et les fluides frigorigènes inflammables à faible teneur en fluor, par exemple le R1234yf, se dissolvent très bien dans l'huile pour machines frigorifiques à température ambiante. Cela concerne également les mélanges de fluides frigorigènes contenant ces substances.

L'huile usée provenant de ces installations peut encore contenir des proportions relativement élevées de gaz inflammables dissous, même à la pression atmosphérique. Ces composants se dégazent.

Observer pour le stockage et le transport :

- Remplir l'huile usée dans des récipients résistant à la pression.
- Remplir les récipients avec de l'azote comme gaz protecteur et les fermer.
- Marquer les réservoirs, par exemple avec le signe d'avertissement "substance inflammable" W021 de la norme ISO7010.

Compatibilité avec les élastomères

Matériaux d'étanchéité recommandés par la littérature pour les huiles polyalkylène glycol (PAG) et les huiles poly-alphaoléfiniques (PAO) avec les fluides frigorigènes hydrocarbonés :

- caoutchouc chloroprène-butadiène (CR), par ex. néoprène
- caoutchouc acrylonitrile-butadiène (NBR), teneur en nitrile >36%

- caoutchouc acrylonitrile-butadiène hydrogéné (HNBR), teneur en nitrile >36%
- caoutchouc fluoré (FKM)

7 Huiles pour le fluide frigorigène R717 (NH₃)

Les huiles pour le fluide frigorigène R717 (NH₃) pour compresseurs ouverts BITZER sont décrites dans l' Information Technique *AT-640* (chapitre " Application ranges and oils ").

8 Sommaire des huiles pour machines frigorifiques BITZER

Huile	Type	Point d'éclair (°C)	Point d'écoulement (°C)	Densité (g/ml)			Viscosité cinématique (cSt)			Capacité thermique massique (kJ/kg*K)		Conductivité thermique (W/m*K)	
				à -30°C	à 15°C	à 100°C	à 20°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSE1 70	POE	260	-27	1,002	0,970	0,915	649	170	18	1,92	2,03	0,13	0,13
BSE1 70L	POE	246	-39	0,998	0,966	0,915	305	97	11	1,92	2,06	0,14	0,13
B320 SH/ B320 SX	Complex-Ester	258	-42	1,052	1,016	0,958	993	310	32	1,68	1,85	0,12	0,12
B-CE50 0	Complex-Ester	221	-33	0,983	0,950	0,898	1611	500	51	2,11	2,35	0,17	0,16
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				
B-PAG1 00	PAG	228	-45	1,036	0,999	0,936	272	100	18,1	1,81	2,04	0,149	0,142
B-PAG2 20	PAG	240	-42	1,031	0,997	0,934		223	37,5	1,84	2,06	0,15	0,15
SHC2 26E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14
SHC2 30	PAO	260	-39		0,85			220	25				

Huile	Type	Point d'éclair (°C)	Point d'écoulement (°C)	Densité (g/ml)			Viscosité cinématique (cSt)			Capacité thermique massique (kJ/kg*K)		Conductivité thermique (W/m*K)	
				à -30°C	à 15°C	à 100°C	à 20°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C	à 40°C	à 100°C
BVC3 2	PVE	178	-48	0,957	0,925	0,866	100	32	5	2,01	2,14	0,13	
Reniso KM32	MO	202	-45		0,881	0,83	92,5	32	4,9	1,95	2,17	0,13	0,13
Reniso KS46	MO	204	-42		0,894	0,841	152	46	5,8	1,94	2,16	0,13	0,13
Reniso KC68	MO	223	-39		0,894	0,846		68	7,2	1,93	2,17	0,12	0,12
Reflo 68A	MO	236	-42		0,866			58	7,9	1,96	2,17	0,13	0,13
Reniso Ultra-Cool 68	PAO / SC	250	-48		0,854	0,808		62	9,1	2,07	2,28	0,14	0,14

Tab. 12: Sommaire des données techniques des huiles pour machines frigorifiques BITZER.

La densité peut être interpolée linéairement entre les valeurs indiquées.

Índice de contenidos

1	Introducción.....	71
2	Seguridad.....	71
3	Propiedades de los aceites para sistemas frigoríficos	73
4	Aceites para refrigerantes HFC y HFO	74
5	Aceites para refrigerantes R744 (CO ₂)	82
6	Aceites para refrigerantes hidrocarburos (R290,R600a, etc.).....	87
7	Aceites para refrigerantes R717 (NH ₃).....	91
8	Resumen aceites para sistemas frigoríficos BITZER	91

1 Introducción

Los compresores de BITZER se cargan con aceite para sistemas frigoríficos de alta calidad de acuerdo con el refrigerante utilizado. Estos aceites de BITZER están sujetos a la gestión de calidad de BITZER y han sido optimizados especialmente para los compresores. La compatibilidad química que también existe con los materiales de construcción modernos y los nuevos refrigerantes ha sido confirmada mediante la realización de pruebas exhaustivas. Los aceites ofrecen unas propiedades de lubricación muy buenas y un buen comportamiento de la viscosidad.

De forma adicional a este documento deben tenerse en cuenta las instrucciones de operación del compresor.

2 Seguridad

Personal especializado autorizado

Todos los trabajos en los productos y en las instalaciones en las que estos están instalados o se instalarán sólo pueden ser realizados por personal especializado que haya sido formado e instruido en todos los trabajos. Para la cualificación y competencia del personal especializado se aplican las normas y directivas nacionales.

Riesgos residuales

Los productos, accesorios electrónicos y demás componentes pueden causar riesgos residuales inevitables. ¡Todas las personas que trabajan en un aparato deben leer las instrucciones de operación pertinentes! La observación de las siguientes normas es obligatoria:

- las disposiciones y normas de seguridad pertinentes,
- las reglas de seguridad generalmente reconocidas,
- las directivas de la UE,
- las disposiciones y normas de seguridad nacionales.

Dependiendo del país, se aplican distintas normas a la hora de instalar el producto, por ejemplo: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, normas UL.

Equipo de protección individual

Siempre cuando se efectúan trabajos en instalaciones y sus componentes: Llevar zapatos de seguridad, ropa protectora y gafas protectoras. Adicionalmente llevar guantes con aislamiento térmico cuando se trabaja en el circuito de refrigeración abierto y en componentes que contengan refrigerante.



Fig. 1: ¡Llevar equipo de protección individual!

Indicaciones de seguridad

Las indicaciones de seguridad son instrucciones para evitar riesgos. ¡Es imprescindible observar las indicaciones de seguridad estrictamente!



AVISO

Indicación de seguridad para evitar una situación que podría provocar daños en un dispositivo o en su equipo.



ATENCIÓN

Indicación de seguridad para evitar una situación potencialmente peligrosa que podría provocar una lesión leve o moderada.



ADVERTENCIA

Indicación de seguridad para evitar una situación potencialmente peligrosa que podría provocar la muerte o una lesión grave.



PELIGRO

Indicación de seguridad para evitar un peligro inminente que podría provocar la muerte o una lesión grave.

Información general sobre los aceites para sistemas frigoríficos:



ATENCIÓN

Los aceites pueden ser nocivos para la salud.

Tenga en cuenta las precauciones habituales para la manipulación de aceites minerales y productos químicos, así como las buenas prácticas de higiene industrial.



- ▶ Debe asegurarse una ventilación suficiente
- ▶ Evitar la formación de aerosoles
- ▶ Evitar el contacto con la piel
- ▶ Utilizar el equipo de protección individual prescrito (véase la ficha de datos de seguridad correspondiente)
- ▶ Durante la manipulación del aceite está prohibido comer, beber o fumar
- ▶ No calentar el aceite a temperaturas próximas al punto de inflamación

Medidas de primeros auxilios

- ▶ La ropa y el calzado que estén impregnados de producto o estén sucios deben cambiarse
- ▶ En caso de contacto con la piel, lavar las manos de forma cuidadosa con agua y jabón
- ▶ En caso de contacto con los ojos, enjuagar los ojos inmediatamente con agua abundante
- ▶ En caso de ingestión, enjuagar la boca muy bien y, en caso necesario, acudir a un médico
- ▶ Si las molestias persisten, consultar un médico



AVISO

Peligro de incendio!

El aceite usado contiene una cantidad relativamente alta de refrigerante disuelto.

El aceite usado debe embalsarse de forma segura. Debe eliminarse de manera respetuosa con el medio ambiente.

Los hidrocarburos, por ejemplo el propano, R290 o el propeno, R1270 y los refrigerantes inflamables de bajo contenido en flúor, por ejemplo el R1234yf, se disuelven muy bien en el aceite de la máquina frigorífica a temperatura ambiente. Esto también se aplica a las mezclas de refrigerantes que contienen estas sustancias.

El aceite usado de estas plantas puede contener proporciones relativamente altas de gases inflamables disueltos incluso a presión atmosférica. Estos componentes se desgasifican.

A tener en cuenta para el almacenamiento y el transporte:

- ▶ El aceite usado debe cargarse en recipientes resistentes a la presión.
- ▶ Los recipientes deben cargarse con nitrógeno como gas protector y deben cerrarse.
- ▶ Los recipientes deben identificarse, p. ej. con la señal de aviso "Sustancia inflamable" W021 de la norma ISO7010.



ATENCIÓN

Los aceites pueden ser nocivos para el medio ambiente o peligrosos para el agua.



Debe evitarse que los aceites se viertan al medio ambiente de forma descontrolada, en particular a la red de alcantarillado, las aguas superficiales o las aguas subterráneas.

Deben desecharse de forma adecuada como residuos especiales y, en caso necesario, deben tenerse en cuenta las prescripciones nacionales y locales correspondientes.

Fichas de datos de seguridad

Además de este documento, debe tenerse en cuenta la ficha de datos de seguridad (material safety data sheet, MSDS) del aceite correspondiente. Contiene información sobre la toxicidad, la manipulación, el equipo de protección individual y el desecho del aceite. Las fichas de datos de seguridad para todos los aceites de BITZER están disponibles [bajo solicitud](#).

Para la realización de trabajos en la instalación frigorífica:



ATENCIÓN

Temperaturas superficiales superiores a 60°C o inferiores a 0°C.

Riesgo de quemaduras o congelación.



Cierre las zonas accesibles e identifíquelas.

Antes de realizar trabajos en el compresor: desconéctelo y deje que se enfríe o caliente.

¡Es imprescindible observar las notas y los peligros residuales en las instrucciones de operación junto con las indicaciones de seguridad mencionadas en este documento!

3 Propiedades de los aceites para sistemas frigoríficos

Los aceites para sistemas frigoríficos no solo deben lubricar las piezas móviles del compresor, sino que también deben sellar la cámara de compresión y las válvulas y disipar el calor, dependiendo del diseño y del circuito. Para garantizar la circulación y el retorno del aceite desde la instalación y evitar la falta de aceite, el aceite debe poder mezclarse de manera suficiente con el refrigerante correspondiente (excepción: R717 - amoníaco, véase la información técnica [AT-640](#)). Una separación de fases puede provocar fallos, p. ej. en el evaporador, el colector y el intercambiador de calor. Otro parámetro importante es la viscosidad en todo el rango de temperatura: El aceite debe ser suficientemente viscoso en el compresor, pero en la parte fría de la instalación aún debe ser suficientemente fluido. Además, el aceite debe ser resistente al envejecimiento, así como térmica y químicamente estable.



AVISO

Un aceite con alto contenido de agua (humedad), puede dañar el compresor y la instalación frigorífica.

Evitar la entrada de aire en la instalación y la lata de aceite.

Utilice solo latas de aceite originales selladas. Una vez abiertas, deben cerrarse bien y el contenido usarse lo antes posible.

Para aceites usados: Tenga en cuenta los valores críticos de contenido de agua (humedad).

El agua en el circuito de refrigerante puede provocar corrosión y la congelación de la válvula de expansión, perjudica la capacidad de lubricación y la estabilidad de los aceites. Además, el agua reacciona con algunos refrigerantes (p. ej. CO₂) o aceites (p. ej. aceite de éster) dando lugar a la formación de ácido. El ácido ataca a su vez a las superficies metálicas y el agua ya no puede retirarse mediante vacío. Debe procederse con especial cuidado con los aceites de polialquilenoglicol (PAG), los aceites de poliviniléter (PVE) y los aceites de polioléster (POE): Son altamente higroscópicos, es decir, que absorben agua del aire ambiente. Esta agua se disuelve en el aceite y, por lo tanto, no puede detectarse visualmente.

4 Aceites para refrigerantes HFC y HFO

Los compresores BITZER se cargan con aceite polioléster de alta calidad para el empleo con refrigerantes HFC y HFO sin cloro (R134a, R404A, R407A/C/F, R507A, R1234yf, R513A, R450A, etc.). En estos casos, la designación de tipo de compresor contiene la letra "Y". Los aceites polioléster BITZER superan significativamente los requisitos para compresores de refrigeración de la norma DIN51503, parte 1, respecto al número de neutralización (TAN) y contenido de agua. Se mezclan bien con los refrigerantes HFC y HFO y por ello se adaptan de forma excelente para el funcionamiento con estas sustancias.

Descripción de los aceites

Aceite	Tipo de aceite	Aplicaciones	Identificación en el compresor
BSE32	Aceite polioléster (POE)	Carga de aceite estándar	"Y" (p. ej. 2CES-4Y)
BSE55	Aceite polioléster (POE)	Carga opcional para temperaturas de condensación $t_c > 70^\circ\text{C}$ (disponible para muchos compresores)	"Y" (p. ej. 2CES-4Y)
BSE85K	Aceite polioléster (POE)	Carga de aceite para aplicaciones especiales	"Y" (p. ej. 2CES-4Y)

Tabla 1: Aceites de BITZER para refrigerantes HFC y HFO en los compresores de pistón

Carga inicial solo con aceites originales



AVISO

Pueden producirse daños en el compresor.

Los aceites de polioléster de BITZER son obligatorios durante el tiempo de rodaje del compresor. Utilizar solo estos aceites durante la carga inicial.

Los aceites de polioléster de BITZER se caracterizan por tener unas propiedades tribológicas especiales y en parte tienen aditivos antidesgaste especiales que aumentan la vida útil del compresor. El empleo de aceites alternativos, aunque las propiedades de estos se asemejen a las de la carga original, solo es posible si el usuario corre con la responsabilidad. La mezcla con el aceite original se puede realizar dentro del grupo de viscosidad correspondiente, siempre que se cuente con la correspondiente experiencia propia o equivalente para el caso de aplicación en cuestión. En general, la mezcla de diferentes tipos de aceite puede provocar que las propiedades de los aceites se modifiquen negativamente. Los requisitos básicos para el empleo de aceites alternativos son una calidad del producto garantizada por el fabricante o el proveedor y unos valores de humedad garantizados $< 50 \text{ ppm}$.

BITZER solo utilizará sus aceites poliolester durante los complejos test de compatibilidad con nuevos materiales y refrigerantes. En caso de cambios de material en los productos, solo los aceites de poliolester BITZER serán incluidos en las pruebas.

Refrigerantes de GWP bajo: mayores requisitos para las instalaciones

Muchas mezclas de refrigerante con un potencial de calentamiento global (GWP) bajo, como R448A, R449A, R450A, R452A y R513A, contienen los compuestos insaturados R1234yf y R1234ze(E). Parte de estos tienen una solubilidad alta en el aceite y dan lugar a una reducción significativa de la viscosidad. Por lo tanto, es necesario asegurar que se produzca un sobrecalentamiento suficiente. Además, la estabilidad química baja (deseada para un GWP bajo) requiere un cuidado especial en cuanto a la limpieza, la sequedad y la evacuación del circuito de refrigerante.

Fichas de datos de seguridad

Además de este documento, debe tenerse en cuenta la ficha de datos de seguridad (material safety data sheet, MSDS) del aceite correspondiente. Contiene información sobre la toxicidad, la manipulación, el equipo de protección individual y el desecho del aceite. Las fichas de datos de seguridad para todos los aceites de BITZER están disponibles [bajo solicitud](#).

Campos de aplicación

Aceite	Adecuado, entre otros, para los refrigerantes	Campo de aplicación			
		Refrigeración con $t_o \leq 25\text{ °C}$	Climatización	Refrigeración normal	Refrigeración a baja temperatura
BSE32 $t_c \leq 70\text{ °C}$	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
	R1234yf				
	R450A	✓	✓	✓	--
	R404A				
	R448A				
	R449A	--	(✓)	✓	✓
BSE55 $t_c \leq 70\text{ °C}$	R452A				
	R407A / F				
	R407C	--	✓	✓	--
BSE55 $t_c \text{ incluso } > 70\text{ °C}$	R507A	--	(✓)	✓	✓
	R1234ze(E)	--	✓	✓	--
	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
BSE85K	R1234yf				
	R450A	✓	✓	✓	--
	R407C	--	✓	✓	--
BSE85K	R410A	--	✓	✓	(✓)
	R1234ze(E) con $t_o > 15\text{ °C}$ o $t_c > 70\text{ °C}$. Para los demás refrigerantes: Aplicación especial tras consultar al departamento de ingeniería de aplicaciones BITZER.				

Tabla 2: Campos de aplicación para los aceites de polioléster (POE) para refrigerantes HFC y HFO en los compresores de pistón de BITZER. Para consultar los límites de aplicación, véase también el BITZER SOFTWARE.

t_o : Temperatura de evaporación

t_c : Temperatura de condensación

(✓): De conformidad con el departamento de ingeniería de aplicaciones de BITZER

Datos técnicos

Aceite	Tipo	Punto de inflamación (°C)	Punto de fluidez (°C)	Densidad (g/ml)			Viscosidad cinemática (cSt)			Capacidad de calor específico (kJ/kg*K)		Conductividad térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13

Tabla 3: Resumen de los datos técnicos de los aceites para sistemas frigoríficos BITZER.
La densidad puede interpolarse linealmente entre los valores especificados.

Límites de miscibilidad del BSE32

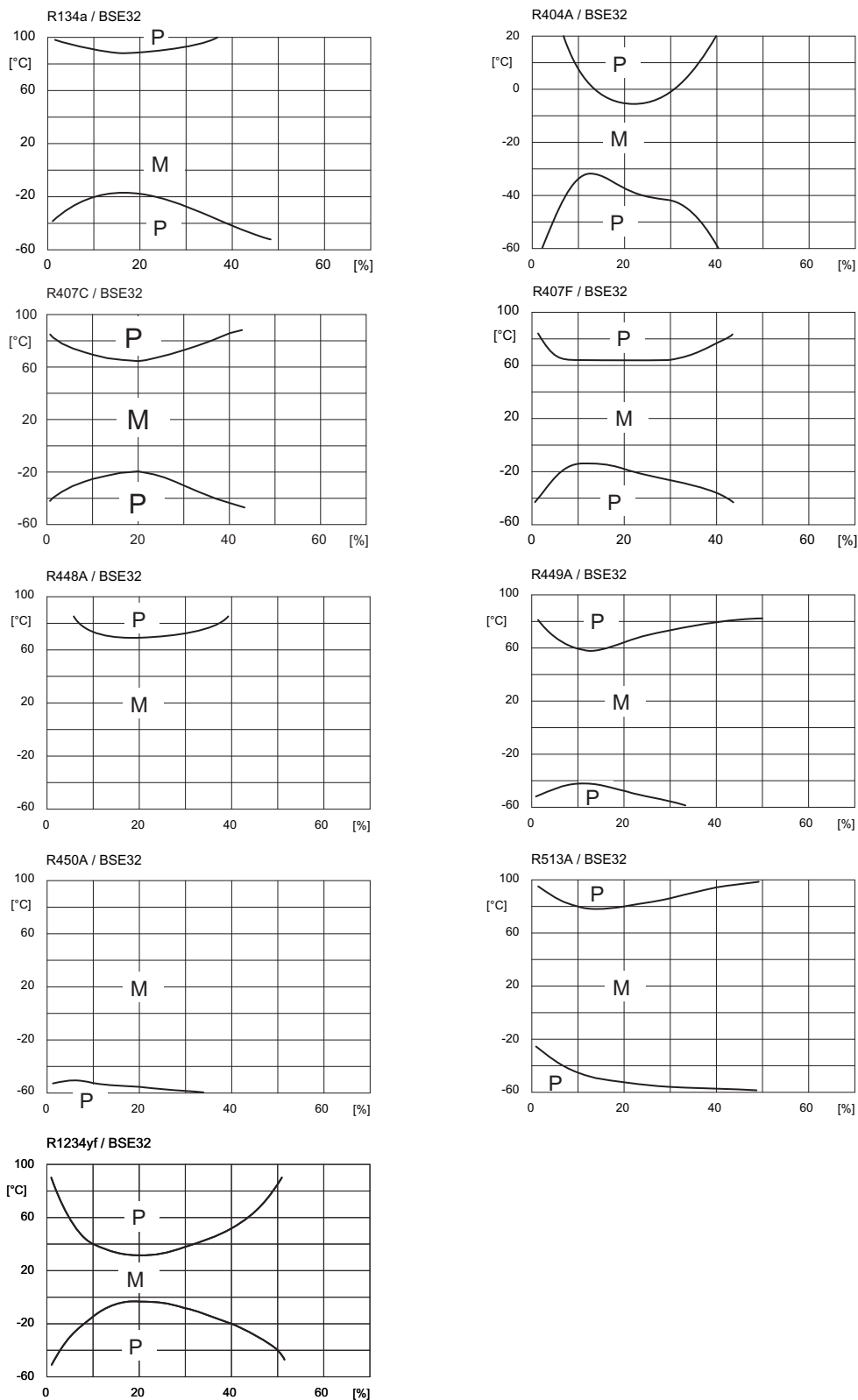


Fig. 2: Límites de miscibilidad para el aceite BSE32: Temperaturas límite en función de la proporción de aceite (proporción de masa de aceite en % en la mezcla de refrigerante y aceite).

