



DAS HERZ DER FRISCHE

OPERATING INSTRUCTIONS

BETRIEBSANLEITUNG

INSTRUCTION DE SERVICE

KB-120-8

Halbhermetische Hubkolbenverdichter für subkritische CO₂-Anwendungen Originalbetriebsanleitung Deutsch	2
Semi-hermetic reciprocating compressors for subcritical CO₂ applications Translation of the original Operating Instructions English.....	19
Compresseurs à piston hermétiques accessibles pour applications CO₂ sous-critiques Traduction des instructions de service d'origine Français.....	36

2MME .. 2FME

2EME .. 2DME

4FME .. 4DME

4TME .. 4PME

6TME .. 6PME

2NSL .. 2FSL

2ESL .. 2CSL

4FSL .. 4CSL

4VSL .. 4NSL

Dokument für Monteur
Document for installers
Document pour des monteurs



Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
1.1 Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten	3
2 Sicherheit	3
2.1 Autorisiertes Fachpersonal	3
2.2 Restgefahren	3
2.3 Sicherheitshinweise	3
2.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise	4
3 Anwendungsbereiche	5
4 Montage	6
4.1 Schwingungsdämpfer	6
4.2 Absperrventile / Schweißanschlüsse	7
4.3 Anschlüsse und Maßzeichnungen	8
5 Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM)	12
6 In Betrieb nehmen	13
6.1 Evakuieren.....	13
6.2 Kältemittel einfüllen.....	13
6.3 Verdichteranlauf.....	14
6.3.1 Betriebsdaten überprüfen	15
7 Betrieb	15
7.1 Betriebstemperaturen und Schmierbedingungen	15
7.2 Regelmäßige Prüfungen.....	15
7.3 Maßnahmen bei unbeabsichtigter CO ₂ -Emission	16
8 Druck- und Sattdampftemperaturtabelle für CO₂	17

1 Einleitung

Die vorliegende Betriebsanleitung ist als ergänzende Betriebsanleitung zur Betriebsanleitung KB-104 (ECOLINE und ECOLINE VARISPEED) zu betrachten und beschränkt sich auf die Besonderheiten der Verdichter

- 2MME-07K .. 2FME-5K
- 2EME-4K .. 2DME-7K
- 4FME-7K .. 4DME-10K
- 4TME-20K .. 4PME-25K
- 6TME-35K .. 6PME-40K
- 2NSL-05K .. 2FSL-4K
- 2ESL-4K .. 2CSL-6K
- 4FSL-7K .. 4CSL-12K
- 4VSL-15K .. 4NSL-30K

für subkritische CO₂-Anwendungen.



Information

Die Verdichter 2MME-07K .. 6PME-40K und 2NSL-05K .. 4NSL -30K sind ausschließlich für den Einsatz in subkritischen Anwendungen mit CO₂ als Kältemittel vorgesehen.

Konkrete Anwendungsbereiche siehe Kapitel Anwendungsbereiche, Seite 5.

Diese Kältemittelverdichter sind zum Einbau in Kälteanlagen entsprechend der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG vorgesehen. Sie dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie gemäß vorliegender Montage-/Betriebsanleitung in diese Maschinen eingebaut worden sind und als Ganzes mit den entsprechenden gesetzlichen Vorschriften übereinstimmen (angewandte Normen: siehe Einbauerklärung).

Die Verdichter sind nach dem aktuellen Stand der Technik und entsprechend den geltenden Vorschriften gebaut. Auf die Sicherheit der Anwender wurde besonderer Wert gelegt.

Diese Betriebsanleitung und die ebenfalls beiliegende Betriebsanleitung KB-104 während der gesamten Verdichterlebensdauer an der Kälteanlage verfügbar halten.

1.1 Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten

- KB-104 Betriebsanleitung BITZER ECOLINE und ECOLINE VARISPEED.
- KT-230 Technische Information Verdichtermodule für BITZER Hubkolbenverdichter.

2 Sicherheit

2.1 Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an CO₂-Verdichtern und CO₂-Kälteanlagen erfordern eine spezifische Einweisung und Sachkunde im Umgang mit CO₂ als Kältemittel und 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.

2.2 Restgefahren

Vom Verdichter können unvermeidbare Restgefahren ausgehen. Jede Person, die an diesem Gerät arbeitet, muss deshalb diese Betriebsanleitung sorgfältig lesen!

Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen (z.B. EN378, EN60204 und EN60335),
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften.

2.3 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.

2.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise



GEFAHR

Hohe Drucklagen des Kältemittels CO₂ beachten (kritische Temperatur 31,06°C entspricht 73,6 bar, siehe Kapitel Druck- und Sattedampftemperaturtabelle für CO₂, Seite 17)!

Bei Stillstand nimmt der Druck in der Anlage zu und es besteht Berstgefahr!

Am Verdichter und in jeweils beidseitig absperrbaren Anlagenabschnitten auf Saug- und Hochdruckseite Druckentlastungsventile installieren. Anforderungen und Auslegung entsprechend EN 378-2 und EN 13136.



GEFAHR

Druckentlastungsventile können durch Trockeneis blockieren!

Berstgefahr!

Keine Rohre am Austritt des Druckentlastungsventils befestigen.



GEFAHR

Flüssiges CO₂ verdampft rasch kühlt sich dabei ab und bildet Trockeneis!



Gefahr von Kaltverbrennungen und Erfrierungen!

Unkontrolliertes Abblasen von CO₂ unbedingt vermeiden!

Beim Befüllen der Anlage mit CO₂ Handschuhe und Schutzbrille tragen!

Typischerweise treten in CO₂-Anlagen niedrige Flüssigkeitstemperaturen auf. Je nach Art und Aufbau der Anlage müssen:

- Verflüssiger und Flüssigkeitssammler bzw. nur Flüssigkeitssammler und ggf. Wärmeübertrager isoliert werden, um eine Unterschreitung der Taupunkttemperatur zu vermeiden.
- Bei Bedarf weitere Maßnahmen zur Druckbegrenzung vorgenommen werden, wie z. B.:
 - Einsatz eines Druckausgleichsbehälters.
 - Bei größeren Anlagen: Einbau eines zusätzlichen Kältesatzes zur Druckbegrenzung durch Rückkondensation.

Maximal zulässige Drücke (Stillstand):

2MME-07K .. 6PME-40K

- Niederdruckseite: 100 bar
- Hochdruckseite: 100 bar

2NSL-05K .. 4NSL-30K

- Niederdruckseite: 30 bar
- Hochdruckseite: 53 bar

Die Typen 2NSL-05K .. 4NSL-30K sind aufgrund der niedrigeren maximal zulässigen Drücke auf der Niederdruckseite mit einem Druckentlastungsventil (Niederdruckseite) zur Atmosphäre ausgerüstet. Dieses Druckentlastungsventil ist gemäß EN 12693-2008 nicht zum Schutz der Anlage bestimmt. Es schützt nur den Verdichter gegen unzulässig hohe Drücke sobald dieser beidseitig abgesperrt ist. Die Druckentlastungsventile am Saugabsperrentil montiert. Bei Betrieb des Verdichters, Saugabsperrentil vollständig öffnen (Druckentlastungsventil ist dann inaktiv).

Bei Verdichtern mit Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM):



WARNUNG

Starkes Magnetfeld!

Magnetische und magnetisierbare Objekte fern halten!



Personen mit Herzschrittmachern, implantierten Defibrillatoren oder Metallimplantaten: mindestens 30 cm Abstand halten!



HINWEIS

Der standardmäßig verbaute PTC-Temperaturfühler im Stator schützt den LSPM-Motor bei einem Temperaturanstieg (z. B. bei einem längeren Blockieren des Rotors) vor Motorüberlastung. Die Installation einer zusätzlichen, schnelleren Überlastschutzeinrichtung wird empfohlen, da ein mehrfaches Blockieren die Magnete schädigt.

3 Anwendungsbereiche

2MME-07K .. 6PME-40K

- Tiefkühlanwendungen in Kaskaden oder Boostersystemen.
- Normalkühlanwendungen mit höheren Verflüssigungstemperaturen (nur 2MME-1K .. 2DME-7K).

- Maximal zulässige Drücke auf der Niederdruck-/Hochdruckseite: 100 / 100 bar.

2NSL-05K .. 4NSL-30K

- Tiefkühlanwendungen in Kaskaden oder Boostersystemen.
- Maximal zulässige Drücke auf der Niederdruck-/Hochdruckseite: 30 / 53 bar.