M: Rango de la miscibilidad completa.

P: Rango de la separación de fases (falta de miscibilidad).

Límites de miscibilidad del BSE55

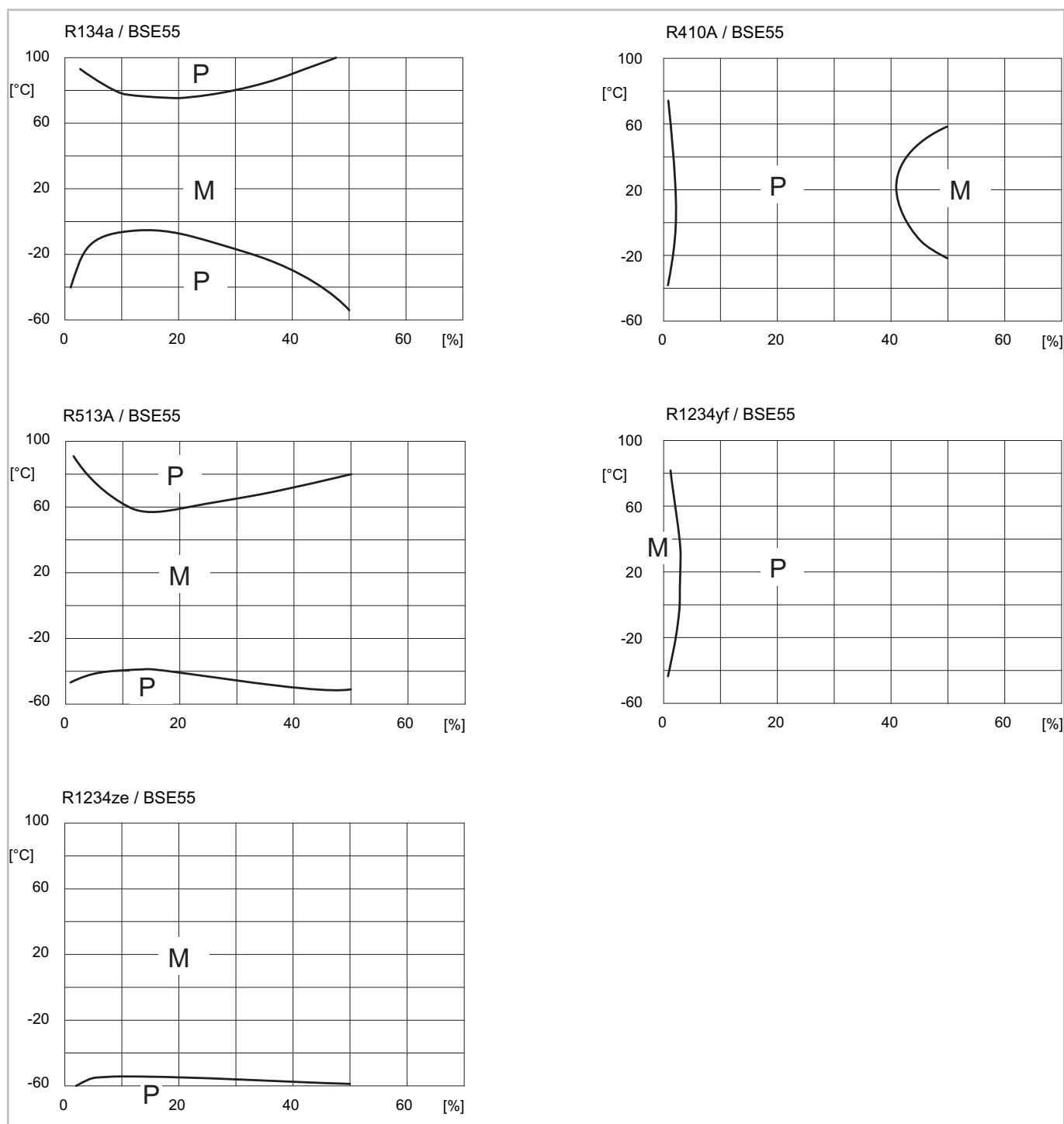


Fig. 3: Límites de miscibilidad para el aceite BSE55: Temperaturas límite en función de la proporción de aceite (proporción de masa de aceite en % en la mezcla de refrigerante y aceite).

M: Rango de la miscibilidad completa.

P: Rango de la separación de fases (falta de miscibilidad).

Solubilidad de los refrigerantes en BSE32

Los siguientes diagramas pueden utilizarse para leer la proporción de refrigerante presente en el aceite en función de la presión del refrigerante y la temperatura de aceite.

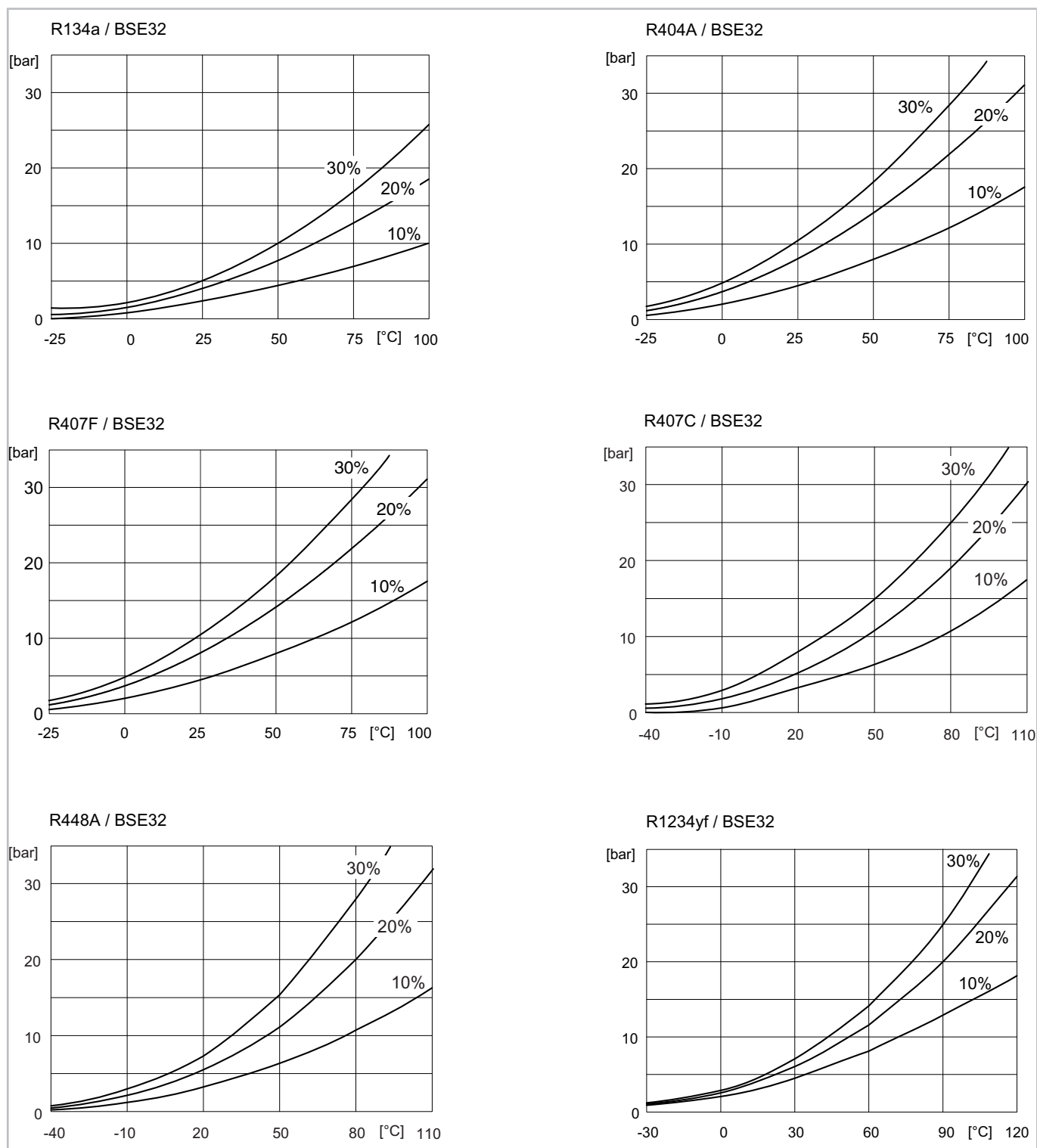


Fig. 4: Aceite BSE32: Presión del refrigerante en función de la temperatura de aceite y la proporción de refrigerante (proporción de masa de refrigerante en % en la mezcla de refrigerante y aceite)

Solubilidad de los refrigerantes en BSE55

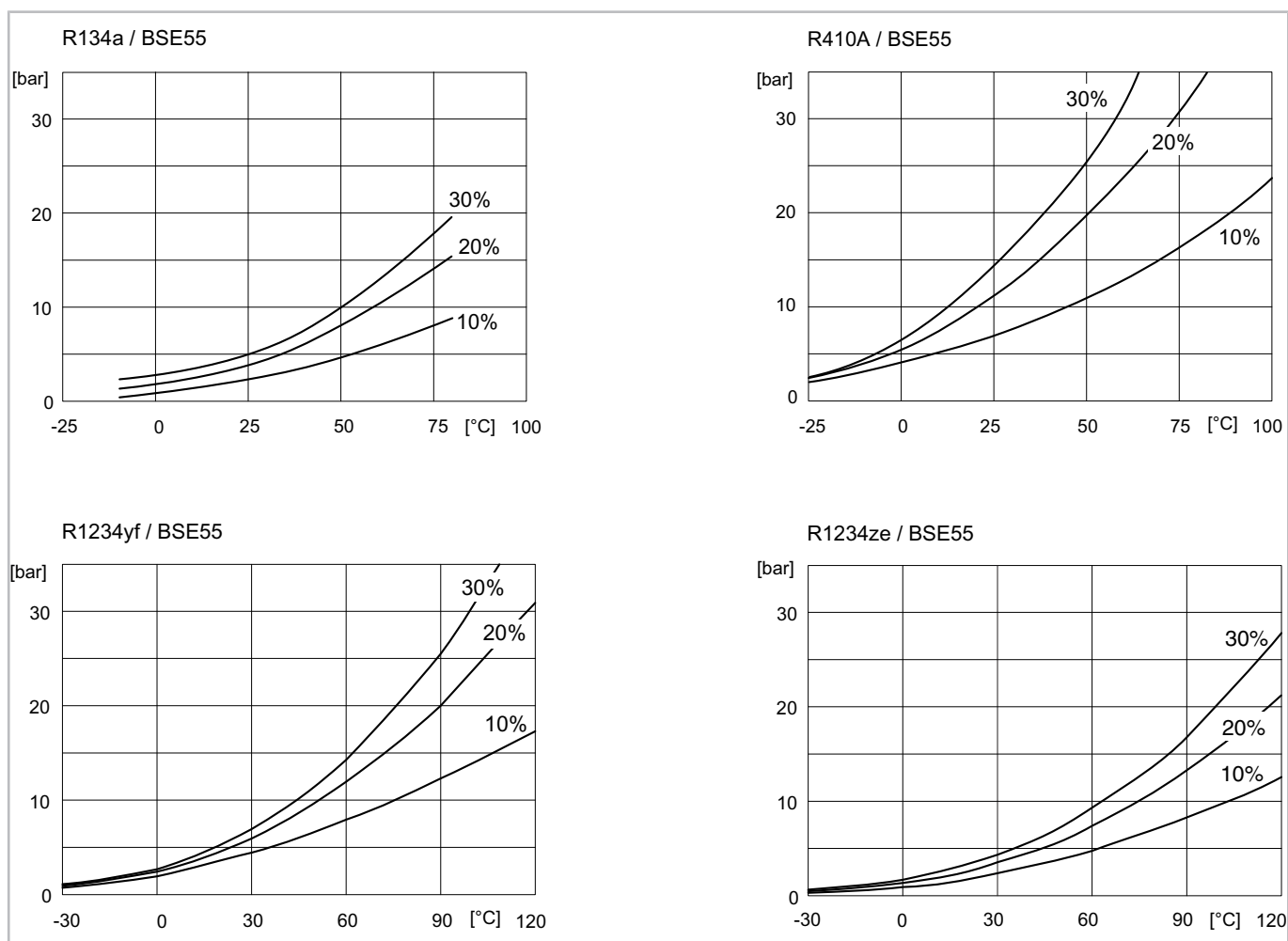


Fig. 5: Aceite BSE55: Presión del refrigerante en función de la temperatura de aceite y la proporción de refrigerante (proporción de masa de refrigerante en % en la mezcla de refrigerante y aceite)

Valores críticos para aceites usados

Los aceites indicados aquí se clasifican en el grupo KD de acuerdo con la norma DIN51503-1. Para determinar la condición del aceite usado, p. ej. en cuanto al contenido de agua o al número de neutralización, se aplican los valores de referencia de la norma DIN51503-2.

Aceite	Viscosidad cinemática a 40 °C (DIN EN ISO3104)	Máx. contenido de agua (DIN51777)	Número de neutralización (DIN ISO6618)
BSE32	Fuera de 27 .. 37 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg de aceite	0,2 mg KOH/g
BSE55	Fuera de 47 .. 63 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg de aceite	0,2 mg KOH/g
BSE85K	Fuera de 68 .. 92 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg de aceite	0,2 mg KOH/g

Tabla 4: Valores críticos para aceites de BITZER usados para refrigerantes HFC y HFO.

(*): representa ± 15 % del valor del aceite nuevo

Para el empleo de refrigerantes A2L:



AVISO

Peligro de incendio!

El aceite usado contiene una cantidad relativamente alta de refrigerante disuelto.

El aceite usado debe embalsarse de forma segura. Debe eliminarse de manera respetuosa con el medio ambiente.

Los hidrocarburos, por ejemplo el propano, R290 o el propeno, R1270 y los refrigerantes inflamables de bajo contenido en flúor, por ejemplo el R1234yf, se disuelven muy bien en el aceite de la máquina frigorífica a temperatura ambiente. Esto también se aplica a las mezclas de refrigerantes que contienen estas sustancias.

El aceite usado de estas plantas puede contener proporciones relativamente altas de gases inflamables disueltos incluso a presión atmosférica. Estos componentes se desgasifican.

A tener en cuenta para el almacenamiento y el transporte:

- ▶ El aceite usado debe cargarse en recipientes resistentes a la presión.
- ▶ Los recipientes deben cargarse con nitrógeno como gas protector y deben cerrarse.
- ▶ Los recipientes deben identificarse, p. ej. con la señal de aviso "Sustancia inflamable" W021 de la norma ISO7010.

Compatibilidad con elastómeros

Materiales de junta recomendados en la bibliografía para aceites de polioléster (POE) con refrigerantes HFC y HFO:

- Caucho de nitrilo acrílico y butadieno (NBR), contenido de nitrilo > 36 %
- Caucho de nitrilo acrílico y butadieno hidrogenado (HNBR), contenido de nitrilo > 36 %
- Caucho de etileno propileno dieno (EPDM)

5 Aceites para refrigerantes R744 (CO₂)

Descripción de los aceites

Aceite	Tipo de aceite	Aplicaciones	Identificación en el compresor
BSE60K	Aceite polioléster (POE)	Carga de aceite estándar para aplicación subcrítica (p. ej. sistemas en cascada)	"K" (p. ej. 4DSL-10K)
BSE85K	Aceite polioléster (POE)	Carga de aceite estándar para aplicación transcrítica, carga opcional para aplicación subcrítica (p. ej. sistemas booster)	"K" (p. ej. 4FTE-30K)
BSG68K	Aceite de polialquilenoglicol (PAG)	Carga de aceite estándar y condición previa para aplicaciones con baja presión > 40 bar / alta presión > 120 bar, carga opcional para compresores en sistemas booster subcríticos y transcríticos, p. ej. con eyectores	"Z" (p. ej. 4MTEU-10LZ)

Tabla 5: Aceites de BITZER para R744

Fichas de datos de seguridad

Además de este documento, debe tenerse en cuenta la ficha de datos de seguridad (material safety data sheet, MSDS) del aceite correspondiente. Contiene información sobre la toxicidad, la manipulación, el equipo de protección individual y el desecho del aceite. Las fichas de datos de seguridad para todos los aceites de BITZER están disponibles bajo solicitud.

Campos de aplicación

Aceite	Climatización	Refrigeración normal	Refrigeración a baja temperatura
BSE60K	--	--	✓
BSE85K	(✓)	✓	✓
BSG68K	✓*	✓	✓

Tabla 6: Campos de aplicación para aceites para R744 en los compresores de pistón de BITZER. Para consultar los límites de aplicación, véase también el BITZER SOFTWARE.

(✓): De conformidad con el departamento de ingeniería de aplicaciones de BITZER

✓*: BSG68K es un prerrequisito para aplicaciones con baja presión > 40 bar / alta presión > 120 bar

Datos técnicos

Aceite	Tipo	Punto de inflamación (°C)	Punto de fluidez (°C)	Densidad (g/ml)			Viscosidad cinemática (cSt)			Capacidad de calor específico (kJ/kg*K)		Conductividad térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				

Tabla 7: Resumen de los datos técnicos de los aceites para sistemas frigoríficos BITZER.

La densidad puede interpolarse linealmente entre los valores especificados.

Límites de miscibilidad

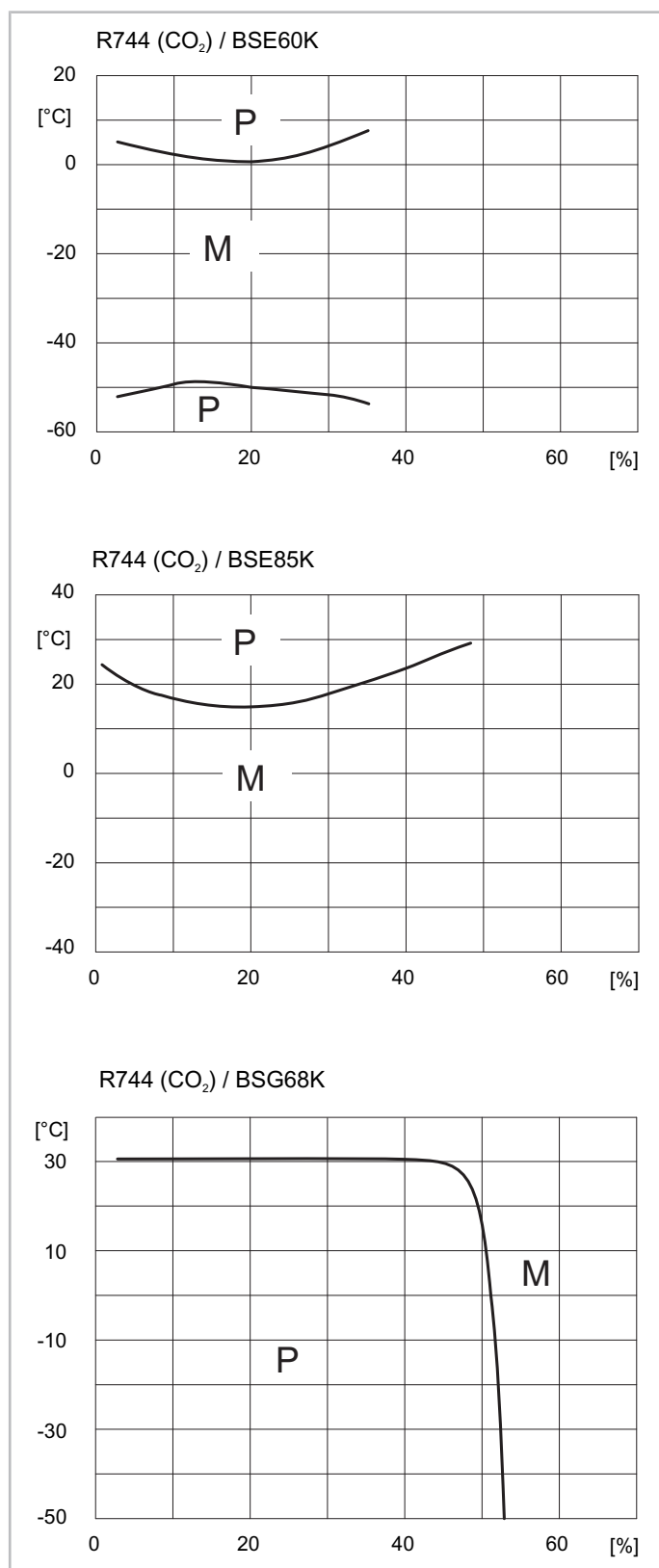


Fig. 6: Límites de miscibilidad para R744: Temperaturas límite en función de la proporción de aceite (proporción de masa de aceite en % en la mezcla de refrigerante y aceite).

M: Rango de la miscibilidad completa.

P: Rango de la separación de fases (falta de miscibilidad).

Solubilidad del refrigerante en el aceite

Los siguientes diagramas pueden utilizarse para leer la proporción de refrigerante presente en el aceite en función de la presión del refrigerante y la temperatura de aceite.