Verdichtertypen	2NSL-05K .. 4NSL-30K	2MME-07K .. 6PME-40K
Zulässiges Kältemittel	CO ₂ ① CO ₂ der Reinheitsklasse N4.5 oder vergleichbar, bzw. H ₂ O < 5 ppm	
Öfüllung	BSE60K: Standardöfüllung BSE85K, BSE68K: Optional	
Einsatzgrenzen ②	siehe Prospekt KP-120	siehe Prospekt KP-122

Tab. 1: Anwendungsbereiche subkritischer CO₂-Verdichter



Information

BSE60K für Kaskadensysteme!
BSE85K: für Boostersysteme!

①: Die CO₂-Reinheitsklasse kann einen höheren H₂O Anteil enthalten, wenn ein großzügig dimensionierter Filtertrockner eingesetzt und die Anlage durch diesen befüllt wird. Es empfiehlt sich, den Filtertrockner nach der Inbetriebnahme mehrfach zu wechseln.

②: Standarddrehzahlbereich bei Leistungsregelung mit Frequenzumrichter:

- 2MME-07K .. 2DME-7K: freigegeben für 30-75 Hz-Betrieb.
- 4FME-7K .. 4DME-10K: freigegeben für 25-70 Hz-Betrieb.
- 4TME-20K .. 4PME-25K: freigegeben für 25-70 Hz-Betrieb.
- 6TME-35K .. 6PME-40K: freigegeben für 25-70 Hz-Betrieb.
- 2NSL-05K .. 2CSL-6K: freigegeben für 30-75 Hz-Betrieb.
- 4FSL-7K .. 4NSL-30K: freigegeben für 25-70 Hz-Betrieb.

Bei Anwendungen mit hohen Druckverhältnissen, kann der regelbare Drehzahlbereich eingeschränkt sein. Rücksprache mit BITZER erforderlich.

Besondere Anwendungen

Überflutete Systeme erfordern besondere Maßnahmen zur Ölrückführung. Außerdem ist wegen der üblicherweise sehr geringen Sauggasüberhitzung ein reichlich dimensionierter Wärmeübertrager zur Anhebung der Sauggastemperatur erforderlich. Dies gilt auch für Normalkühlanwendungen an Kaltwassernetzen mit den Verdichtern 2MME-1K .. 2DME-7K.

Bei Auslegung solcher Anlagen empfiehlt sich Rücksprache mit BITZER. Bei Anwendungen in Heißgas-Abtauanlagen empfiehlt sich ebenfalls Rücksprache mit BITZER.

Filtertrockner

Die Löslichkeit von Wasser in gasförmigem CO₂ ist wesentlich geringer als bei anderen Kältemitteln. Deshalb kann insbesondere bei Tiefkühlanwendungen schon ein relativ geringer Feuchtigkeitsanteil aus dem Kältemittel ausfrieren und Regelventile blockieren oder verstopfen. Ein reichlich dimensionierter Filtertrockner sowie ein Schauglas mit Feuchtigkeitsindikator für CO₂ sind deshalb erforderlich.

4 Montage

4.1 Schwingungsdämpfer

Der Verdichter kann starr befestigt werden, wenn dabei keine Gefahr von Schwingungsbrüchen im angeschlossenen Rohrleitungssystem besteht. Andernfalls Verdichter auf Schwingungsdämpfern montieren.

Montage von Sauggas- und Druckgasleitung:

- Verdichter auf die Schwingungsdämpfer stellen oder starr montieren. In dieser Position (= Betriebsstellung) Sauggas- und Druckgasleitung spannungsfrei anschließen. Auswahl der Schwingungsdämpfer gemäß folgender Tabellen:

Verdichter	Bausatznummer, Art.-Nr. (4 Stück)	Härte
2MME-07K .. 2DME-7K	370 005 02	60 Shore
4FME-7K .. 4DME-10K	370 005 02	60 Shore
4TME-20K .. 4PME-25K	370 005 03	55 Shore
6TME-35K, 6PME-40K	370 005 03	55 Shore
2NSL-05K .. 2FSL-4K	370 000 19	43 Shore
2ESL-4K .. 2CSL-6K	370 000 20	55 Shore
4FSL-7K .. 4CSL-12K	370 000 20	55 Shore

Tab. 2: Schwingungsdämpfer 2MME-07K .. 6PME-40K, 2NSL-05K .. 4CSL-12K

Verdichter	Bausatznummer, Art.-Nr. (2 Stück)	Härte	Bausatznummer, Art.-Nr. (2 Stück)	Härte
	Kurbelgehäuse-seite		Motorseite	
4VSL-15K .. 4NSL-30K	370 002 11	60 Shore	370 002 10	65 Shore

Tab. 3: Schwingungsdämpfer 4VSL-15K .. 4NSL-30K

4.2 Absperrventile / Schweißanschlüsse

Verdichter	Art. Nr. Absperrventil	Bezeichnung	Angaben bezogen auf die Ventilbuchse/Schneidring	
			Innendurchmesser mm	Außendurchmesser mm
2MME-07K .. 2FME-5K	361 315 64		$d_i = 12,8$	$d_a = 17,2$
2EME-4K .. 2DME-7K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
4FME-7K .. 4DME-10K			$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4TME-20K .. 4PME-25K	361 367 32		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
6TME-35K, 6PME-40K	361 367 30		$d_i = 35,2$	$d_a = 42,4$
2NSL-05K .. 2FSL-4K	361 315 64		$d_i = 12,8$	$d_a = 17,2$
2ESL-4K .. 2CSL-6K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
4FSL-7K, 4ESL9K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
4DSL-10K, 4CSL-12K	361 315 50		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4VSL-15K	361 315 53		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4TSL-20K .. 4NSL-30K	361 315 54		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$

Tab. 4: Absperrventile und Anschlussgrößen, Hochdruckseite

Verdichter	Art. Nr. Absperrventil	Bezeichnung	Angaben bezogen auf die Ventilbuchse/Schneidring	
			Innendurchmesser mm	Außendurchmesser mm
2MME-07K .. 2FME-5K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
2EME-4K .. 2DME-7K	361 315 50		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4FME-7K .. 4DME-10K			$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4TME-20K .. 4PME-25K	361 315 68		$d_i = 35,2$	$d_a = 42,4$
6TME-35K, 6PME-40K	361 367 29		$d_i = 41,4$	$d_a = 48,3$
2NSL-05K .. 2FSL-4K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
2ESL-4K .. 2CSL-6K	361 315 50		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4FSL-7K, 4ESL9K	361 315 52		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4DSL-10K, 4CSL-12K	361 315 52		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4VSL-15K	361 315 55		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4TSL-20K .. 4NSL-30K	361 315 56		$d_i = 35,2$	$d_a = 42,4$