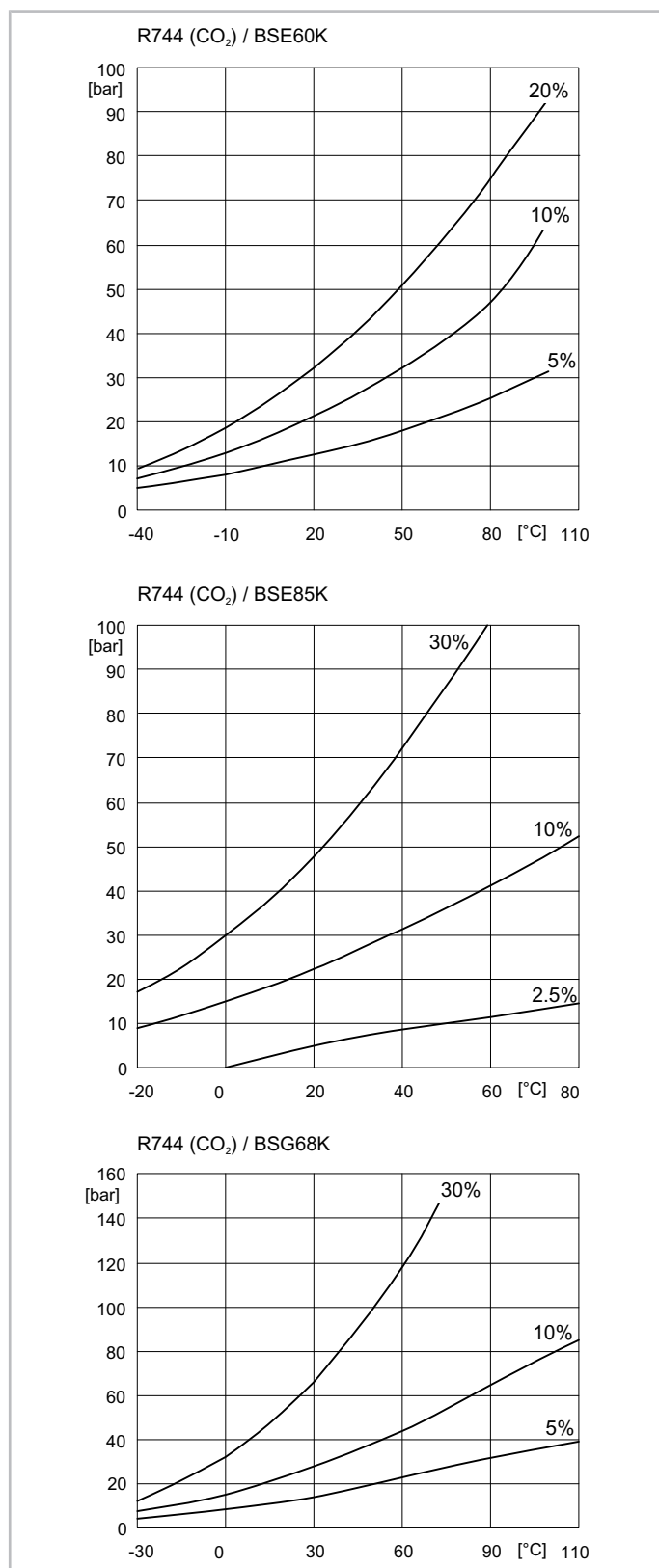


Fig. 7: Aceites para R744: Presión del refrigerante en función de la temperatura de aceite y la proporción de refrigerante (proporción de masa de refrigerante en % en la mezcla de refrigerante y aceite)

Valores críticos para aceites usados

Los aceites indicados aquí se clasifican en el grupo KB de acuerdo con la norma DIN51503-1. Para determinar la condición del aceite usado, p. ej. en cuanto al contenido de agua o al número de neutralización, se aplican los valores de referencia de la norma DIN51503-2.

Aceite	Viscosidad cinemática a 40 °C (DIN EN ISO3104)	Máx. contenido de agua (DIN51777)	Número de neutraliza- ción (DIN ISO618)
BSE60K	Fuera de 47 .. 63 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg de acei- te	0,2 mg KOH/g
BSE85K	Fuera de 68 .. 92 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg de acei- te	0,2 mg KOH/g
BSG68K	Fuera de 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg de acei- te	0,2 mg KOH/g

Tabla 8: Valores críticos para aceites usados de BITZER para R744.

(*): representa ± 15 % del valor del aceite nuevo

Compatibilidad con elastómeros

Materiales de junta recomendados en la bibliografía para aceites de polioléster (POE) y aceites de polialquilenoglicol (PAG) con R744:

- Caucho de nitrilo acrílico y butadieno hidrogenado (HNBR), contenido de nitrilo > 36 %
- Caucho de etileno propileno dieno (EPDM)
- Caucho fluorado (FKM)

6 Aceites para refrigerantes hidrocarburos (R290,R600a, etc.)

Descripción de los aceites

Aceite	Tipo de aceite	Aplicaciones	Identificación en el compresor
BSG68K	Aceite de polialquilenoglicol (PAG)	Carga de aceite estándar	"Z" (p. ej. 4VESP-10Z)
SHC226E	Aceite de polialfaolefina (PAO)	Opción	"P" (p. ej. 4VESP-10P)

Tabla 9: Aceites de BITZER para refrigerantes hidrocarburos

Fichas de datos de seguridad

Además de este documento, debe tenerse en cuenta la ficha de datos de seguridad (material safety data sheet, MSDS) del aceite correspondiente. Contiene información sobre la toxicidad, la manipulación, el equipo de protección individual y el desecho del aceite. Las fichas de datos de seguridad para todos los aceites de BITZER están disponibles [bajo solicitud](#).

Campos de aplicación



PELIGRO

Peligro de explosión y, por lo tanto, peligro de muerte en caso de salida del refrigerante y de existencia de una fuente de encendido!

El refrigerante puede inflamarse y, dependiendo de la concentración en el aire, también puede generar una atmósfera explosiva!

Evite el fuego abierto y las fuentes de encendido en la sala de máquinas y en el área de peligro!

Debido a la solubilidad especialmente alta del R290 en aceites convencionales, los compresores de BITZER se cargan con aceites especiales que presentan un índice de viscosidad alto y unas propiedades tribológicas especialmente buenas.

Teniendo en cuenta la solubilidad, existen requisitos especiales para la ejecución, el modo de funcionamiento y el mando del compresor y de la instalación. El sobrecalentamiento insuficiente durante el funcionamiento y el calentamiento insuficiente del aceite en el compresor o en el separador de aceite en estado parado dan lugar a la reducción de la viscosidad del aceite en el compresor. Como consecuencia pueden producirse una reducción de la potencia, un desgaste elevado en las piezas del mecanismo de accionamiento, el aumento del arrastre de aceite y la formación de espuma. Proteja el compresor contra el "funcionamiento en mojado" y asegura un recalentamiento de gas aspirado suficientemente alto. La temperatura de gas de descarga de los compresores de pistón debe ser de al menos 20 K y para un compresor de tornillo compacto de al menos 30 K por encima de la temperatura de condensación, trabajando tanto en verano como en invierno.

- Evite las temperaturas de aceite bajas y una presión de aspiración alta durante las paradas. La resistencia de aceite es obligatoria y, en caso necesario, debe preverse un sistema de vaciado por bombeo.
- Evite los cambios rápidos en la presión de condensación. Existe peligro de una formación de espuma intensa en el compresor o en el separador de aceite.

Puede consultar más información sobre el empleo del R290 en los compresores semiherméticos en:

- [AT-660](#): Application of R290 and R1270, A3 refrigerants

Datos técnicos

Aceite	Tipo	Punto de inflamación (°C)	Punto de fluidez (°C)	Densidad (g/ml)			Viscosidad cinemática (cSt)			Capacidad de calor específico (kJ/kg*K)		Conductividad térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				
SH-C226 E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14

Tabla 10: Resumen de los datos técnicos de los aceites para sistemas frigoríficos BITZER.

La densidad puede interpolarse linealmente entre los valores especificados.

Límites de miscibilidad

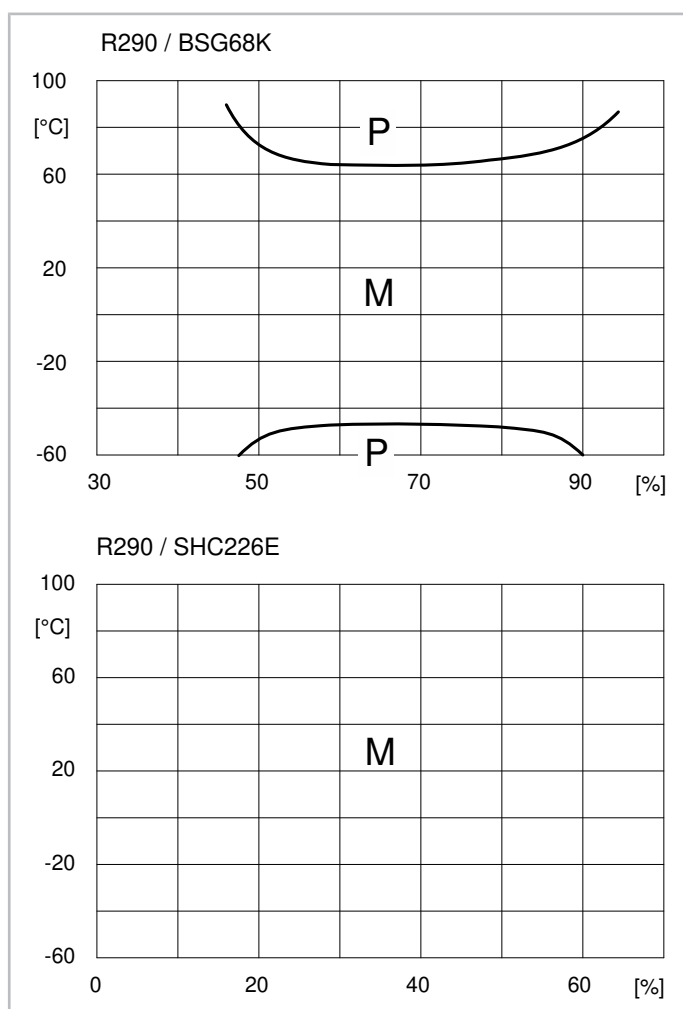


Fig. 8: Límites de miscibilidad para R290: Temperaturas límite en función de la proporción de aceite (proporción de masa de aceite en % en la mezcla de refrigerante y aceite).

M: Rango de la miscibilidad completa.

P: Rango de la separación de fases (falta de miscibilidad).

Solubilidad del refrigerante en el aceite

Los siguientes diagramas pueden utilizarse para leer la proporción de refrigerante presente en el aceite en función de la presión del refrigerante y la temperatura de aceite.

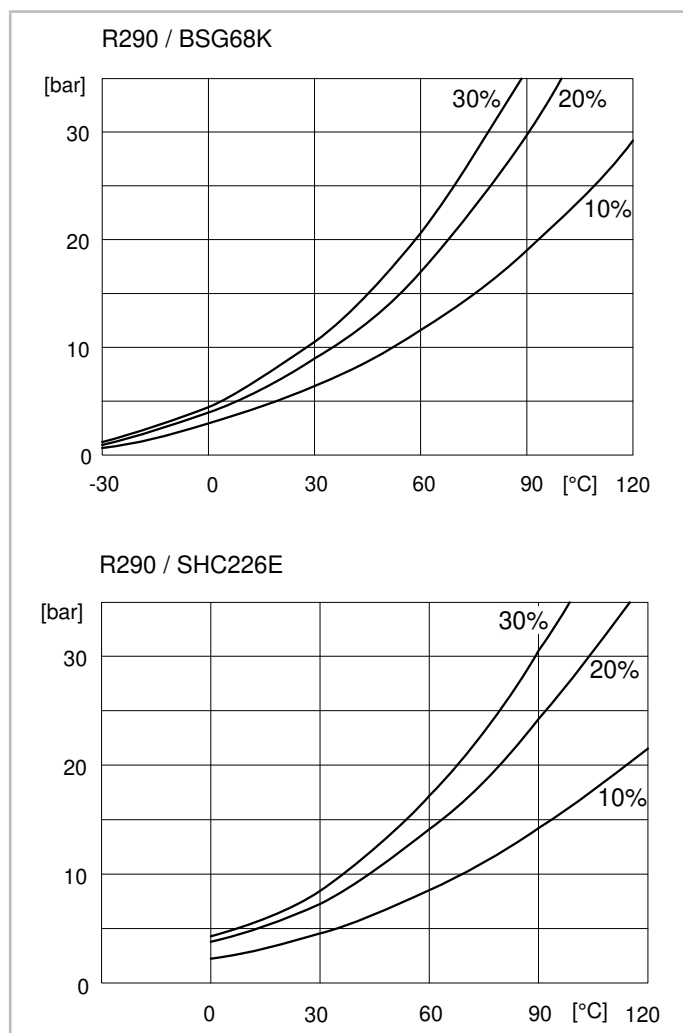


Fig. 9: Aceites para R290: Presión del refrigerante en función de la temperatura de aceite y la proporción de refrigerante (proporción de masa de refrigerante en % en la mezcla de refrigerante y aceite)

Valores críticos para aceites usados

Los aceites indicados aquí se clasifican en el grupo KE de acuerdo con la norma DIN51503-1. Para determinar la condición del aceite usado, p. ej. en cuanto al contenido de agua o al número de neutralización, se aplican los valores de referencia de la norma DIN51503-2.

Aceite	Viscosidad cinemática a 40 °C (DIN EN ISO3104)	Máx. contenido de agua (DIN51777)	Número de neutralización (DIN ISO6618)
BSG68K	Fuera de 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg de aceite	0,2 mg KOH/g
SHC226E	Fuera de 57 .. 76 cSt (*)	80 mg H ₂ O/kg de aceite	0,2 mg KOH/g

Tabla 11: Valores críticos para aceites de BITZER usados para refrigerantes hidrocarburos.

(*): representa ± 15 % del valor del aceite nuevo

A tener en cuenta para la realización de trabajos de mantenimiento:



AVISO

Peligro de formación de chispas provocados por procesos de conmutación accidentales o por el sobrecalentamiento de la resistencia de aceite durante el cambio de aceite.
Antes de realizar intervenciones en el circuito frigorífico, desconecte la alimentación eléctrica en el interruptor principal.
Tenga en cuenta las prescripciones especiales para el almacenamiento y el transporte de gases inflamables.
Por regla general, conecte la ventilación de la sala para la realización de trabajos de mantenimiento.



AVISO

Peligro de formación de chispas en caso de descarga de la carga electrostática.
Aplice las medidas correspondientes contra la carga electrostática de componentes, herramientas y recursos auxiliares no metálicos, así como de la ropa. P. ej.: Use ropa antiestática adecuada, utilice herramientas que no generen chispas. En caso necesario, realice la puesta a tierra de las piezas conductivas.



AVISO

Peligro de incendio!
El aceite usado contiene una cantidad relativamente alta de refrigerante disuelto.
El aceite usado debe embalsarse de forma segura. Debe eliminarse de manera respetuosa con el medio ambiente.

Los hidrocarburos, por ejemplo el propano, R290 o el propeno, R1270 y los refrigerantes inflamables de bajo contenido en flúor, por ejemplo el R1234yf, se disuelven muy bien en el aceite de la máquina frigorífica a temperatura ambiente. Esto también se aplica a las mezclas de refrigerantes que contienen estas sustancias.

El aceite usado de estas plantas puede contener proporciones relativamente altas de gases inflamables disueltos incluso a presión atmosférica. Estos componentes se desgasifican.

A tener en cuenta para el almacenamiento y el transporte:

- ▶ El aceite usado debe cargarse en recipientes resistentes a la presión.
- ▶ Los recipientes deben cargarse con nitrógeno como gas protector y deben cerrarse.
- ▶ Los recipientes deben identificarse, p. ej. con la señal de aviso "Sustancia inflamable" W021 de la norma ISO7010.

Compatibilidad con elastómeros

Materiales de junta recomendados en la bibliografía para aceites de polialquilenoglicol (PAG) y aceites de polialfaolefina (PAO) con refrigerantes hidrocarburos:

- Caucho de clorobutadieno (CR), p. ej. neopreno

- Caucho de nitrilo acrílico y butadieno (NBR), contenido de nitrilo > 36 %
- Caucho de nitrilo acrílico y butadieno hidrogenado (HNBR), contenido de nitrilo > 36 %
- Caucho fluorado (FKM)

7 Aceites para refrigerantes R717 (NH₃)

Los aceites para el refrigerante R717 (NH₃) para compresores de BITZER abiertos se describen en la información técnica AT-640 (capítulo "Application ranges and oils").

8 Resumen aceites para sistemas frigoríficos BITZER

Aceite	Tipo	Punto de inflamación (°C)	Punto de fluidez (°C)	Densidad (g/ml)			Viscosidad cinemática (cSt)			Capacidad de calor específico (kJ/kg*K)		Conductividad térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSE1 70	POE	260	-27	1,002	0,970	0,915	649	170	18	1,92	2,03	0,13	0,13
BSE1 70L	POE	246	-39	0,998	0,966	0,915	305	97	11	1,92	2,06	0,14	0,13
B320 SH/ B320 SX	Complex-Ester	258	-42	1,052	1,016	0,958	993	310	32	1,68	1,85	0,12	0,12
B-CE50 0	Complex-Ester	221	-33	0,983	0,950	0,898	1611	500	51	2,11	2,35	0,17	0,16
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				
B-PAG1 00	PAG	228	-45	1,036	0,999	0,936	272	100	18,1	1,81	2,04	0,149	0,142
B-PAG2 20	PAG	240	-42	1,031	0,997	0,934	626	223	37,5	1,84	2,06	0,15	0,15
SH-C226 E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14

Aceite	Tipo	Punto de inflamación (°C)	Punto de fluidez (°C)	Densidad (g/ml)			Viscosidad cinemática (cSt)			Capacidad de calor específico (kJ/kg*K)		Conductividad térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
SHC2 30	PAO	260	-39		0,85			220	25				
BVC3 2	PVE	178	-48	0,957	0,925	0,866	100	32	5	2,01	2,14	0,13	
Reni-so KM32	MO	202	-45		0,881	0,83	92,5	32	4,9	1,95	2,17	0,13	0,13
Reni-so KS46	MO	204	-42		0,894	0,841	152	46	5,8	1,94	2,16	0,13	0,13
Reni-so KC68	MO	223	-39		0,894	0,846		68	7,2	1,93	2,17	0,12	0,12
Reflo 68A	MO	236	-42		0,866			58	7,9	1,96	2,17	0,13	0,13
Reni-so Ultra-Cool 68	PAO / SC	250	-48		0,854	0,808		62	9,1	2,07	2,28	0,14	0,14

Tabla 12: Resumen de los datos técnicos de los aceites para sistemas frigoríficos BITZER.
La densidad puede interpolarse linealmente entre los valores especificados.

Tabela de conteúdos

1	Introdução.....	94
2	Segurança.....	94
3	Propriedades gerais dos óleos para compressores de refrigeração.....	96
4	Óleos para refrigerantes HFC e HFO.....	96
5	Óleos para refrigerante R744 (CO ₂).....	103
6	Óleos para refrigerantes de hidrocarbonetos (R290, R600a, etc.).....	107
7	Óleos para refrigerante (NH ₃).....	111
8	Resumo dos dados técnicos dos óleos de refrigeração BITZER.....	112

1 Introdução

Os compressores BITZER são carregados com óleo de alta qualidade para equipamentos de refrigeração, sendo adequados para o fluido refrigerante aplicado. Os lubrificantes BITZER estão sujeitos à gestão interna da qualidade BITZER e são otimizados para o uso nos respectivos compressores. Sua compatibilidade química com os modernos materiais de construção e com os novos fluidos refrigerantes foi extensamente testada e aprovada. Os óleos oferecem características de lubrificação excelentes e uma performance de viscosidade favorável (alto índice de viscosidade).

Além deste documento, observe também as instruções de operação para o respectivo compressor.

2 Segurança

Pessoal autorizado

Todo o trabalho feito nos compressores, componentes do sistema de refrigeração e seus acessórios eletrônicos só pode ser executado por funcionários qualificados e autorizados que foram treinados e instruídos em conformidade. A qualificação e competência da equipe especializada estão sujeitas a regulamentos e diretrizes nacionais.

Riscos residuais

Os produtos, acessórios eletrônicos e outros componentes do sistema podem apresentar riscos residuais inevitáveis. Portanto, qualquer pessoa que trabalhe diretamente no sistema deve ler atentamente este documento! As seguintes consultas são obrigatórias:

- Normas e regulamentações de segurança relevantes
- Regras de segurança normalmente aceitas
- Diretrizes da UE
- Regulamentos nacionais e normas de segurança

Dependendo do país, são aplicadas normas diferentes na instalação do produto, por exemplo: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO.14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL standards.

Equipamento de proteção pessoal

Ao trabalhar com o sistema de refrigeração e seus componentes: Use sapatos de proteção, roupas de proteção e óculos de segurança. Além disso, use luvas de proteção contra frio ao trabalhar no circuito de refrigeração aberto e em componentes que possam conter refrigerante.



Fig. 1: Use equipamento de proteção pessoal!

Referências de segurança

As referências de segurança são instruções destinadas a evitar riscos. Elas devem ser rigorosamente observadas!



AVISO

Referência de segurança para evitar situações que possam resultar em danos a um dispositivo ou seu equipamento.

**CUIDADO**

Referência de segurança para evitar uma situação potencialmente perigosa que pode resultar em ferimentos leves ou moderados.

**ATENÇÃO**

Referência de segurança para evitar uma situação potencialmente perigosa que possa resultar em morte ou ferimentos graves.

**PERIGO**

Referência de segurança para evitar uma situação iminentemente perigosa que pode resultar em morte ou ferimentos graves.

Quanto aos óleos do compressor de refrigeração em geral:

**CUIDADO**

Óleos podem ser perigosos!

Observe as precauções habituais para o manuseio de óleos minerais e produtos químicos, bem como boas práticas de higiene industrial.

- ▶ Forneça ventilação adequada.
- ▶ Impeça a formação de aerossóis.
- ▶ Evite o contato com a pele.
- ▶ Use equipamentos de proteção individual necessários (consulte a respectiva ficha de dados de segurança do material).
- ▶ Não coma, não beba ou fume quando trabalhar com o produto.
- ▶ Não aqueça o óleo a temperaturas próximas ao seu ponto de fulgor (inflamação).