Tab. 5: Absperrventile und Anschlussgrößen, Niederdruckseite

4.3 Anschlüsse und Maßzeichnungen

2MME-07K .. 6PME-40K

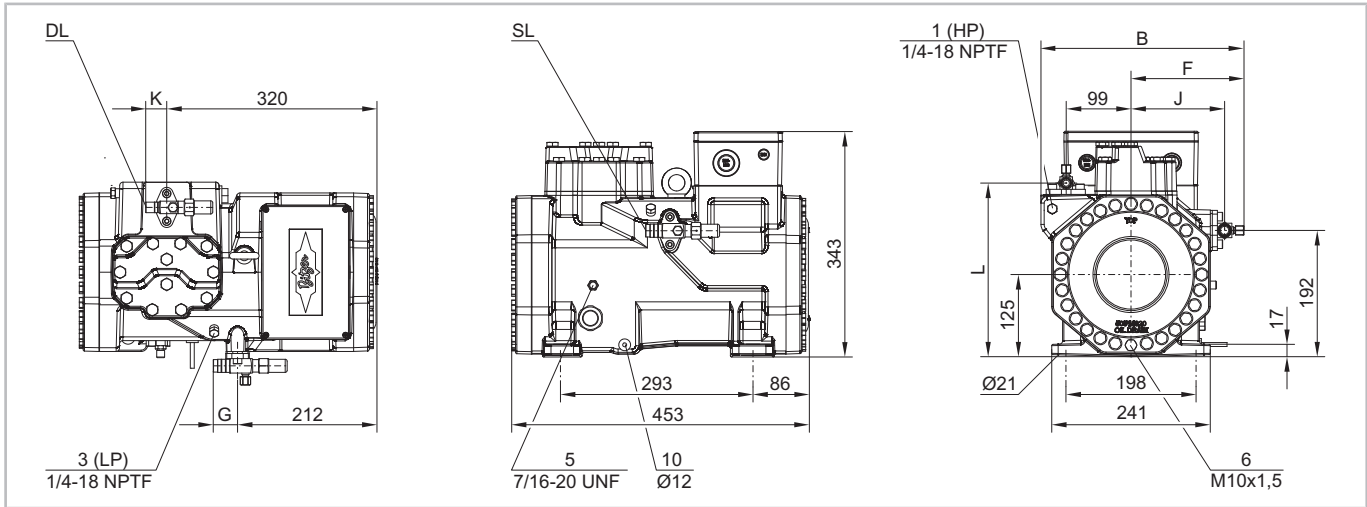


Abb. 1: 2MME-07K .. 2DME-7K

	B	F	G	J	K	L
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2MME-07K .. 2FME-5K	311	174	37	145	32	264
2EME-4K .. 2DME-7K	319	182	58	149	37	268

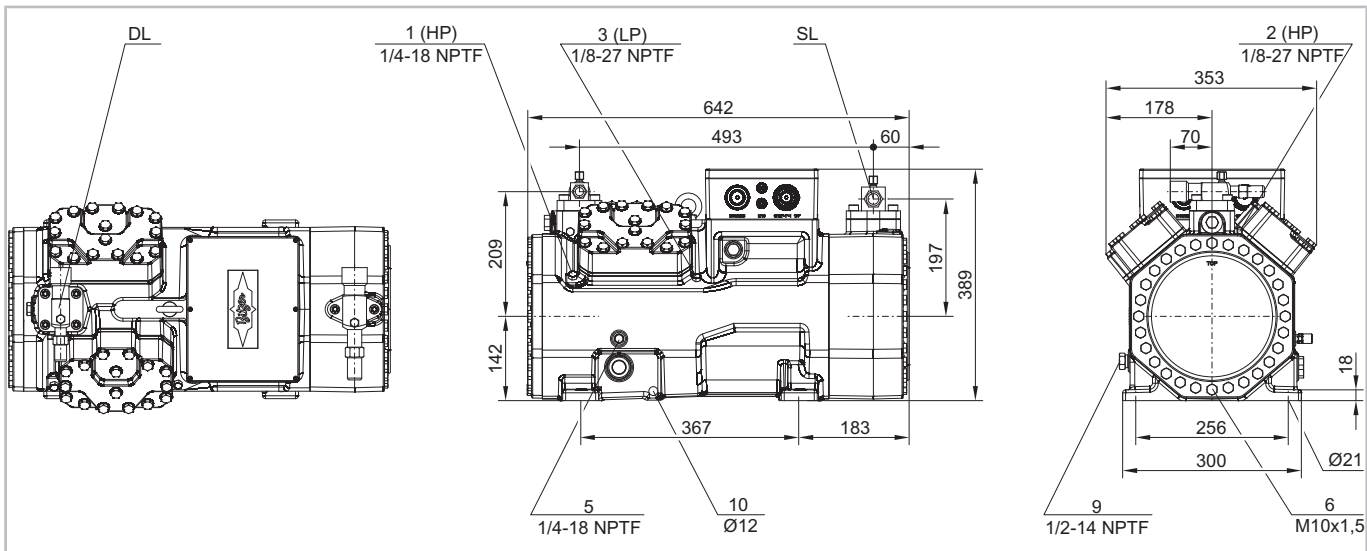


Abb. 2: 4TME-20K .. 4PME-25K

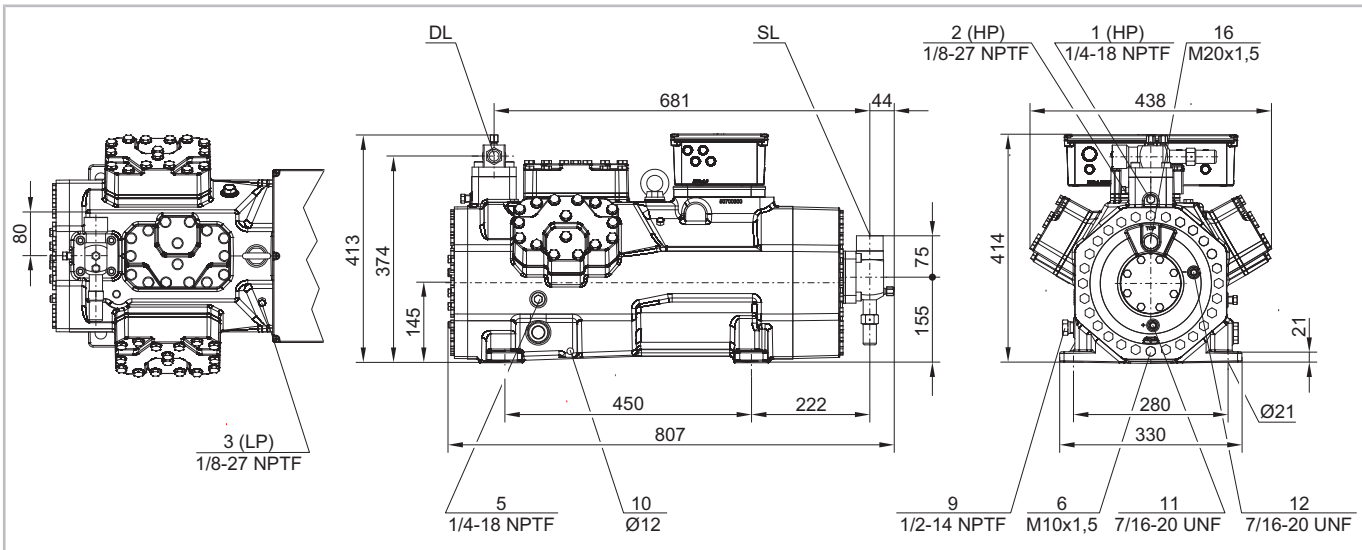


Abb. 3: 6TME-35K .. 6PME-40K

2NSL-05K .. 4NSL-30K

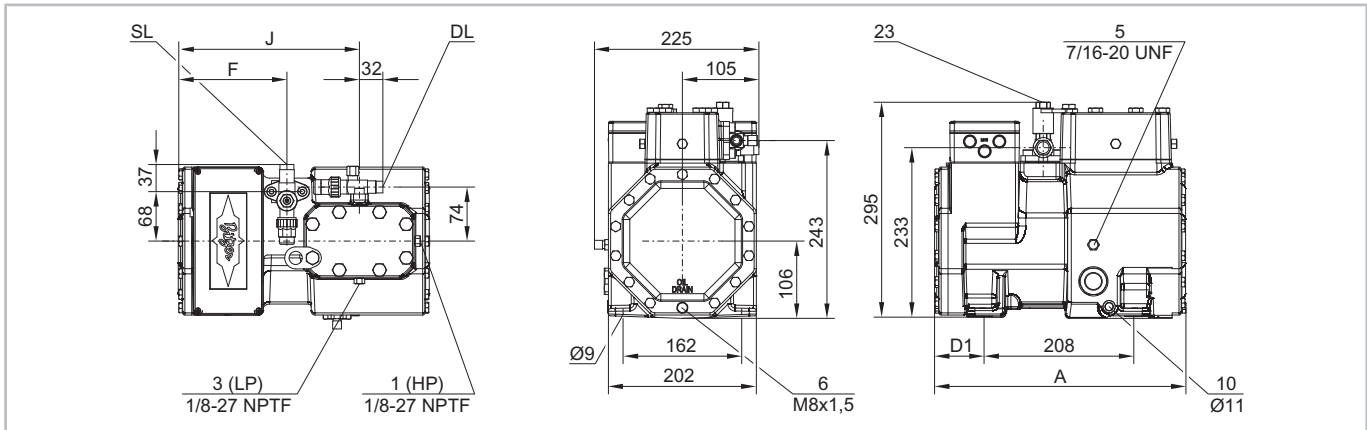


Abb. 4: 2NSL-05K .. 2FSL-4K

	A	D1	F	J
	mm	mm	mm	mm
2NSL-05K .. 2HSL-3K	343	65	148	247
2GSL-3K, 2FSL-4K	373	95	148	277