Medidas de primeiros socorros:

- ▶ Remova qualquer roupa e sapatos sujos pelo produto.
- ▶ Em caso de contato com a pele: lave cuidadosamente com água e sabão.
- ▶ Em caso de contato com os olhos: lave os olhos com muita água.
- ▶ Em caso de ingestão: enxágue bem a boca e receba atendimento médico, se necessário.
- ▶ Em caso de sintomas persistentes: procure atendimento médico.

**CUIDADO**

Os óleos podem ser perigosos ao ambiente e à água!

Evite a liberação para o ambiente, não permita o descarte em sistema de drenagem, superfície ou água subterrânea.

Elimine corretamente o óleo como resíduo poluente, Observe regulamentos nacionais e locais.

Folhas de dados de segurança de materiais

Além deste documento, observe a Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ) para o respectivo óleo. O documento possui informações sobre toxicidade, manuseio, equipamentos de proteção individual e descarte do óleo. As fichas de segurança do material para todos os óleos BITZER estão disponíveis sob solicitação.

Ao trabalhar no sistema de refrigeração:



CAUIDADO

Temperaturas superficiais superiores a 60°C ou inferiores a 0°C.

Risco de queimaduras e congelamento.

Bloqueie as áreas de acesso e marque-as.

Antes de realizar qualquer trabalho no compressor: desligue-o e aguarde a estabilização de temperatura com o ambiente.

Além das referências de segurança listadas neste documento, é essencial observar as referências e riscos residuais nas respectivas instruções de operação!

3 Propriedades gerais dos óleos para compressores de refrigeração

Os óleos para compressores de refrigeração não só têm que lubrificar as peças do compressor em movimento, mas (de acordo com o projeto e o circuito individual) também selam a câmara de compressão e as válvulas, bem como dissipam o calor. Para garantir a circulação do óleo e seu retorno do sistema, bem como para evitar sua falta, o óleo deve ser suficientemente solúvel no fluido refrigerante (exceção: R717 - Amônia, ver Informações Técnicas [AT-640](#)).

A separação de fase pode levar a problemas, como por exemplo, no evaporador, tanque de líquido e trocadores de calor. Outro parâmetro importante é a viscosidade sobre toda a faixa de temperatura na aplicação: No compressor, o óleo deve ser adequadamente viscoso, enquanto ainda deva fluir suficientemente na parte fria do sistema. Além disso, o óleo deve ser resistente à envelhecimento, e apresentar estabilidade térmica e química.



AVISO

Óleo com alto teor de água pode danificar o compressor e o sistema de refrigeração!

Evite a entrada de ar no sistema e nos recipientes de óleo.

Use apenas recipientes de óleo originalmente selados. Os recipientes de óleo abertos devem ser fechados firmemente e seu conteúdo deve ser usado o mais rápido possível.

Para óleos usados: Observe os valores de aviso sobre o teor de água.

A água no circuito de refrigeração pode levar à corrosão e ao congelamento da válvula de expansão. Afeta também negativamente a lubrificação e a estabilidade dos óleos. Com alguns refrigerantes (por exemplo, CO₂) ou óleos (por exemplo, óleos éster) a água reage formando ácidos – o ácido, por sua vez corrói superfícies metálicas. A água que reagiu com o óleo não pode mais ser removida por evacuação. Cuidados especiais são necessários com óleos de polialquilglicol (PAG), óleos de polivinilester (PVE) e óleos de poliolester (POE): São fortemente higroscópicos, ou seja, retiram água do ar ambiente e essa dissolução não pode ser reconhecida visualmente.

4 Óleos para refrigerantes HFC e HFO

Os compressores BITZER que são destinados a uso com refrigerantes HFC e HFO sem cloro (R134a, R404A, R407A/C/F, R507A, R1234yf, R513A, R450A etc.) são carregados com um óleo de poliolester de alta qualidade. Nestes casos, um "Y" é adicionado à designação do tipo do compressor. Os óleos de poliolester BITZER excedem significativamente as obrigações conforme norma DIN 51503, Parte 1, para óleos aplicados em compressores de refrigeração, em relação ao teor de água e número total de ácido (TAN). Os óleos de poliolester BITZER se misturam bem com refrigerantes HFC e HFO e, portanto, são especialmente adequados para o funcionamento com essas substâncias.

Caracterizando os óleos

Óleo	Tipo de óleo	Aplicação	Designação no compressor
BSE32	óleo de poliolester (POE)	carga de óleo padrão para HFCs e HFOs	"Y" (por exemplo, 2CES-4Y)

Óleo	Tipo de óleo	Aplicação	Designação no compressor
BSE55	óleo de poliolester (POE)	carga de óleo alternativa para temperaturas de condensação $t_c > 70^\circ\text{C}$ (disponível para muitos compressores)	"Y" (por exemplo, 2CES-4Y)
BSE85K	óleo de poliolester (POE)	carga de óleo para aplicações especiais	"Y" (por exemplo, 2CES-4Y)

Tab. 1: Óleos BITZER para refrigerantes HFC e HFO em compressores recíprocos

Carga inicial apenas com óleos originais



AVISO

Risco de dano compressor!

Os óleos de poliolester BITZER são obrigatórios para o período de partida do compressor. Use apenas estes óleos para a carga inicial!

Os óleos de poliolester BITZER são caracterizados por tribologia específica e possuem aditivos especiais de proteção contra desgaste que aumentam a vida útil do compressor. O uso de óleos alternativos cujas características correspondem em grande parte com o tipo original só é possível por responsabilidade e risco do proprietário do sistema. É possível misturá-los com o óleo original, dentro do respectivo grupo de viscosidade, desde que seja por experiência comprovada própria ou por comparação disponível para a aplicação em questão. Geralmente, a mistura de diferentes tipos de óleo pode ter um efeito negativo sobre as propriedades dos óleos. A pré-condição para o uso de óleos alternativos é que o fabricante ou fornecedor garanta a qualidade do produto e o teor de umidade < 50 ppm.

A BITZER usará apenas óleos de poliolester BITZER para os testes complexos de compatibilidade com novos materiais e refrigerantes. Em caso de alterações em materiais ou produtos, apenas os óleos de poliolester BITZER serão incluídos nos testes.

Refrigerantes de baixo GWP: requisitos mais rigorosos para os sistemas de refrigeração

Muitas misturas de refrigerantes com baixo potencial de aquecimento global (GWP) como por exemplo R448A, R449A, R450A, R452A e R513A contêm os compostos insaturados R1234yf e R1234ze(E). Parte deles são altamente solúveis em óleo e levam a uma forte redução da viscosidade. Portanto é necessário o rígido controle do superaquecimento. A baixa estabilidade química (que é desejável para um fluido de baixo GWP) requer cuidados particulares quanto à limpeza e desidratação do circuito frigorífico.

Folhas de dados de segurança de materiais

Além deste documento, observe a Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ) para o respectivo óleo. O documento possui informações sobre toxicidade, manuseio, equipamentos de proteção individual e descarte do óleo. As fichas de segurança do material para todos os óleos BITZER estão disponíveis sob solicitação.

Faixa de aplicação

Óleo	Adequado, por exemplo, para refrigerantes:	Faixa de aplicação			
		Climatização com $t_c \leq 25^\circ\text{C}$	Ar condicionado	Média temp. evaporação	Baixa temp. evaporação
BSE32 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
	R1234yf				
	R450A	✓	✓	✓	--
	R404A				
	R448A				
	R449A	--	(✓)	✓	✓
	R452A				
	R407A / F				

Óleo	Adequado, por exemplo, para refrigerantes:	Faixa de aplicação			
		Climatização com $t_o \leq 25^\circ\text{C}$	Ar condicionado	Média temp. evaporação	Baixa temp. evaporação
	R407C	--	✓	✓	--
	R507A	--	(✓)	✓	✓
BSE55 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R1234ze(E)	--	✓	✓	--
BSE55 $t_c \text{ mesmo } > 70^\circ\text{C}$	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
	R1234yf	✓	✓	✓	--
	R450A				
	R407C	--	✓	✓	--
	R410A	--	✓	✓	(✓)
BSE85K	R1234ze(E) em $t_o > 15^\circ\text{C}$ ou $t_c > 70^\circ\text{C}$. Outros refrigerantes: aplicação especial após consulta com a Engenharia de Aplicação BITZER.				

Tab. 2: Faixa de aplicação de óleos de poliolester (POE) para refrigerantes HFC e HFO em compressores recíprocos BITZER. Para limites de aplicação, consulte também o SOFTWARE BITZER.

t_o : temperatura de evaporação

t_c : temperatura de condensação

(✓): após consulta com a Engenharia de Aplicação BITZER

Dados técnicos

Óleo	Tipo	Ponto de flash ($^\circ\text{C}$)	Ponto de fluidez ($^\circ\text{C}$)	Densidade (g/ml)			Viscosidade cinemática (cSt)			Calor específico (kJ/kg*K)		Condutividade e térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13

Tab. 3: Resumo dos dados técnicos dos óleos de refrigeração BITZER.

A densidade pode ser interpolada linearmente entre os valores especificados.

Faixas de miscibilidade com BSE32

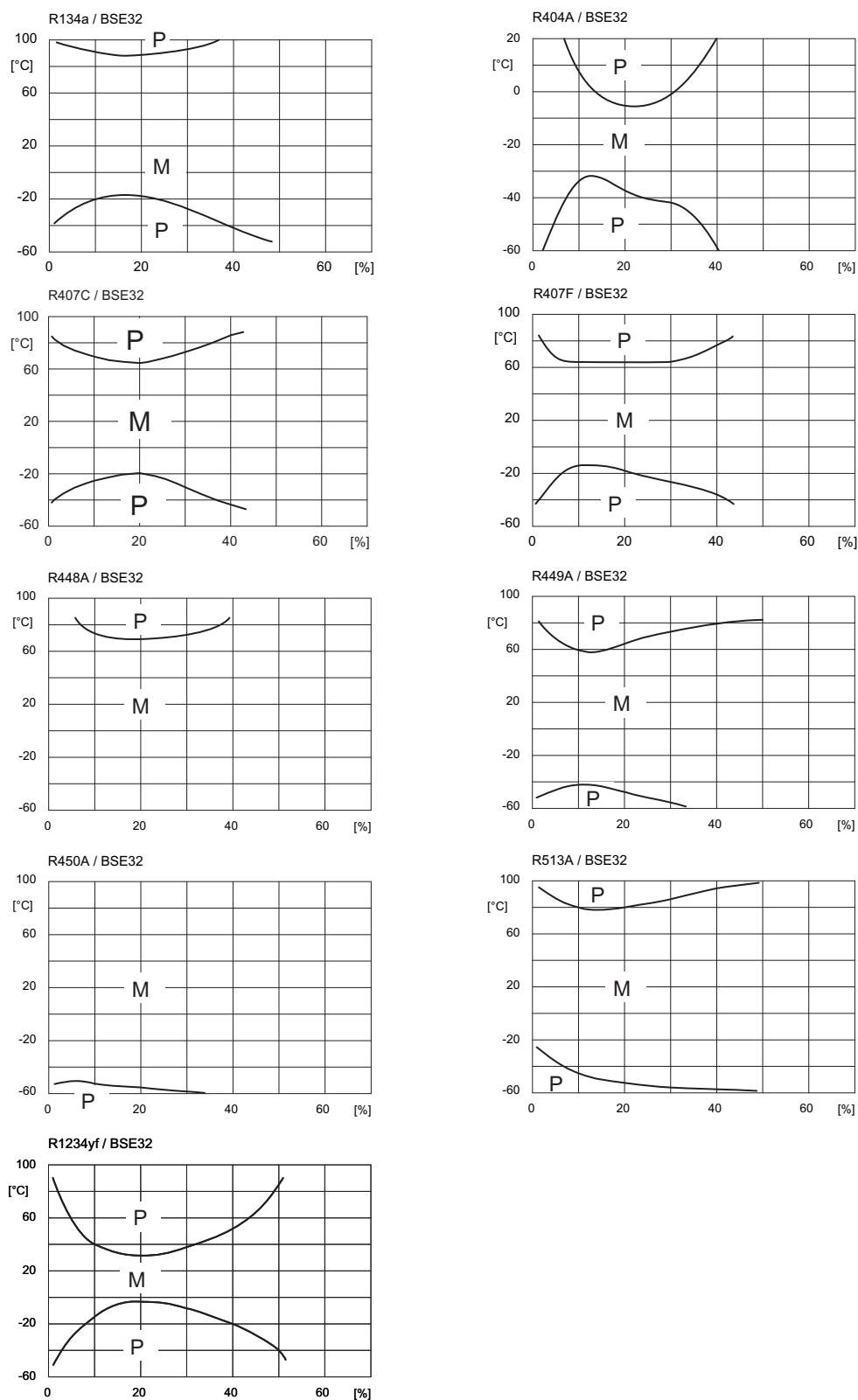


Fig. 2: Faixas de miscibilidade para óleo BSE32: Temperatura limite dependendo do teor de óleo (% massa de óleo na mistura de refrigerante com óleo).

M: Miscibilidade total.

P: Faixa de separação de fases (lacuna de miscibilidade).

Faixas de miscibilidade com BSE55

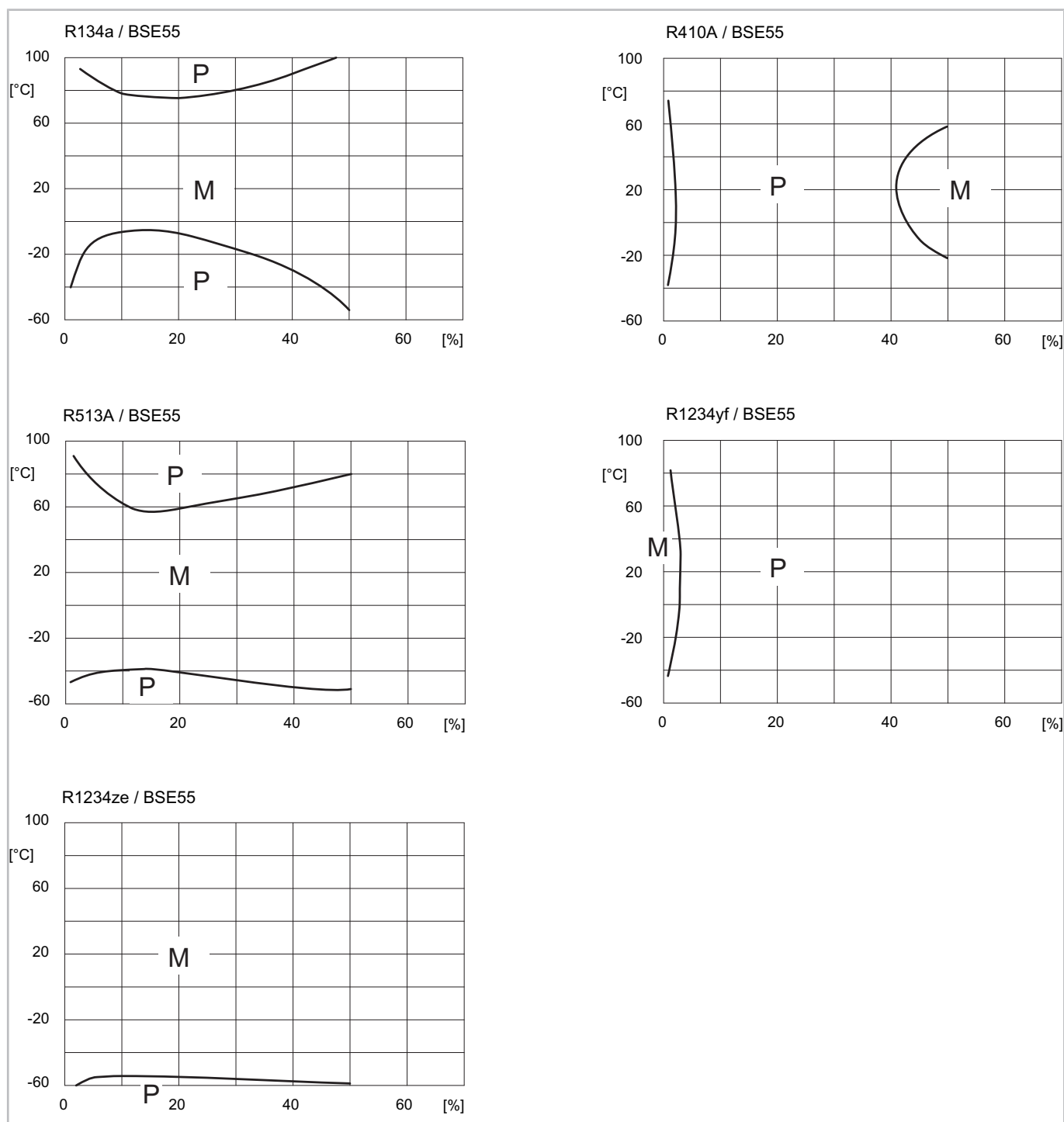


Fig. 3: Faixas de miscibilidade para óleo BSE55: Temperatura limite dependendo do teor de óleo (% massa de óleo na mistura de refrigerante com óleo).

M: Miscibilidade total.

P: Faixa de separação de fases (lacuna de miscibilidade).

Solubilidade do refrigerante em BSE32

Os diagramas a seguir podem ser usados para verificar o conteúdo de refrigerante no lubrificante, dependendo da pressão do refrigerante e da temperatura do óleo.

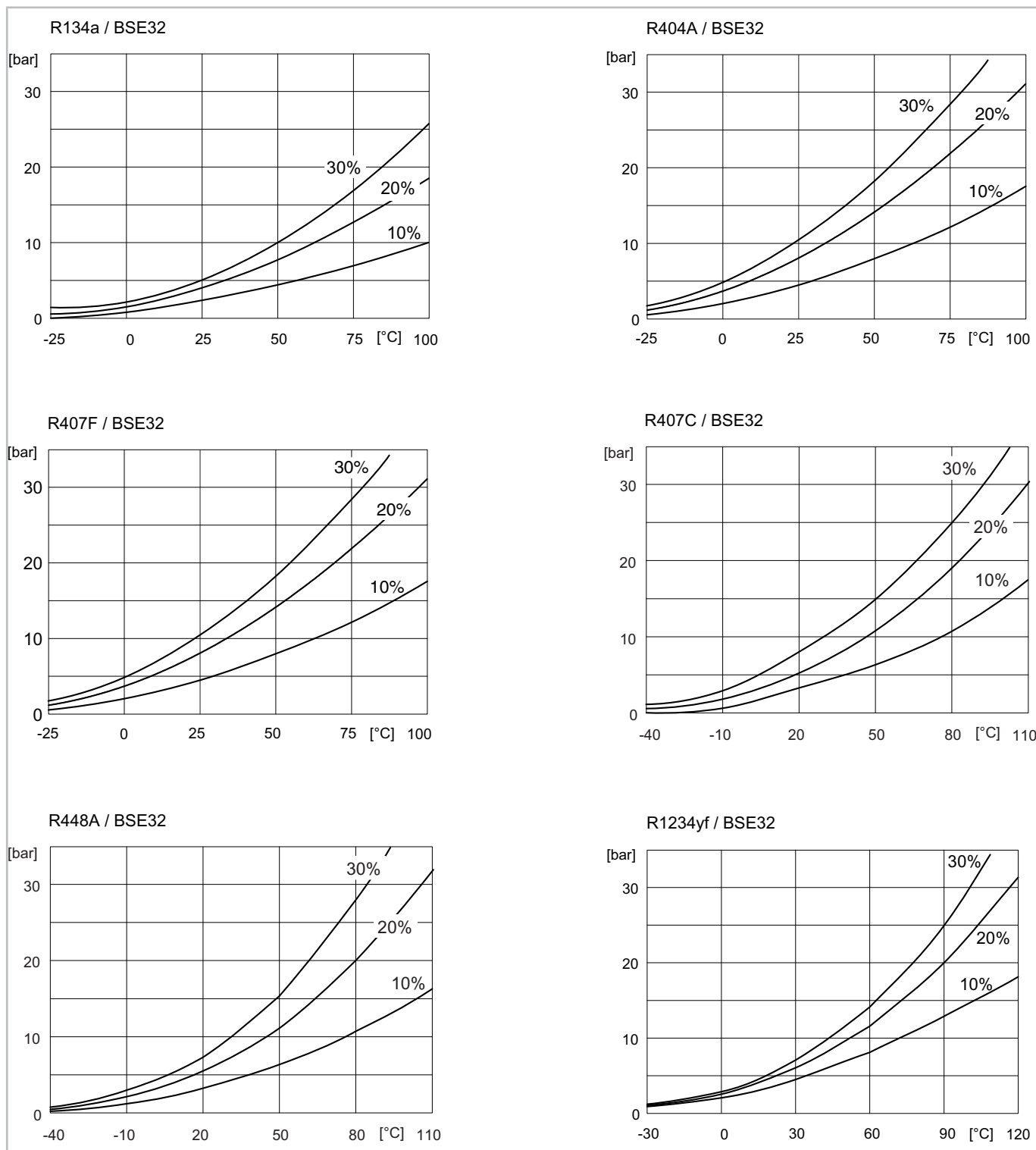


Fig. 4: Óleo BSE32: Teor de refrigerante na mistura dependente da pressão do fluido refrigerante e da temperatura do óleo (% em massa de refrigerante na mistura óleo-refrigerante).

Solubilidade do refrigerante em BSE55

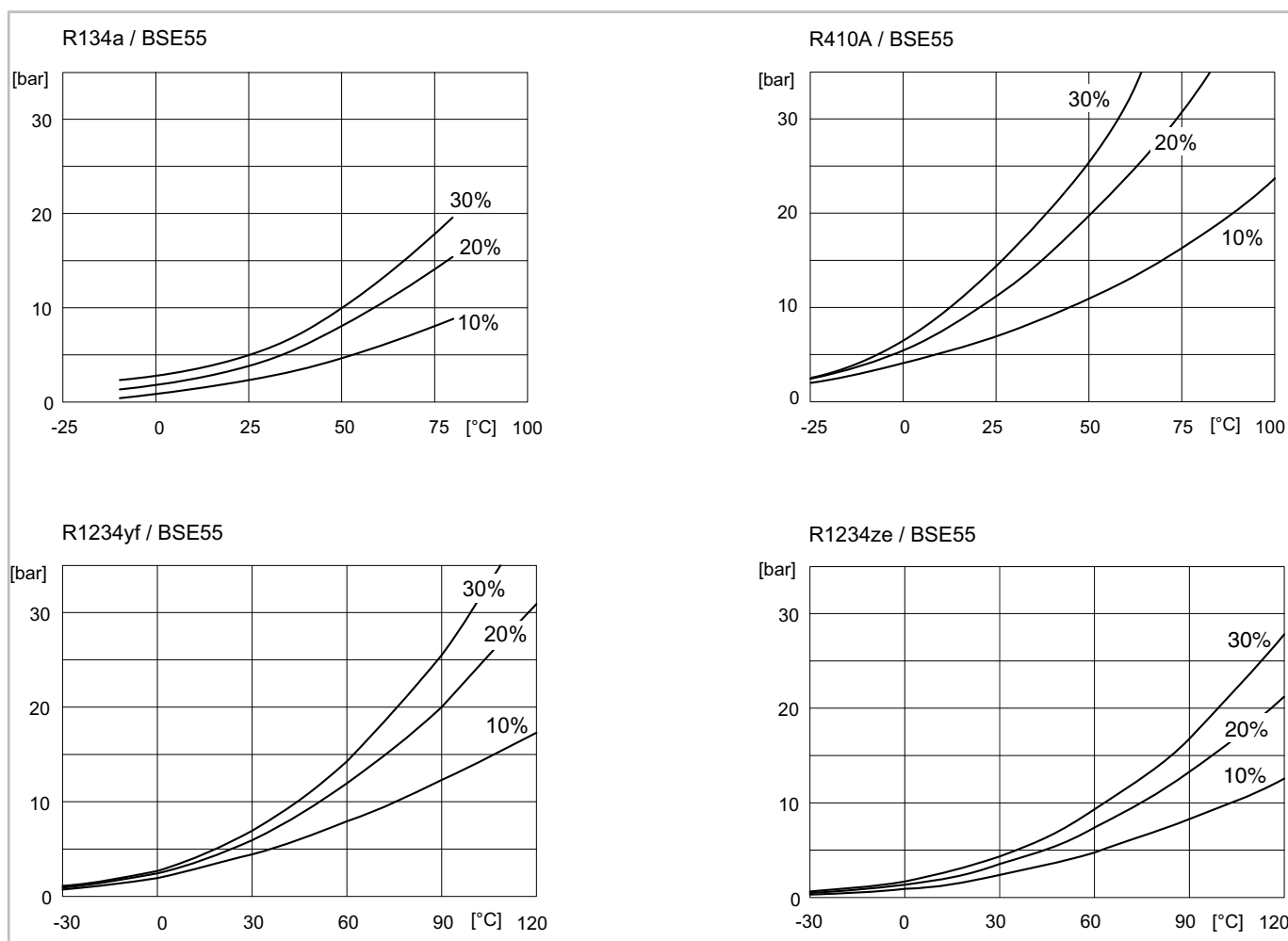


Fig. 5: Óleo BSE55: Teor de refrigerante na mistura dependente da pressão do fluido refrigerante e da temperatura do óleo (% em massa de refrigerante na mistura óleo-refrigerante).

Valores de alerta para óleos usados

Os óleos listados são categorizados como grupo KD de acordo com a norma DIN51503-1. Para determinar a condição do óleo utilizado, por exemplo, no que diz respeito ao teor de água ou número total de ácido (TAN), aplicam-se os valores de referência da norma DIN 51503-2.

Óleo	Viscosidade cinemática a 40°C (DIN EN ISO3104)	Teor máximo de água (DIN51777)	Número total de ácido (DIN ISO6618)
BSE32	fora de 27 .. 37 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g
BSE55	fora de 47 .. 63 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g
BSE85K	fora de 68 .. 92 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g

Tab. 4: Valores de alerta para óleos usados BITZER com refrigerantes HFC e HFO.

(*): ± 15% do valor do óleo novo

Ao usar refrigerantes A2L:



AVISO

Risco de incêndio!

O óleo usado contém uma quantidade relativamente grande de refrigerante dissolvido. Embale o óleo usado com segurança. Elimine de forma consciente.

Hidrocarbonetos, por exemplo propano, R290 ou propeno, R1270 e refrigerantes inflamáveis de baixa fluorização, por exemplo R1234yf, dissolvem-se muito bem no óleo da máquina frigorífica à temperatura ambiente. Isto também se aplica às misturas de fluidos refrigerantes que contenham estas substâncias.

O óleo usado de tais plantas ainda pode conter proporções relativamente elevadas de gases inflamáveis dissolvidos, mesmo à pressão atmosférica. Estes componentes libertam gases.

Observe durante o armazenamento e transporte:

- ▶ Armazene o óleo usado em recipientes resistentes à pressão.
- ▶ Encha os recipientes com nitrogênio como gás de proteção e feche-os.
- ▶ Marque-os, e. g. com o sinal de advertência "substância inflamável" W021 da ISO7010.

Compatibilidade de elastômeros

A literatura relevante recomenda os seguintes materiais selantes para óleos de poliolester (POE) com refrigerantes HFC e HFO:

- Borracha de Acrilonitrilo Butadieno (NBR), conteúdo de nitrilo > 36%
- Borracha de Acrilonitrilo Butadieno Hidrogenado (HNBR), conteúdo de nitrilo > 36%
- Borracha de Etileno-Propileno-Dieno (EPDM)

5 Óleos para refrigerante R744 (CO₂)

Caracterizando os óleos

Óleo	Tipo de óleo	Aplicação	Designação no compressor
BSE60K	Óleo de poliolester (POE)	Carga padrão de óleo para aplicações subcríticas (por exemplo em cascata)	"K" (por exemplo, 4DSL-10K)
BSE85K	Óleo de poliolester (POE)	Carga padrão de óleo para aplicações transcíticas, carga alternativa de óleo para aplicações subcríticas (por exemplo em booster)	"K" (por exemplo, 4FTE-30K)
BSG68K	Óleo de polialquilglicol (PAG)	Carga de óleo padrão e pré-condição para aplicações em baixa pressão > 40 bar / alta pressão > 120 bar, Carga de óleo alternativa para compressores em regime subcríticos e transcíticos em aplicações booster, por exemplo, com ejetores	"Z" (por exemplo, 4MTEU-10LZ)

Tab. 5: Óleos BITZER para R744

Folhas de dados de segurança de materiais

Além deste documento, observe a Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ) para o respectivo óleo. O documento possui informações sobre toxicidade, manuseio, equipamentos de proteção individual e descarte do óleo. As fichas de segurança do material para todos os óleos BITZER estão disponíveis sob solicitação.

Faixa de aplicação

Óleo	Ar condicionado	Média temp. evaporação	Baixa temp. evaporação
BSE60K	--	--	✓

Óleo	Ar condicionado	Média temp. evaporação	Baixa temp. evaporação
BSE85K	(✓)	✓	✓
BSG68K	✓*	✓	✓

Tab. 6: Faixa de aplicação de óleos para R744 em compressores recíprocos BITZER. Para limites de aplicação, consulte também o SOFTWARE BITZER.

(✓): após consulta com a Engenharia de Aplicação BITZER

✓*: BSG68K é pré-condição para aplicações com baixa pressão > 40 bar / alta pressão > 120 bar

Dados técnicos

Óleo	Tipo	Ponto de flash (°C)	Ponto de fluidez (°C)	Densidade (g/ml)			Viscosidade cinemática (cSt)			Calor específico (kJ/kg*K)		Condutividade e térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSE55/BSE60K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE85K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSG68K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				

Tab. 7: Resumo dos dados técnicos dos óleos de refrigeração BITZER.

A densidade pode ser interpolada linearmente entre os valores especificados.

Faixas de miscibilidade

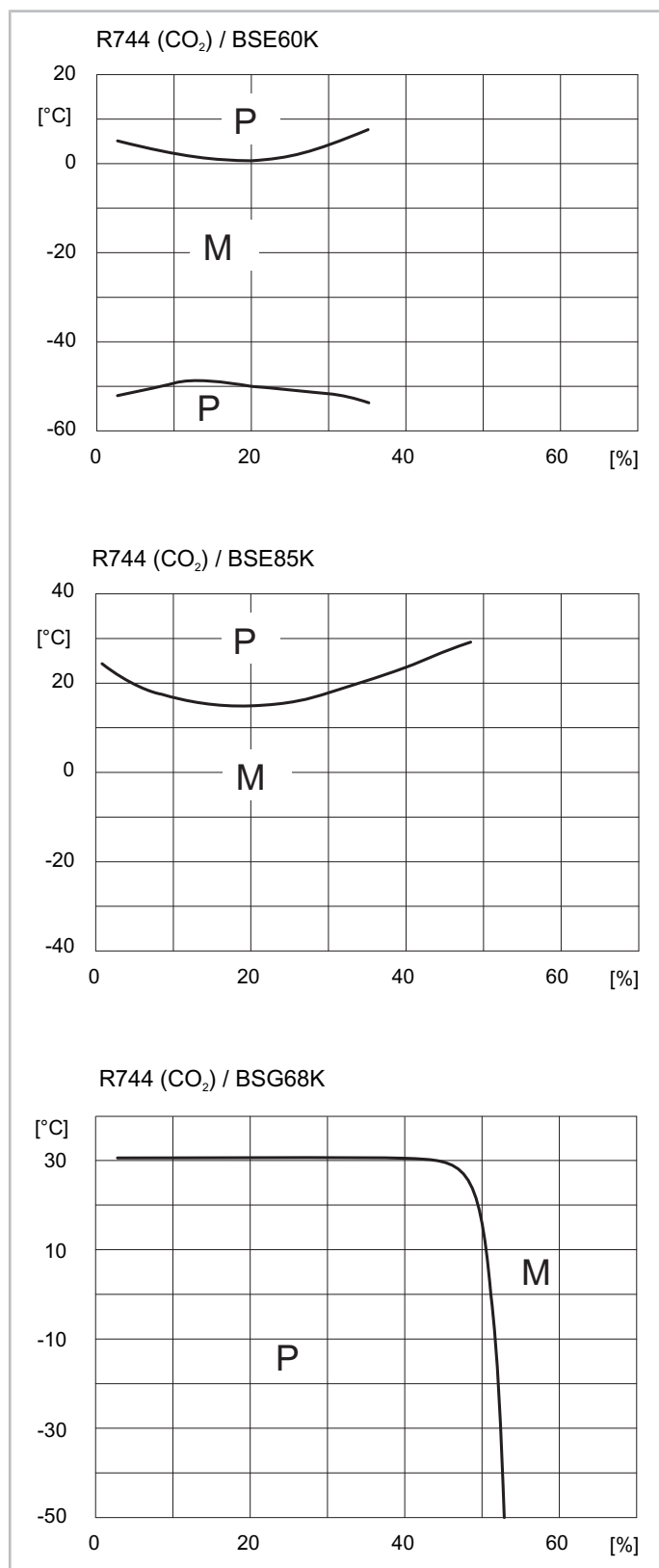


Fig. 6: Faixas de miscibilidade para R744: Teor de refrigerante na mistura dependente da pressão do fluido refrigerante e da temperatura do óleo (% em massa de refrigerante na mistura óleo-refrigerante).

M: Miscibilidade total.

P: Faixa de separação de fases (lacuna de miscibilidade).

Solubilidade do refrigerante no óleo

Os diagramas a seguir podem ser usados para verificar o conteúdo de refrigerante no lubrificante, dependendo da pressão do refrigerante e da temperatura do óleo.

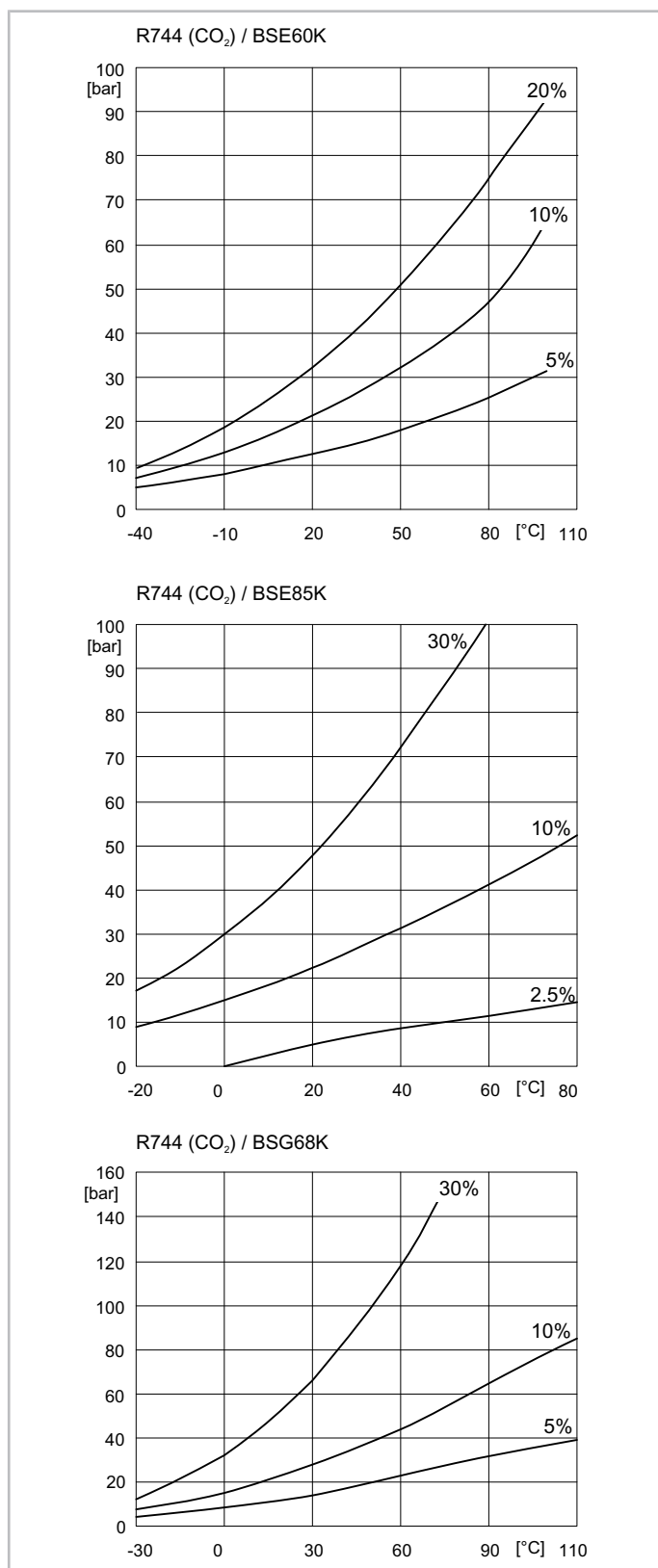


Fig. 7: Óleos para R744: Teor de refrigerante na mistura dependente da pressão do fluido refrigerante e da temperatura do óleo (% em massa de refrigerante na mistura óleo-refrigerante).

Valores de alerta para óleos usados

Os óleos listados são categorizados como grupo KB de acordo com a norma DIN51503-1. Para determinar a condição do óleo utilizado, por exemplo, no que diz respeito ao teor de água ou número total de ácido (TAN), aplicam-se os valores de referência da norma DIN 51503-2.

Óleo	Viscosidade cinemática a 40°C (DIN EN ISO3104)	Teor máximo de água (DIN51777)	Número total de ácido (DIN ISO6618)
BSE60K	fora de 47 .. 63 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g
BSE85K	fora de 68 .. 92 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g
BSG68K	fora de 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g

Tab. 8: Valores de alerta para óleos usados BITZER com R744.

(*): ± 15% do valor do óleo novo

Compatibilidade de elastômeros

A literatura relevante recomenda os seguintes materiais selantes para óleos de poliolester (POE) e óleos de polialquilglicol (PAG) com R744:

- Borracha de Acrilonitrilo Butadieno Hidrogenado (HNBR), conteúdo de nitrilo > 36%
- Borracha de Etileno-Propileno-Dieno (EPDM)
- Borracha fluorada

6 Óleos para refrigerantes de hidrocarbonetos (R290, R600a, etc.)

Caracterizando os óleos

Óleo	Tipo de óleo	Aplicação	Designação no compressor
BSG68K	Óleo de polialquilglicol (PAG)	Carga de óleo padrão	"Z" (por exemplo, 4VESP-10Z)
SHC226E	Óleo poli-alfa-olefina (PAO)	Opção	"P" (por exemplo, 4VESP-10P)

Tab. 9: Óleos BITZER para refrigerantes de hidrocarbonetos

Folhas de dados de segurança de materiais

Além deste documento, observe a Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ) para o respectivo óleo. O documento possui informações sobre toxicidade, manuseio, equipamentos de proteção individual e descarte do óleo. As fichas de segurança do material para todos os óleos BITZER estão disponíveis sob solicitação.

Faixa de aplicação



PERIGO

Risco de explosão e, portanto, perigo de morte em caso de vazamento de refrigerante e na presença de uma fonte de ignição!

Refrigerante pode inflamar e formar uma atmosfera explosiva dependendo de sua concentração no ar! Evite fontes de chama aberta e fontes de ignição na sala de máquinas e na zona de perigo!

Devido à solubilidade particularmente alta de R290 nos óleos habituais, os compressores BITZER são carregados com um óleo especial com de um alto índice de viscosidade e características tribológicas particulares.

Em vista da solubilidade, o projeto do sistema mecânico, o regime de operação e o controle do compressor e do sistema estão sujeitos a requisitos específicos. O superaquecimento baixo ou insuficiente em operação e o aquecimento insuficiente do óleo no compressor ou no separador de óleo durante os períodos de desligamento levam a uma redução substancial da viscosidade do óleo no compressor. Isso resulta em redução de desempenho, forte desgaste nas peças mecânicas de acionamento, aumento do arraste de óleo e espumação. É necessário garantir uma temperatura suficientemente alta do gás de sucção, evitando a "operação úmida" do compressor. Assegurando superaquecimento do gás de sucção suficientemente alto. A temperatura do gás de descarga dos compressores pistão deve ser ao menos 20 K e para os compressores compactos a parafusos ao menos 30 K acima da temperatura de condensação nas operações de inverno e verão.

- Baixas temperaturas do óleo e alta pressão na sucção em condição de parada devem ser evitadas. O aquecedor de cárter é absolutamente necessário, assim como a parada por recolhimento ("pump-down") deve ser prevista.
- Evite mudanças rápidas na pressão de condensação – risco de espumação no compressor ou no separador de óleo!

Para obter mais informações sobre o uso de R290 em compressores semi-herméticos a pistão:

- AT-660: Application of R290 and R1270, A3 refrigerants

Dados técnicos

Óleo	Tipo	Ponto de flash (°C)	Ponto de fluidez (°C)	Densidade (g/ml)			Viscosidade cinemática (cSt)			Calor específico (kJ/kg*K)		Condutividade térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				
SHC2 26E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14

Tab. 10: Resumo dos dados técnicos dos óleos de refrigeração BITZER.

A densidade pode ser interpolada linearmente entre os valores especificados.

Faixas de miscibilidade

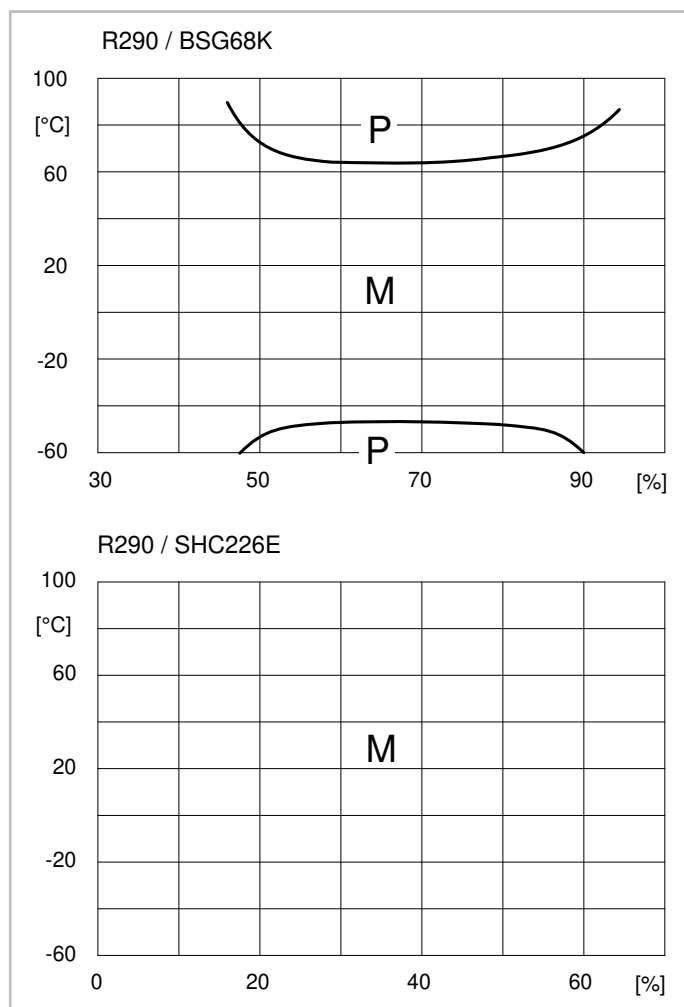


Fig. 8: Faixas de miscibilidade para R290: Temperatura limite dependendo do teor de óleo (% massa de óleo na mistura de refrigerante com óleo).

M: Miscibilidade total.

P: Faixa de separação de fases (lacuna de miscibilidade).

Solubilidade do refrigerante no óleo

Os diagramas a seguir podem ser usados para verificar o conteúdo de refrigerante no lubrificante, dependendo da pressão do refrigerante e da temperatura do óleo.

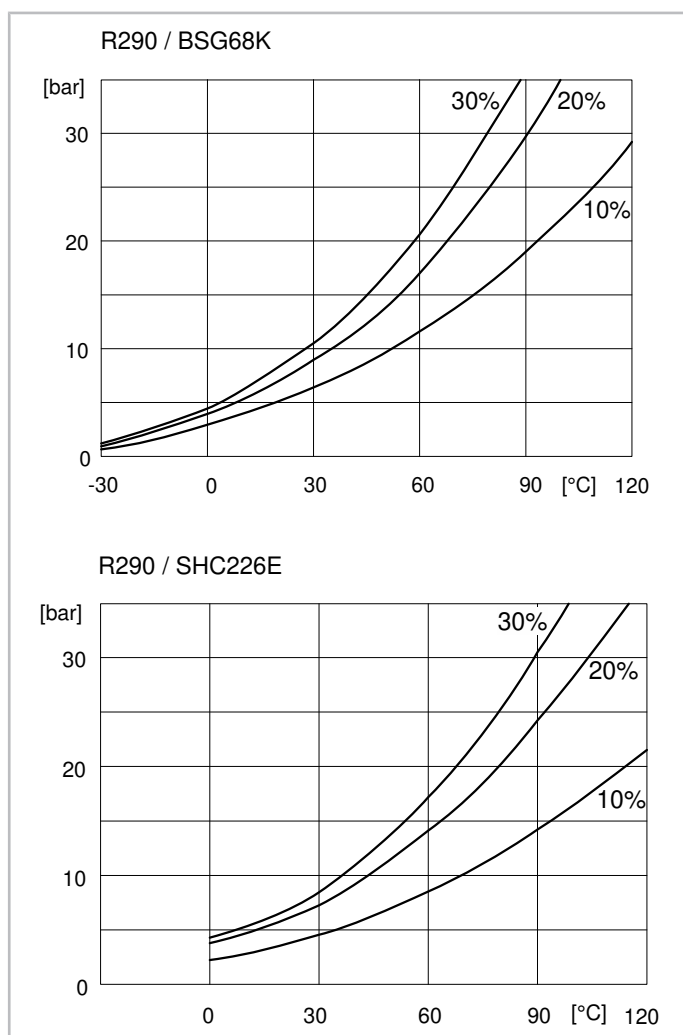


Fig. 9: Óleos para R290: Teor de refrigerante na mistura dependente da pressão do fluido refrigerante e da temperatura do óleo (% em massa de refrigerante na mistura óleo-refrigerante).

Valores de alerta para óleos usados

Os óleos listados são categorizados como grupo KE de acordo com a norma DIN51503-1. Para determinar a condição do óleo utilizado, por exemplo, no que diz respeito ao teor de água ou número total de ácido (TAN), aplicam-se os valores de referência da norma DIN 51503-2.

Óleo	Viscosidade cinemática a 40°C (DIN EN ISO3104)	Teor máximo de água (DIN51777)	Número total de ácido (DIN ISO6618)
BSG68K	fora de 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g
SHC226E	fora de 57 .. 76 cSt (*)	80 mg H ₂ O/kg de óleo	0,2 mg KOH/g

Tab. 11: Valores de alerta para óleos usados BITZER com refrigerantes de hidrocarbonetos.

(*): ± 15% do valor do óleo novo

Em caso de manutenção, certifique-se de observar o seguinte:

**AVISO**

Perigo de formação de faíscas devido a operações de comutação não intencional ou superaquecimento da resistência de cárter durante a troca de óleo.

Antes das intervenções no circuito refrigerante, interrompa a fonte de alimentação elétrica no interruptor principal!

Observe os regulamentos especiais para armazenamento e transporte de gases inflamáveis.

Ao realizar o trabalho de manutenção em local fechado garanta a ventilação adequada!

**AVISO**

Perigo de formação de faíscas ao descarregar cargas eletrostáticas!

Tome medidas contra o carregamento eletrostático de componentes não-metálicos, ferramentas, equipamentos auxiliares e roupas! Por exemplo: Use roupas antiestáticas adequadas e use ferramentas anti-faíscas. Se necessário, realize aterramento de materiais condutores.

**AVISO**

Risco de incêndio!

O óleo usado contém uma quantidade relativamente grande de refrigerante dissolvido.

Embale o óleo usado com segurança. Elimine de forma consciente.

Hidrocarbonetos, por exemplo propano, R290 ou propeno, R1270 e refrigerantes inflamáveis de baixa fluorização, por exemplo R1234yf, dissolvem-se muito bem no óleo da máquina frigorífica à temperatura ambiente. Isto também se aplica às misturas de fluidos refrigerantes que contenham estas substâncias.

O óleo usado de tais plantas ainda pode conter proporções relativamente elevadas de gases inflamáveis dissolvidos, mesmo à pressão atmosférica. Estes componentes libertam gases.

Observe durante o armazenamento e transporte:

- ▶ Armazene o óleo usado em recipientes resistentes à pressão.
- ▶ Encha os recipientes com nitrogênio como gás de proteção e feche-os.
- ▶ Marque-os, e. g. com o sinal de advertência "substância inflamável" W021 da ISO7010.

Compatibilidade de elastômero

A literatura relevante recomenda os seguintes materiais selantes para óleos de polialquilglicol (PAG) e óleos de poli-alfa-olefina (PAO) com refrigerantes de hidrocarbonetos:

- Borracha de Clorobutadieno (CR), por exemplo Neoprene
- Borracha de Acrilonitrilo Butadieno (NBR), conteúdo de nitrilo > 36%
- Borracha de Acrilonitrilo Butadieno Hidrogenado (HNBR), conteúdo de nitrilo > 36%
- Borracha fluorada

7 Óleos para refrigerante (NH₃)

Os óleos para refrigerante R717 (NH₃) aplicados em compressores BITZER abertos de acionamento externo são especificados no documento AT-640 - Informações Técnicas (capítulo "Application ranges and oils").

8 Resumo dos dados técnicos dos óleos de refrigeração BITZER

Óleo	Tipo	Ponto de flash (°C)	Ponto de fluidez z (°C)	Densidade (g/ml)			Viscosidade cinemática (cSt)			Calor específico (kJ/kg*K)		Condutividade e térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1,041	1,006	0,942	74	32	6	1,94	2,12	0,15	0,14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1,045	1,010	0,948	147	55	9	1,92	2,09	0,15	0,14
BSE8 5K	POE	246	-42	1,025	0,993	0,930	200	80	11	1,89	2,05	0,14	0,13
BSE1 70	POE	260	-27	1,002	0,970	0,915	649	170	18	1,92	2,03	0,13	0,13
BSE1 70L	POE	246	-39	0,998	0,966	0,915	305	97	11	1,92	2,06	0,14	0,13
B320 SH/ B320 SX	Complex-Ester	258	-42	1,052	1,016	0,958	993	310	32	1,68	1,85	0,12	0,12
B-CE50 0	Complex-Ester	221	-33	0,983	0,950	0,898	1611	500	51	2,11	2,35	0,17	0,16
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1,039	1,003	0,937	159	68	16				
B-PAG1 00	PAG	228	-45	1,036	0,999	0,936	272	100	18,1	1,81	2,04	0,149	0,142
B-PAG2 20	PAG	240	-42	1,031	0,997	0,934	626	223	37,5	1,84	2,06	0,15	0,15
SHC2 26E	PAO	250	-45	0,866	0,830	0,785		67	10	2,16	2,38	0,14	0,14
SHC2 30	PAO	260	-39		0,85			220	25				
BVC3 2	PVE	178	-48	0,957	0,925	0,866	100	32	5	2,01	2,14	0,13	
Reniso KM32	MO	202	-45		0,881	0,83	92,5	32	4,9	1,95	2,17	0,13	0,13
Reniso KS46	MO	204	-42		0,894	0,841	152	46	5,8	1,94	2,16	0,13	0,13
Reniso KC68	MO	223	-39		0,894	0,846		68	7,2	1,93	2,17	0,12	0,12
Reflo 68A	MO	236	-42		0,866			58	7,9	1,96	2,17	0,13	0,13

Óleo	Tipo	Ponto de flash (°C)	Ponto de fluidez (°C)	Densidade (g/ml)			Viscosidade cinemática (cSt)			Calor específico (kJ/kg*K)		Condutividade térmica (W/m*K)	
				a -30°C	a 15°C	a 100°C	a 20°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C	a 40°C	a 100°C
Reniso Ultra Cool 68	PAO / SC	250	-48		0,854	0,808		62	9,1	2,07	2,28	0,14	0,14

Tab. 12: Resumo dos dados técnicos dos óleos de refrigeração BITZER.
A densidade pode ser interpolada linearmente entre os valores especificados.

Содержание

1 Введение	115
2 Указания по технике безопасности	115
3 Общие свойства масел для холодильных компрессоров	117
4 Масла для HFC и HFO хладагентов	118
5 Масла для хладагента R744 (CO ₂)	125
6 Масла для углеводородных хладагентов (R290, R600a и т.д.)	129
7 Масла для хладагента R717 (NH ₃)	133
8 Обзор масел для холодильных компрессоров BITZER	134

1 Введение

Компрессоры BITZER заправляются высококачественным холодильным компрессорным маслом, подходящим для используемого хладагента. На эти масла BITZER распространяется контроль качества BITZER, и они оптимизированы для соответствующих компрессоров. Их химическая совместимость с современными производственными материалами и новыми хладагентами была тщательно протестирована и одобрена. Эти масла обладают превосходными смазывающими свойствами и благоприятными показателями вязкости (высокий индекс вязкости).

В дополнение к этому документу также соблюдайте инструкцию по эксплуатации для соответствующего типа компрессора.

2 Указания по технике безопасности

Специалисты, допускаемые к работе

Все работы, выполняемые с продуктами и системами, в которых они установлены или будут установлены, могут выполняться только квалифицированным и уполномоченным персоналом, прошедшим обучение и инструктаж по всем видам работ. Квалификация и компетентность квалифицированного персонала должны соответствовать местным нормам и правилам.

Остаточная опасность

Продукты, электронные аксессуары и другие компоненты системы могут представлять неизбежный остаточный риск. Поэтому любой человек, работающий над ним, должен внимательно прочитать этот документ! Обязательно для соблюдения :

- соответствующие правила и стандарты безопасности
- общепринятые правила безопасности
- EU директивы
- национальные правила и стандарты безопасности

Пример применимых стандартов: стандарты: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL standards.

Средства индивидуальной защиты

При работе с системами и их компонентами: Носите защитную рабочую обувь, защитную одежду и защитные очки. Кроме того, надевайте перчатки для защиты от обморожений при работе с открытым контуром охлаждения и с компонентами, которые могут содержать хладагент.



Рис. 1: Используйте средства индивидуальной защиты!

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности - это инструкции, предназначенные для предотвращения опасностей. Они должны строго соблюдаться!



УВЕДОМЛЕНИЕ

Указания по предотвращению ситуаций, которые могут привести к возможному повреждению оборудования.

**ВНИМАНИЕ**

Указания по предотвращению потенциально опасных ситуаций, которые могут привести к возможным легким травмам персонала.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Указания по предотвращению потенциально опасных ситуаций, которые могут привести к возможным серьезным травмам персонала или смерти.

**ОПАСНОСТЬ**

Указания по предотвращению опасных ситуаций, приводящих к серьезным травмам персонала или смерти.

Относительно масел для холодильных компрессоров в целом:

**ВНИМАНИЕ**

Масла могут быть опасны!



Соблюдайте обычные меры предосторожности при работе с минеральными маслами и химическими продуктами, а также надлежащие методы промышленной гигиены.

- ▶ Обеспечьте достаточную вентиляцию.
- ▶ Предотвращайте образование аэрозолей.
- ▶ Избегайте контакта с кожей.
- ▶ Используйте необходимые средства индивидуальной защиты (см. соответствующий паспорт безопасности).
- ▶ Не ешьте, не пейте и не курите при работе с продуктом.
- ▶ Не нагревайте масло до температур, близких к его температуре вспышки.

Меры первой помощи:

- ▶ Снимите всю одежду и обувь, испачканные продуктом.
- ▶ При попадании на кожу: тщательно промыть водой с мылом.
- ▶ В случае попадания в глаза: немедленно промыть глаза большим количеством воды.
- ▶ При проглатывании: тщательно прополоскать рот и при необходимости обратиться за медицинской помощью.
- ▶ В случае стойких симптомов: обратиться за медицинской помощью.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Опасность возгорания!

Отработанное масло содержит относительно большой объем растворенного хладагента.

Безопасно упакуйте отработанное масло. Утилизируйте экологически безопасным способом.

Углеводороды, например, пропан, R290 или пропен, R1270 и низкофторированные легковоспламеняющиеся хладагенты, например R1234yf, очень хорошо растворяются в холодильном компрессорном масле при комнатной температуре. Это также относится к смесям, содержащим эти вещества.

Отработанное масло из таких систем может содержать относительно высокий процент растворенных горючих газов даже при атмосферном давлении. Эти компоненты выделяют газ.

Соблюдайте при хранении и транспортировке:

- ▶ Залейте отработанное масло в устойчивые к давлению емкости.
- ▶ Наполните сосуды азотом в качестве защитного газа и закройте их.

- Отметьте их, например предупреждающим знаком "легковоспламеняющееся вещество" W021 по ISO7010.



ВНИМАНИЕ

Масла могут представлять опасность для окружающей среды и воды!



Избегайте попадания в окружающую среду, не допускайте попадания в дренажную систему, поверхностные или грунтовые воды.

Правильно утилизируйте масло как загрязняющие окружающую среду отходы, соблюдайте национальные и местные правила.

Паспорта безопасности

Помимо этого документа, пожалуйста, ознакомьтесь с паспортом безопасности (MSDS) для соответствующего масла. Он содержит информацию о токсичности, обращении, средствах индивидуальной защиты и утилизации масла. Паспорта безопасности для всех масел Bitzer доступны по запросу.

При работе с системой охлаждения:



ВНИМАНИЕ

Температура поверхностей может превышать 60 °C или опускаться ниже 0 °C.

Возможно получение ожогов и обморожений.



Оградите доступные места и пометьте их соответствующим образом.

Перед осуществлением работ на компрессоре: выключите компрессор и дайте ему остыть.

Помимо указаний по технике безопасности, перечисленных в этом документе, необходимо соблюдать указания и остаточные риски в соответствующих инструкциях по эксплуатации!

3 Общие свойства масел для холодильных компрессоров

Масла для холодильных компрессоров должны не только смазывать движущиеся части компрессора, но (в зависимости от индивидуальной конструкции и схемы) также герметизировать камеру сжатия и клапаны, а также отводить тепло. Для обеспечения циркуляции и возврата масла из системы, а также во избежание недостатка масла, масло должно быть достаточно растворимым с хладагентом (исключение: R717 - аммиак, см. Техническую информацию AT-640): Разделение фаз может привести к сбоям в работе, например в испарителе, ресивере и теплообменнике. Другим важным параметром является вязкость во всем диапазоне температур: в компрессоре масло должно быть достаточно вязким, но при этом достаточно текучим в холодной части системы. Кроме того, масло должно быть стойким к старению, термически и химически стабильным.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Масло с высоким содержанием воды может повредить компрессор и систему охлаждения!

Избегайте попадания воздуха в систему и емкости с маслом.

Используйте только оригинальные герметичные банки с маслом. Вскрытую тару с маслом следует плотно закрыть, а ее содержимое использовать как можно быстрее.

Для отработанных масел: Соблюдайте предупреждающие значения по содержанию воды.

Вода в контуре охлаждения может привести к коррозии и замерзанию расширительного клапана. Это отрицательно влияет на смазывающую способность и стабильность масел. С некоторыми хладагентами (например, CO₂) или маслами (например, эфирными маслами), вода также вступает в реакцию с образованием кислот – кислота, в свою очередь, разъедает металлические поверхности, и далее воду невозможно удалить вакуумированием. Особая осторожность необходима при работе с полиалкиленгликолевыми маслами (PAG), поливинилэфирными маслами (PVE) и полиэфирными маслами (POE): они сильно гигроскопичны, т. е. поглощают воду из окружающего воздуха. Она растворяется в масле и поэтому не определяется визуально.

4 Масла для HFC и HFO хладагентов

Компрессоры BITZER, предназначенные для использования с не содержащими хлора HFC и HFO хладагентами (R134a, R404A, R407A/C/F, R507A, R1234yf, R513A, R450A и т. д.), заправляются высококачественным полиэфирным маслом. В этих случаях к обозначению типа компрессора добавляется буква "Y". Полиэфирные масла BITZER значительно превосходят требования стандарта DIN 51503, часть 1, для холодильных компрессорных масел в отношении содержания воды и общего кислотного числа (TAN). Они хорошо смешиваются с HFC и HFO хладагентами и поэтому особенно подходят для работы с этими веществами.

Характеристики масел

Масло	Тип масла	Применения	Обозначение компрессора
BSE32	полиэфирное масло (POE)	стандартная заправка маслом	"Y" (например, 2CES-4Y)
BSE55	полиэфирное масло (POE)	альтернативная заправка маслом для температуры конденсации $t_c > 70^\circ\text{C}$ (доступно для многих компрессоров)	"Y" (например, 2CES-4Y)
BSE85K	полиэфирное масло (POE)	заправка маслом для специальных применений	"Y" (например, 2CES-4Y)

Табл. 1: Масла BITZER для HFC и HFO хладагентов для поршневых компрессоров

Первоначальная заправка только оригинальными маслами

!

УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность повреждения компрессора!

Полиэфирные масла BITZER обязательны в период обкатки компрессора. Используйте только эти масла для первоначальной заправки!

Полиэфирные масла BITZER характеризуются особыми трибологическими характеристиками и имеют специальные присадки для защиты от износа, увеличивающие срок службы компрессора. Использование альтернативных масел, характеристики которых во многом соответствуют оригинально заправляемым, возможно только под личную ответственность владельца системы. Их можно смешивать с исходным маслом в пределах соответствующей группы вязкости, если имеется соответствующий собственный или сопоставимый опыт для соответствующего применения. Как правило, смешивание различных типов масел может отрицательно сказаться на свойствах масел. Обязательным условием использования альтернативных масел является гарантированное содержания влаги $< 50 \text{ ppm}$ и гарантия качества продукта от производителя или поставщика.

BITZER будет использовать только полиэфирные масла BITZER для комплексных испытаний на совместимость с новыми материалами и хладагентами. В случае замены материалов в продукции BITZER в тесты будут включены только полиэфирные масла BITZER.

Хладагенты с низким GWP: более жесткие требования к холодильным системам

Многие смеси хладагентов с низким потенциалом глобального потепления (GWP), такие как R448A, R449A, R450A, R452A и R513A, содержат ненасыщенные компаунды R1234yf и R1234ze(E). Часть из них хорошо растворяется в масле, что приводит к сильному снижению вязкости. По этой причине необходимо обеспечить достаточный перегрев! Низкая химическая стабильность (необходимая для низкого GWP) требует особого внимания в отношении чистоты, сухости и вакуумирования холодильного контура.

Паспорта безопасности

Помимо этого документа, пожалуйста, ознакомьтесь с паспортом безопасности (MSDS) для соответствующего масла. Он содержит информацию о токсичности, обращении, средствах индивидуальной защиты и утилизации масла. Паспорта безопасности для всех масел Bitzer доступны [по запросу](#).

Диапазон применения

Масло	подходит напр. для хладагентов	Диапазон применения			
		охлаждение с $t_o \leq 25^\circ\text{C}$	кондиционирование воздуха	среднетемпературное применение	низкотемпературное применение
BSE32 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
	R1234yf				
	R450A	✓	✓	✓	--
	R404A				
	R448A				
	R449A	--	(✓)	✓	✓
	R452A				
	R407A / F				
	R407C	--	✓	✓	--
	R507A	--	(✓)	✓	✓
BSE55 $t_c \leq 70^\circ\text{C}$	R1234ze(E)	--	✓	✓	--
BSE55 t_c даже $> 70^\circ\text{C}$	R134a	✓	✓	✓	(✓)
	R513A				
	R1234yf				
	R450A	✓	✓	✓	--
	R407C	--	✓	✓	--
	R410A	--	✓	✓	(✓)
BSE85K	R1234ze(E) при $t_o > 15^\circ\text{C}$ или $t_c > 70^\circ\text{C}$. Другие хладагенты: специальное применение после консультации с Bitzer.				

Табл. 2: Диапазон применения полиэфирных масел (POE) для HFC и HFO хладагентов в поршневых компрессорах BITZER. Области применения см. также в BITZER SOFTWARE.

t_o : температура испарения

t_c : температура конденсации

(✓): после консультации с Bitzer

Технические данные

Мас- ло	Тип	Тем- пера- тура вспы- шки (°C)	Тем- пера- тура за- сты- ва- ния (°C)	Плотность (g/ml)			Кинематическая вязкость (cSt)			Удельная теплоем- кость (kJ/ kg*K)		Теплопро- водность (W/m*K)	
				при -30°C	при 15°C	при 100°C	при 20°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1.041	1.006	0.942	74	32	6	1.94	2.12	0.15	0.14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1.045	1.010	0.948	147	55	9	1.92	2.09	0.15	0.14

Мас- ло	Тип	Тем- пера- тура вспы- шки (°C)	Тем- пера- тура за- сты- ва- ния (°C)	Плотность (g/ml)			Кинематическая вязкость (cSt)			Удельная теплоем- кость (kJ/ kg*K)		Теплопро- водность (W/m*K)	
				при -30°C	при 15°C	при 100°C	при 20°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C
BSE8 5K	POE	246	-42	1.025	0.993	0.930	200	80	11	1.89	2.05	0.14	0.13

Табл. 3: Обзор технических характеристик масел для холодильных компрессоров BITZER.

Плотность может быть линейно интерполирована между указанными значениями.

Диаграммы смешиваемости BSE32

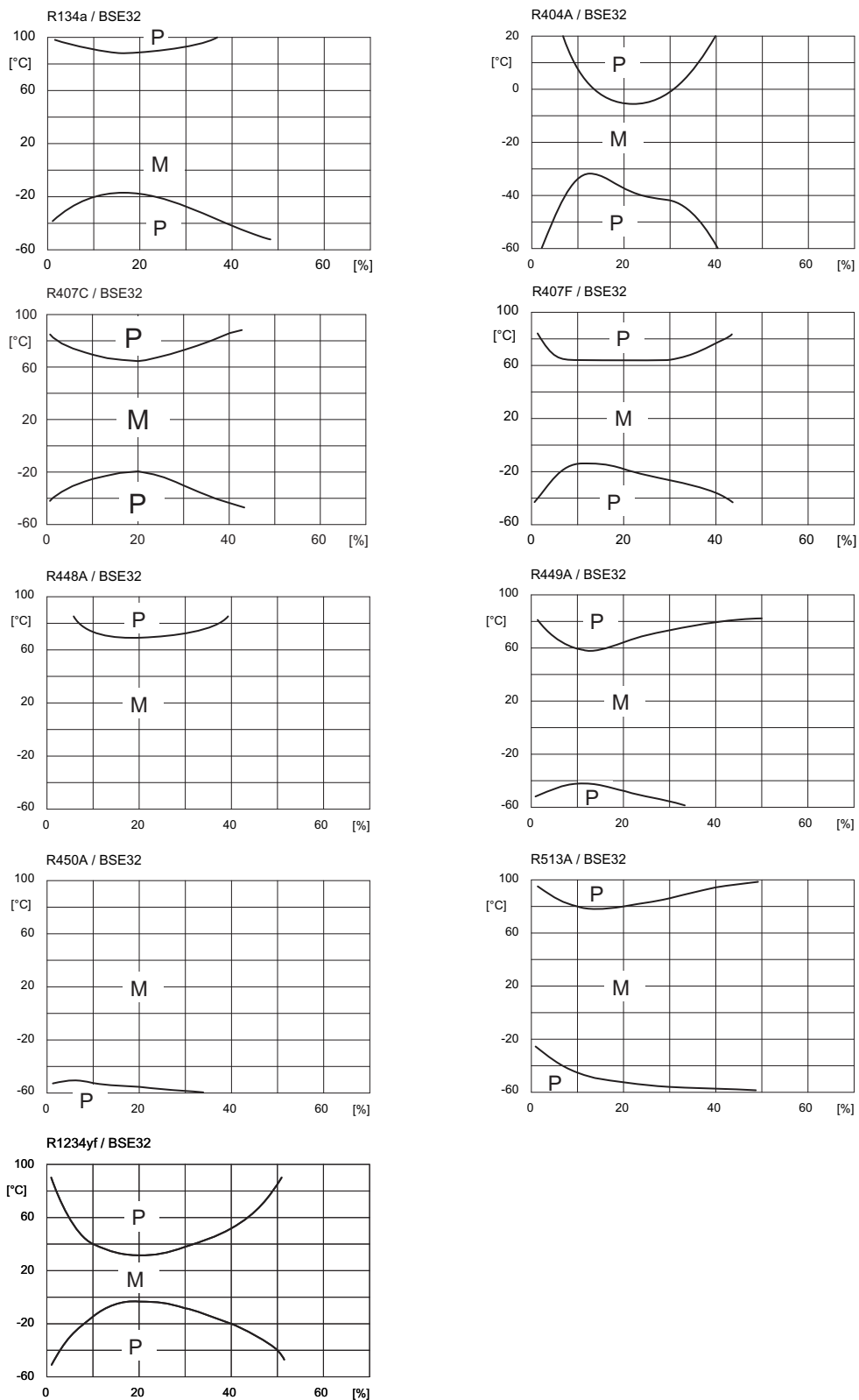


Рис. 2: Диаграммы смешиваемости для масла BSE32: Предельная температура зависит от содержания масла (% масла по массе в смеси хладагента с маслом).

M: Диапазон полной смешиваемости.

P: Диапазон с разделением фаз.

Диаграммы смешиваемости BSE55

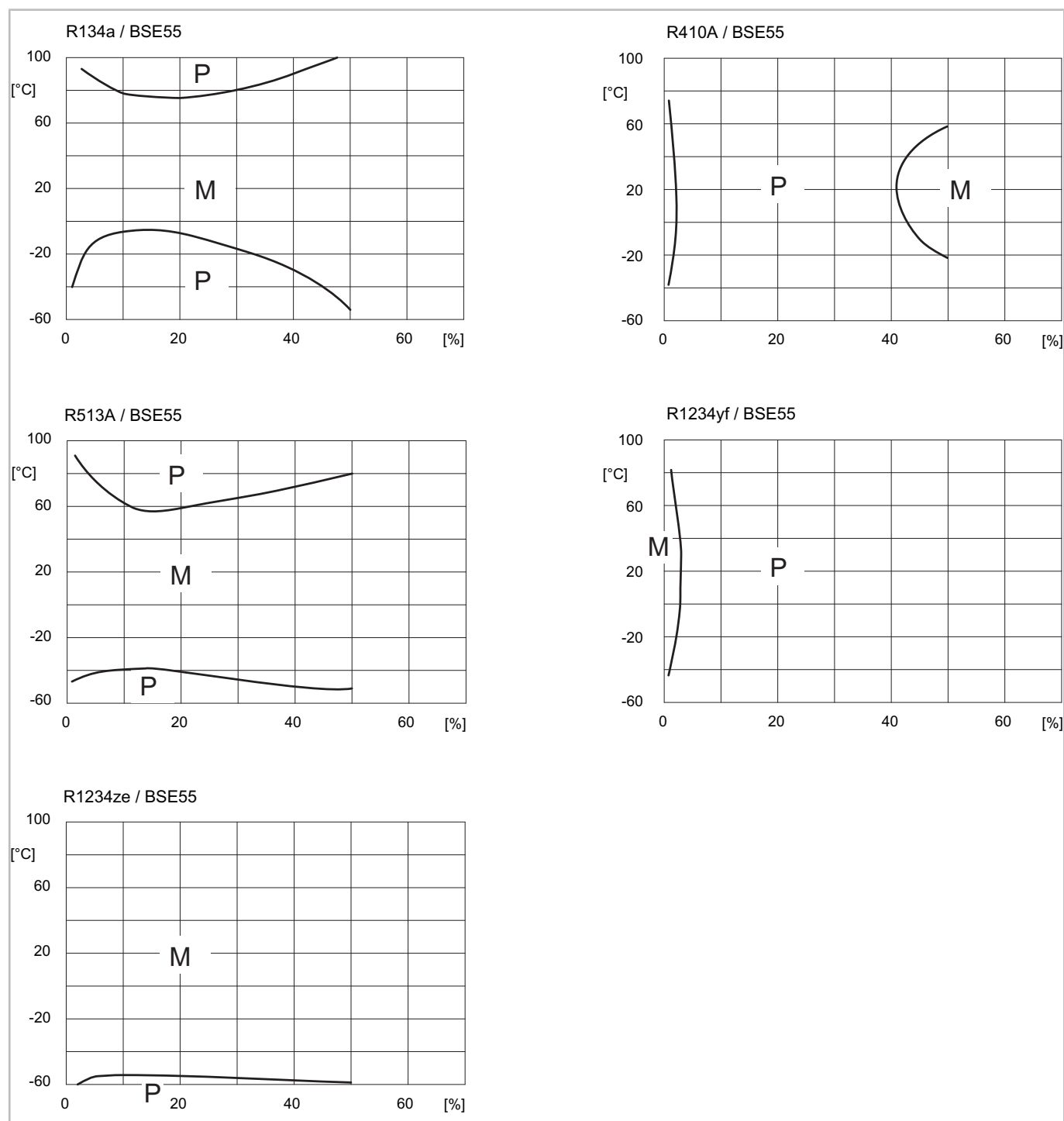


Рис. 3: Диаграммы смешиваемости для масла BSE55: Предельная температура зависит от содержания масла (% масла по массе в смеси хладагента с маслом).

M: Диапазон полной смешиваемости.

P: Диапазон с разделением фаз.

Растворимость хладагентов в BSE32

Следующие диаграммы можно использовать для определения содержания хладагента в масле в зависимости от давления хладагента и температуры масла.

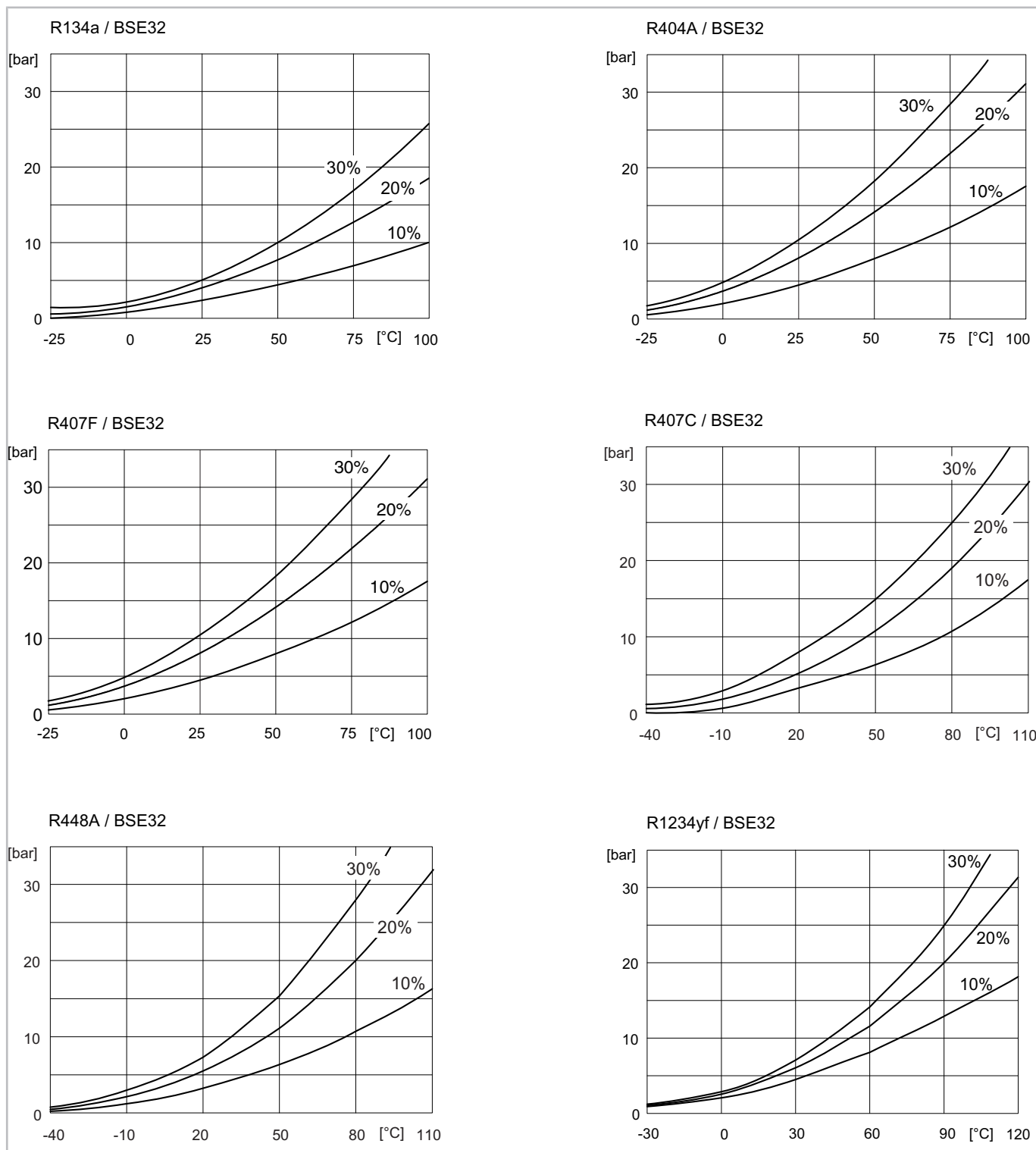


Рис. 4: Масло BSE32: Давление хладагента в зависимости от температуры масла и содержания хладагента (% хладагента по массе в смеси масло-хладагент).

Растворимость хладагентов в BSE55

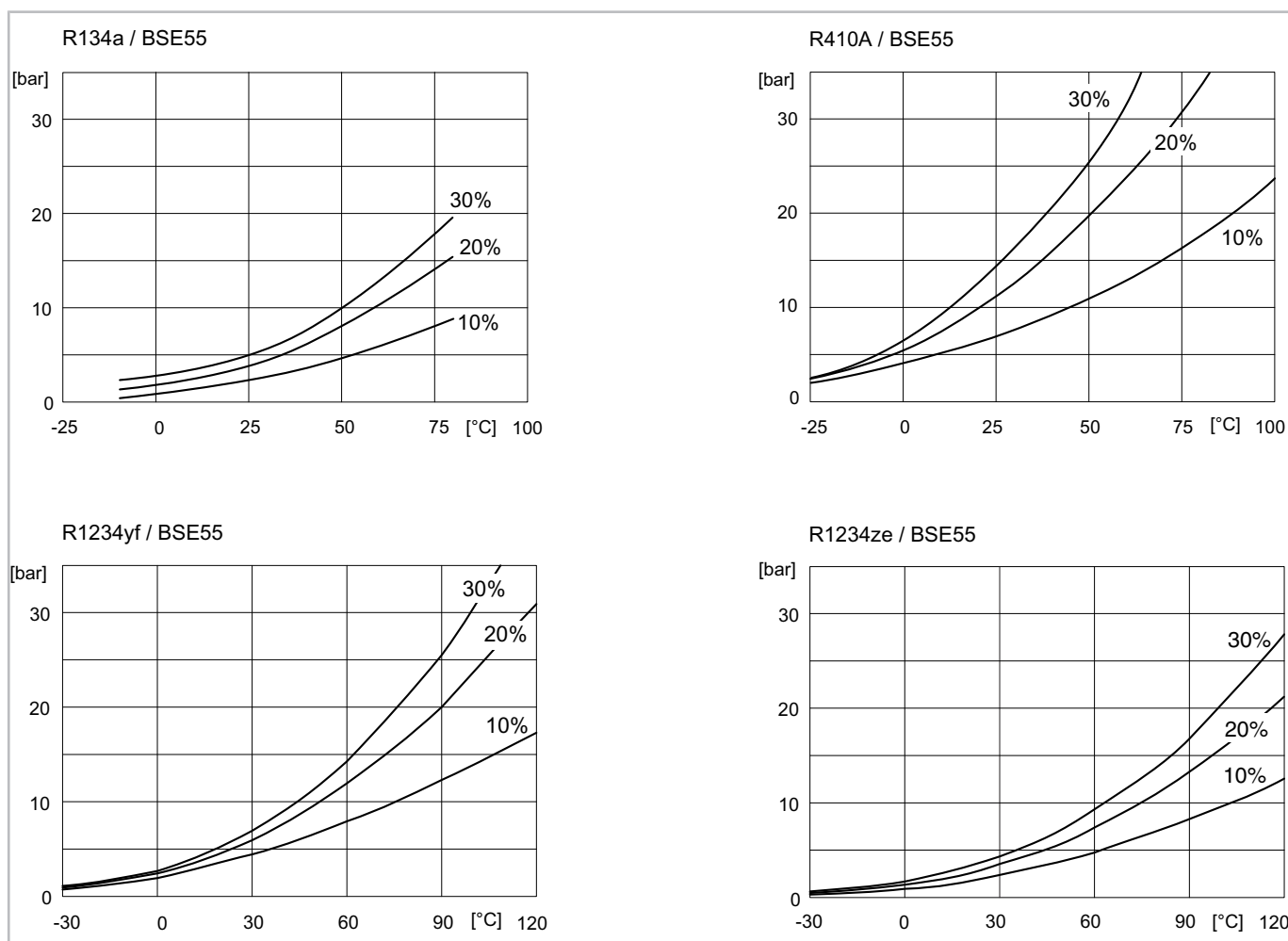


Рис. 5: Масло BSE55: Давление хладагента в зависимости от температуры масла и содержания хладагента (% хладагента по массе в смеси масло-хладагент).

Пограничные значения для отработанных масел

Перечисленные полиэфирные масла относятся к группе KD согласно DIN51503-1. Для определения состояния отработанного масла, например, в отношении содержания воды или общего кислотного числа (TAN) применяются справочные значения DIN 51503-2.

Масло	Кинематическая вязкость при 40°C (DIN EN ISO3104)	Макс. содержание воды (DIN51777)	Общее кислотное число (DIN ISO6618)
BSE32	за пределами 27 .. 37 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g
BSE55	за пределами 47 .. 63 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g
BSE85K	за пределами 68 .. 92 cSt (*)	200 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g

Табл. 4: Пограничные значения для масел BITZER для HFC и HFO хладагентов.

(*): ± 15% от значения для нового масла

При использовании A2L хладагентов:



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность возгорания!

Отработанное масло содержит относительно большой объем растворенного хладагента.

Безопасно упакуйте отработанное масло. Утилизируйте экологически безопасным способом.

Углеводороды, например, пропан, R290 или пропен, R1270 и низкофторированные легковоспламеняющиеся хладагенты, например R1234yf, очень хорошо растворяются в холодильном компрессорном масле при комнатной температуре. Это также относится к смесям, содержащим эти вещества.

Отработанное масло из таких систем может содержать относительно высокий процент растворенных горючих газов даже при атмосферном давлении. Эти компоненты выделяют газ.

Соблюдайте при хранении и транспортировке:

- ▶ Залейте отработанное масло в устойчивые к давлению емкости.
- ▶ Наполните сосуды азотом в качестве защитного газа и закройте их.
- ▶ Отметьте их, например предупреждающим знаком "легковоспламеняющееся вещество" W021 по ISO7010.

Совместимость с эластомерами

Соответствующая литература рекомендует следующие уплотнительные материалы для полиэфирных масел (POE) с HFC и HFO хладагентами:

- акрилонитрилбутадиеновый каучук, содержание нитрила >36%
- гидрогенизированный акрилонитрилбутадиеновый каучук, содержание нитрила >36%
- этилен-пропилен-диеновый каучук

5 Масла для хладагента R744 (CO₂)

Характеристики масел

Масло	Тип масла	Применения	Обозначение компрессора
BSE60K	полиэфирное масло (POE)	заправка маслом для субкритических (например каскады) применений	"K" (например, 4DSL-10K)
BSE85K	полиэфирное масло (POE)	стандартная заправка маслом для транскритических применений, альтернативная заправка маслом для субкритических (например бустеры) применений	"K" (например, 4FTE-30K)
BSG68K	полиалкиленгликолевое масло (PAG)	стандартная заправка маслом и обязательное условие для применений с низким давлением > 40 bar / высоким давлением > 120 bar, альтернативная заправка маслом для суб- и транскритических компрессоров в бустер применениях, например с эжекторами	"Z" (например, 4MTEU-10LZ)

Табл. 5: Масла BITZER R744 (CO₂)

Паспорта безопасности

Помимо этого документа, пожалуйста, ознакомьтесь с паспортом безопасности (MSDS) для соответствующего масла. Он содержит информацию о токсичности, обращении, средствах индивидуальной защиты и утилизации масла. Паспорта безопасности для всех масел Bitzer доступны по запросу.

Диапазон применения

Масло	Кондиционирование воздуха	Среднетемпературное применение	Низкотемпературное применение
BSE60K	--	--	✓
BSE85K	(✓)	✓	✓
BSG68K	✓*	✓	✓

Табл. 6: Диапазон применения масел для R744 в поршневых компрессорах BITZER. Области применения см. также в BITZER SOFTWARE.

(✓): после консультации с BITZER

✓*: BSG68K является обязательным условием для применений с низким давлением > 40 bar / высоким давлением > 120 bar,

Технические данные

Масло	Тип	Температура вспышки (°C)	Температура застывания (°C)	Плотность (g/ml)			Кинематическая вязкость (cSt)			Удельная теплоемкость (kJ/kg*K)		Теплопроводность (W/m*K)	
				при -30°C	при 15°C	при 100°C	при 20°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C
BSE55/ BSE60K	POE	280	-51	1.045	1.010	0.948	147	55	9	1.92	2.09	0.15	0.14
BSE85K	POE	246	-42	1.025	0.993	0.930	200	80	11	1.89	2.05	0.14	0.13
BSG68K	PAG	>200	-46	1.039	1.003	0.937	159	68	16				

Табл. 7: Обзор технических характеристик масел для холодильных компрессоров BITZER.

Плотность может быть линейно интерполирована между указанными значениями.

Диаграммы смешиваемости

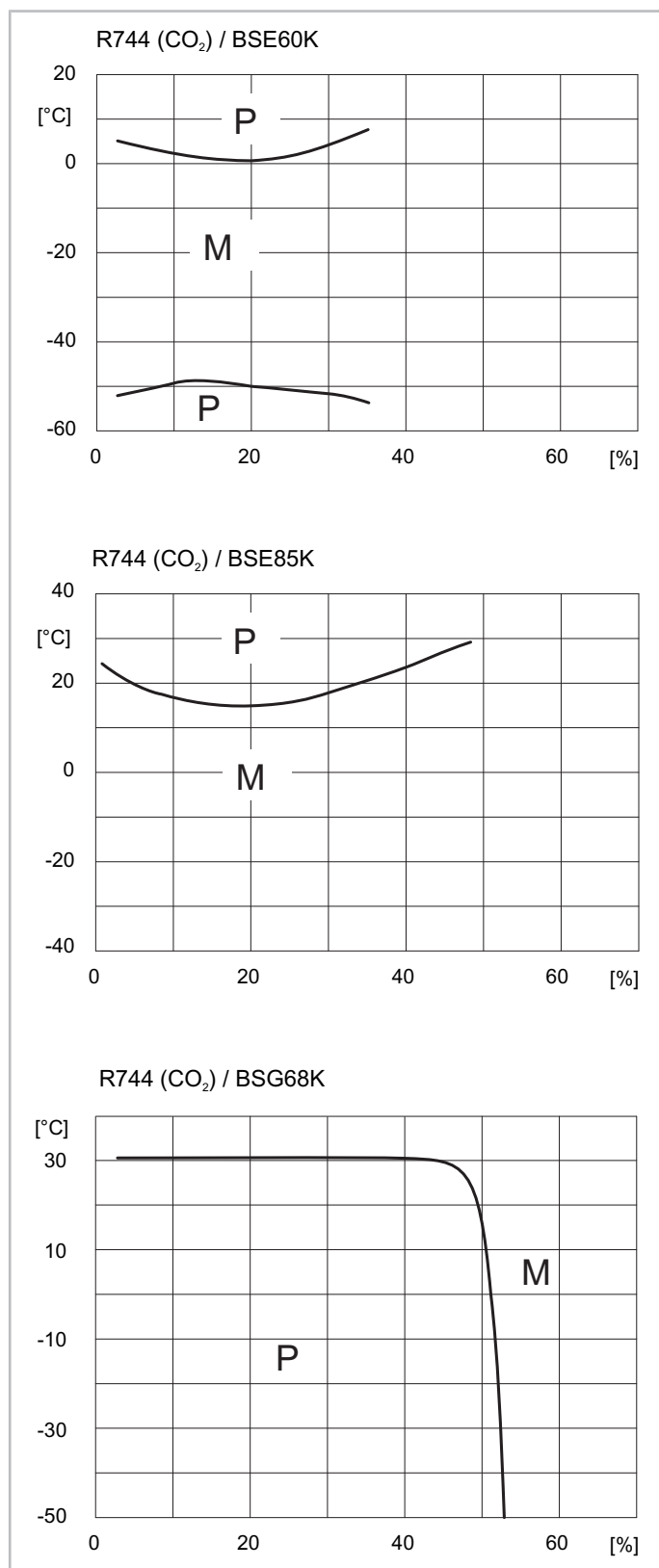


Рис. 6: Диаграммы смешиваемости для R744: Предельная температура зависит от содержания масла (% масла по массе в смеси хладагента с маслом).

М: Диапазон полной смешиваемости.

Р: Диапазон с разделением фаз.

Растворимость хладагента в масле

Следующие диаграммы можно использовать для определения содержания хладагента в масле в зависимости от давления хладагента и температуры масла.

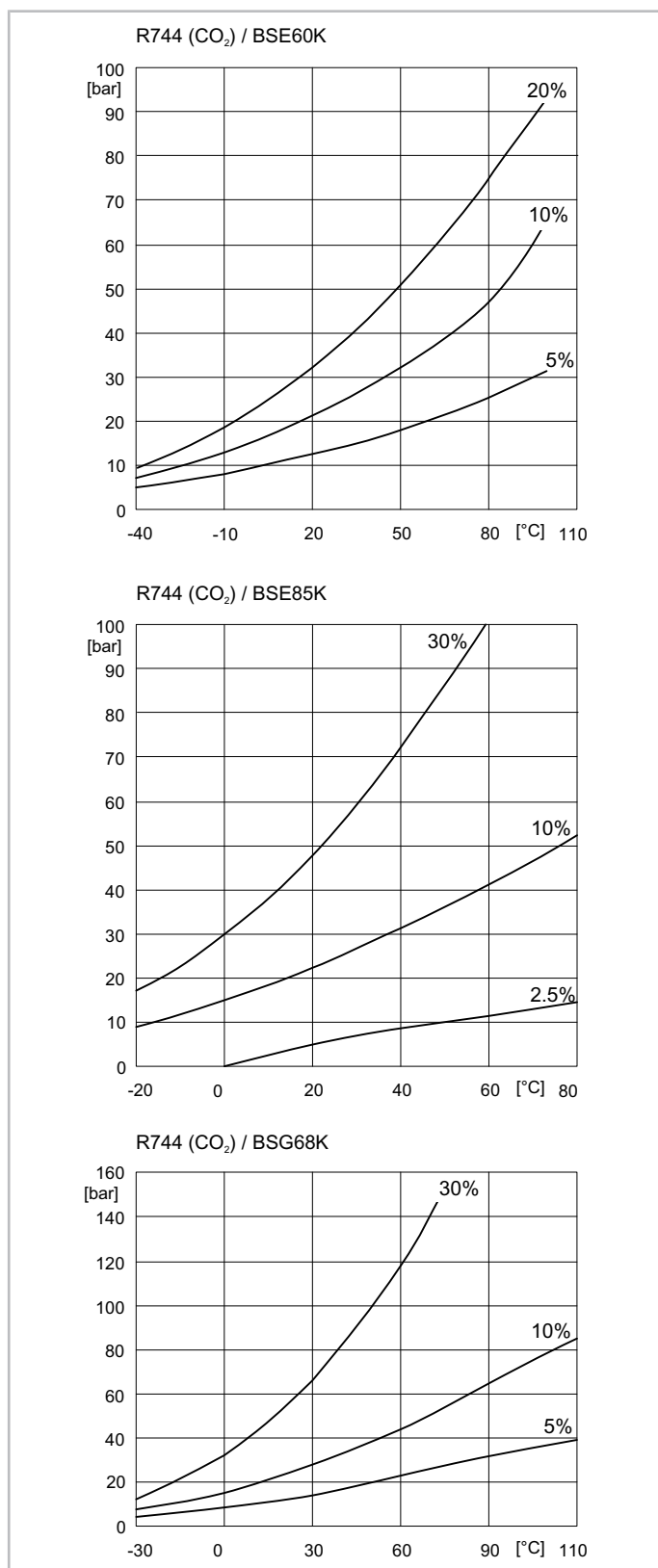


Рис. 7: Масла для R744: Давление хладагента в зависимости от температуры масла и содержания хладагента (% хладагента по массе в смеси масло-хладагент).

Пограничные значения для отработанных масел

Перечисленные полиэфирные масла и полиалкиленгликолевые масла относятся к группе KB согласно DIN51503-1. Для определения состояния отработанного масла, например, в отношении содержания воды или общего кислотного числа (TAN) применяются справочные значения DIN 51503-2.

Масло	Кинематическая вязкость при 40°C (DIN EN ISO3104)	Макс. содержание воды (DIN51777)	Общее кислотное число (DIN ISO 6618)
BSE60K	за пределами 47 .. 63 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g
BSE85K	за пределами 68 .. 92 cSt (*)	150 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g
BSG68K	за пределами 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g

Табл. 8: Пограничные значения для масел BITZER для R744.

(*): ± 15% от значения для нового масла

Совместимость с эластомерами

Соответствующая литература рекомендует использовать следующие уплотнительные материалы для полиэфирных масел (POE) и полиалкиленгликолевых масел (PAG) с R744:

- гидрогенизированный акрилонитрилбутадиеновый каучук, содержание нитрила >36%
- этилен-пропилен-диеновый каучук
- фторкаучук

6 Масла для углеводородных хладагентов (R290, R600a и т.д.)

Характеристики масел

Масло	Тип масла	Применения	Обозначение компрессора
BSG68K	полиалкиленгликолевое масло (PAG)	стандартная заправка маслом систем	"Z" (например, 4VESP-10Z)
SHC226E	поли-альфа-олефиновое масло (PAO)	опция	"P" (например, 4VESP-10P)

Табл. 9: Масло BITZER для Углеводородный хладагент

Паспорта безопасности

Помимо этого документа, пожалуйста, ознакомьтесь с паспортом безопасности (MSDS) для соответствующего масла. Он содержит информацию о токсичности, обращении, средствах индивидуальной защиты и утилизации масла. Паспорта безопасности для всех масел Bitzer доступны по запросу.

Диапазон применения



ОПАСНОСТЬ

Опасность взрыва и, следовательно, опасность для жизни в случае утечки хладагента и при присутствии источника воспламенения!

Хладагент может воспламеняться, а также образовывать взрывоопасную атмосферу в зависимости от его концентрации в воздухе!

Избегайте открытого огня и источников воспламенения в машинном отделении и во взрывоопасной зоне!

Благодаря особенно высокой растворимости хладагентов группы безопасности A3 (например, R290, пропан) в обычных маслах, компрессоры BITZER заправляются специальным маслом с высоким индексом вязкости и особенно хорошими трибологическими характеристиками.

Ввиду растворимости существуют особые требования к конструкции, эксплуатации и управлению компрессором и системой. Низкий или недостаточный перегрев при работе и недостаточный подогрев масла в компрессоре или маслоотделителе в периоды простоя приводят к существенному снижению вязкости масла в компрессоре. Это приводит к снижению производительности, сильному износу компрессора, повышенному уносу масла и пенообразованию. Защитите компрессор от "влажного хода" и обеспечьте достаточно высокий перегрев всасываемого газа. Температура нагнетания в поршневых компрессорах должна быть не менее чем на 20 K, в компактных винтовых компрессорах не менее чем на 30 K выше температуры конденсации в летнем и зимнем режимах работы.

- Следует избегать низких температур масла и высокого давления на стороне всасывания. Абсолютно необходим подогреватель масла, и при необходимости должна быть предусмотрена дополнительная система вакуумирования.
- Избегайте резких изменений давления конденсации — опасность сильного пенообразования в компрессоре или в маслоотделителе!

Для получения дополнительной информации по использованию R290 в полугерметичных компрессорах:

- AT-660: Применение хладагентов R290 и R1270, A3

Технические данные

Мас-ло	Тип	Тем-пе-ра-тура вспышки (°C)	Тем-пе-ра-тура за-сты-ва-ния (°C)	Плотность (g/ml)			Кинематическая вязкость (cSt)			Удельная теплос-кость (kJ/kg*K)		Теплопро-водность (W/m*K)	
				при -30°C	при 15°C	при 100°C	при 20°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1.039	1.003	0.937	159	68	16				
SHC2 26E	PAO	250	-45	0.866	0.830	0.785		67	10	2.16	2.38	0.14	0.14

Табл. 10: Обзор технических характеристик масел для холодильных компрессоров BITZER.

Плотность может быть линейно интерполирована между указанными значениями.

Диаграммы смешиваемости

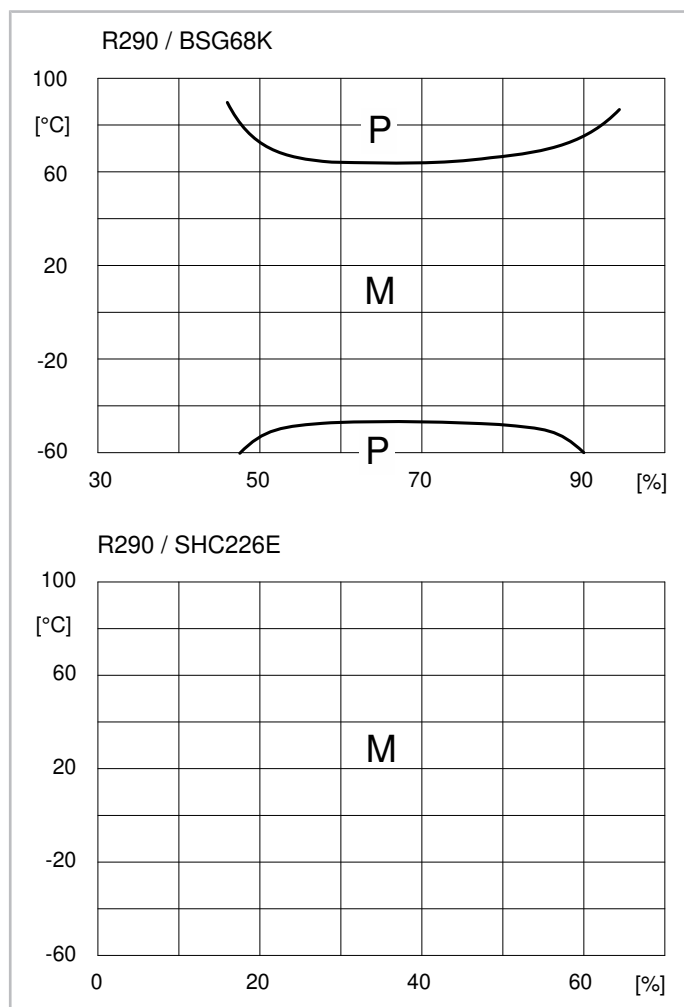


Рис. 8: Диаграммы смешиваемости для R290: Предельная температура зависит от содержания масла (% масла по массе в смеси хладагента с маслом).

M: Диапазон полной смешиваемости.

P: Диапазон с разделением фаз.

Растворимость хладагента в масле

Следующие диаграммы можно использовать для определения содержания хладагента в масле в зависимости от давления хладагента и температуры масла.

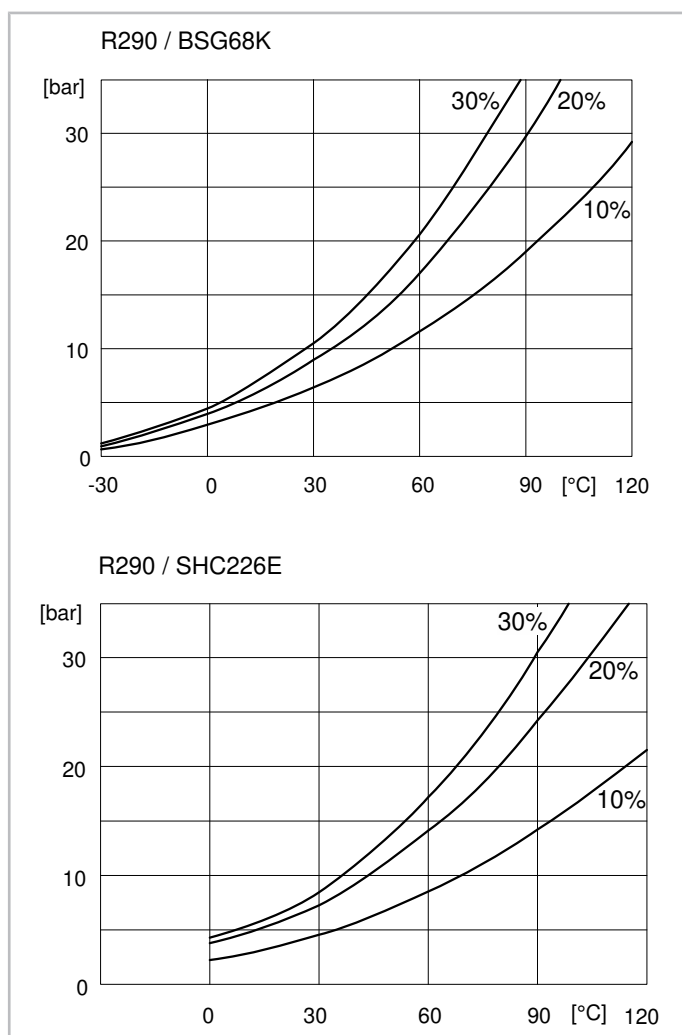


Рис. 9: Масла для R290: Давление хладагента в зависимости от температуры масла и содержания хладагента (% хладагента по массе в смеси масло-хладагент).

Пограничные значения для отработанных масел

Перечисленные полиэфирные масла относятся к группе KD согласно DIN51503-1. Для определения состояния отработанного масла, например, в отношении содержания воды или общего кислотного числа (TAN) применяются справочные значения DIN 51503-2.

Масло	Кинематическая вязкость при 40°C (DIN EN ISO3104)	Макс. содержание во- ды (DIN51777)	Общее кислотное число (DIN ISO6618)
BSG68K	за пределами 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g
SHC226E	за пределами 57 .. 76 cSt (*)	80 mg H ₂ O/kg масла	0.2 mg KOH/g

Табл. 11: Пограничные значения для масел BITZER для Углеводородный хладагент

(*): ± 15% от значения для нового масла

При техническом обслуживании обязательно соблюдайте следующее:



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность искрообразования из-за непреднамеренных включений или перегрева подогревателя масла при замене масла.

Перед вмешательством в холодильный контур отключите эл. питание главным выключателем!

Соблюдайте особые правила хранения и транспортировки горючих газов.

При выполнении работ по техническому обслуживанию в помещении всегда включайте вентиляцию помещения!



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность искрообразования при разрядке электростатических зарядов!

Примите меры против электростатического заряда неметаллических компонентов, инструментов, вспомогательного оборудования и одежды! Например: Носите подходящую антистатическую одежду, используйте искробезопасные инструменты. При необходимости выполните дополнительное заземление токоведущих частей.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность возгорания!

Отработанное масло содержит относительно большой объем растворенного хладагента.

Безопасно упакуйте отработанное масло. Утилизируйте экологически безопасным способом.

Углеводороды, например, пропан, R290 или пропен, R1270 и низкофторированные легковоспламеняющиеся хладагенты, например R1234yf, очень хорошо растворяются в холодильном компрессорном масле при комнатной температуре. Это также относится к смесям, содержащим эти вещества.

Отработанное масло из таких систем может содержать относительно высокий процент растворенных горючих газов даже при атмосферном давлении. Эти компоненты выделяют газ.

Соблюдайте при хранении и транспортировке:

- ▶ Залейте отработанное масло в устойчивые к давлению емкости.
- ▶ Наполните сосуды азотом в качестве защитного газа и закройте их.
- ▶ Отметьте их, например предупреждающим знаком "легковоспламеняющееся вещество" W021 по ISO7010.

Совместимость с эластомерами

Соответствующая литература рекомендуют следующие уплотнительные материалы для полиалкиленгликолевых масел (PAG) и поли-альфа-олефиновых масел (PAO) для Углеводородный хладагент:

- хлорбутадиеновый каучук, т.е. неопрены
- акрилонитрилбутадиеновый каучук, содержание нитрила >36%
- гидрогенизированный акрилонитрилбутадиеновый каучук, содержание нитрила >36%
- фторкаучук

7 Масла для хладагента R717 (NH₃)

Информация по маслам для хладагента R717 (NH₃) для открытых компрессоров BITZER представлена в Технической информации [AT-640](#) (глава "Диапазоны применения и масла").

8 Обзор масел для холодильных компрессоров BITZER

Мас- ло	Тип	Тем- пера- тура вспы- шки (°C)	Тем- пера- тура за- сты- ва- ния (°C)	Плотность (g/ml)			Кинематическая вязкость (cSt)			Удельная теплоем- кость (kJ/ kg*K)		Теплопро- водность (W/m*K)	
				при -30°C	при 15°C	при 100°C	при 20°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C
BSE3 2/ BSE3 5K	POE	247	-57	1.041	1.006	0.942	74	32	6	1.94	2.12	0.15	0.14
BSE5 5/ BSE6 0K	POE	280	-51	1.045	1.010	0.948	147	55	9	1.92	2.09	0.15	0.14
BSE8 5K	POE	246	-42	1.025	0.993	0.930	200	80	11	1.89	2.05	0.14	0.13
BSE1 70	POE	260	-27	1.002	0.970	0.915	649	170	18	1.92	2.03	0.13	0.13
BSE1 70L	POE	246	-39	0.998	0.966	0.915	305	97	11	1.92	2.06	0.14	0.13
B320 SH/ B320 SX	слож- ный эфир	258	-42	1.052	1.016	0.958	993	310	32	1.68	1.85	0.12	0.12
B- CE50 0	слож- ный эфир	221	-33	0.983	0.950	0.898	1611	500	51	2.11	2.35	0.17	0.16
BSG6 8K	PAG	>200	-46	1.039	1.003	0.937	159	68	16				
B- PAG1 00	PAG	228	-45	1.036	0.999	0.936	272	100	18.1	1.81	2.04	0.149	0.142
B- PAG2 20	PAG	240	-42	1.031	0.997	0.934	626	223	37.5	1.84	2.06	0.15	0.15
SHC2 26E	PAO	250	-45	0.866	0.830	0.785		67	10	2.16	2.38	0.14	0.14
SHC2 30	PAO	260	-39		0.85			220	25				
BVC3 2	PVE	178	-48	0.957	0.925	0.866	100	32	5	2.01	2.14	0.13	
Renis o KM32	MO	202	-45		0.881	0.83	92.5	32	4.9	1.95	2.17	0.13	0.13
Renis o KS46	MO	204	-42		0.894	0.841	152	46	5.8	1.94	2.16	0.13	0.13

Мас- ло	Тип	Тем- пера- тура вспы- шки (°C)	Тем- пера- тура за- сты- ва- ния (°C)	Плотность (g/ml)			Кинематическая вязкость (cSt)			Удельная теплоем- кость (kJ/ kg*K)		Теплопро- водность (W/m*K)	
				при -30°C	при 15°C	при 100°C	при 20°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C	при 40°C	при 100°C
Renis o KC68	MO	223	-39		0.894	0.846		68	7.2	1.93	2.17	0.12	0.12
Reflo 68A	MO	236	-42		0.866			58	7.9	1.96	2.17	0.13	0.13
Renis o Ultra Cool 68	PAO / SC	250	-48		0.854	0.808		62	9.1	2.07	2.28	0.14	0.14

Табл. 12: Обзор технических характеристик масел для холодильных компрессоров BITZER.

Плотность может быть линейно интерполирована между указанными значениями.