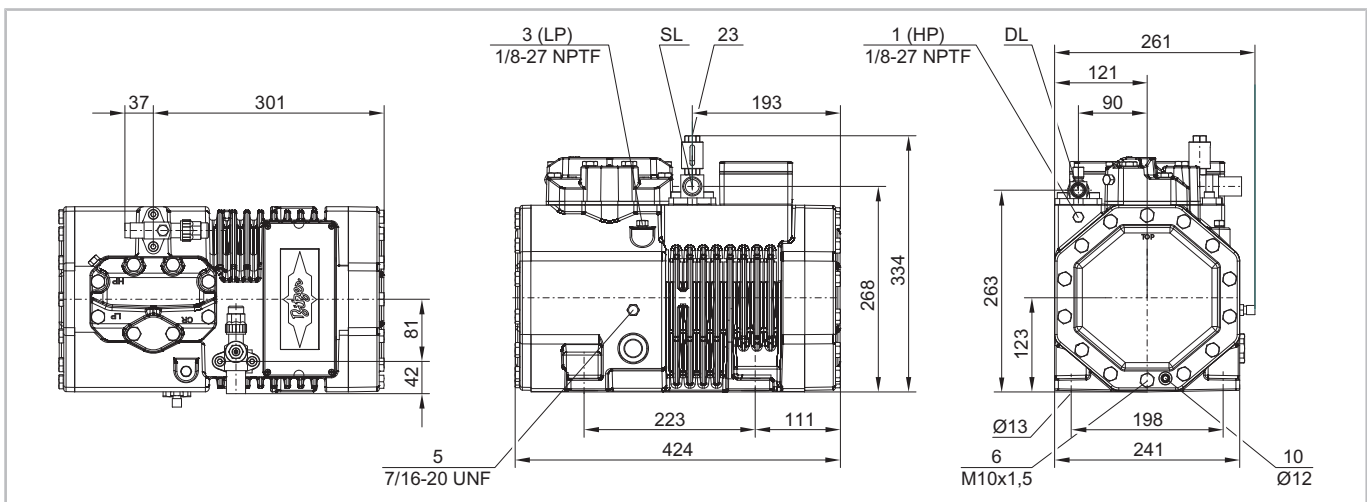


Abb. 5: 2ESL-4K .. 2CSL-6K

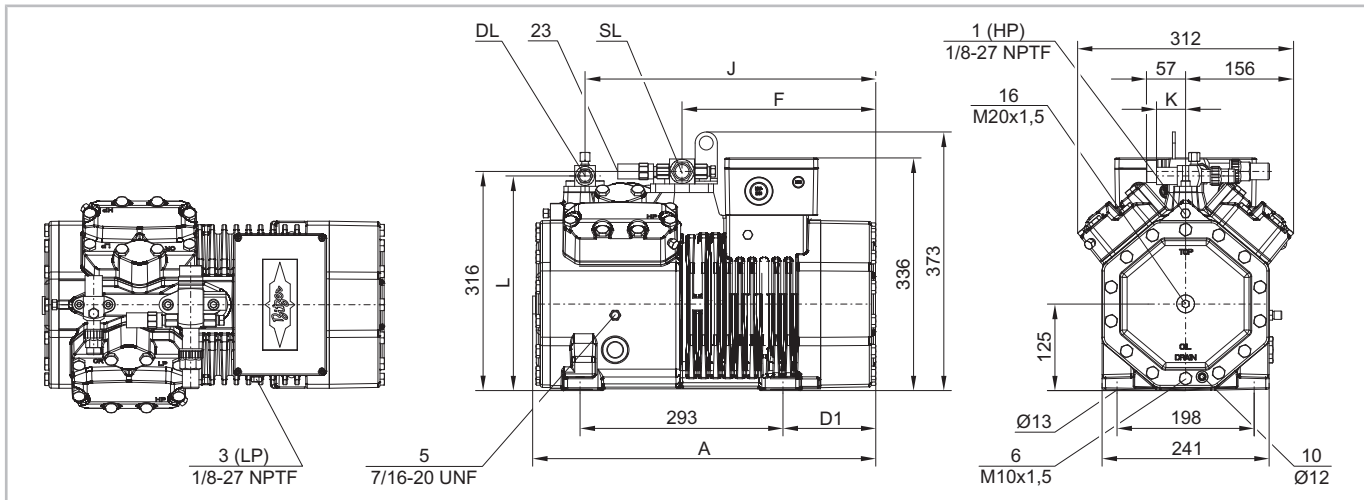


Abb. 6: 4FSL-7K .. 4CSL-12K

	A	D1	F	J	K	L
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4FSL-7K, 4ESL-9K	464	101	247	387	37	306
4DSL-10K	464	101	247	387	42	310
4CSL-12K	497	134	280	420	42	310

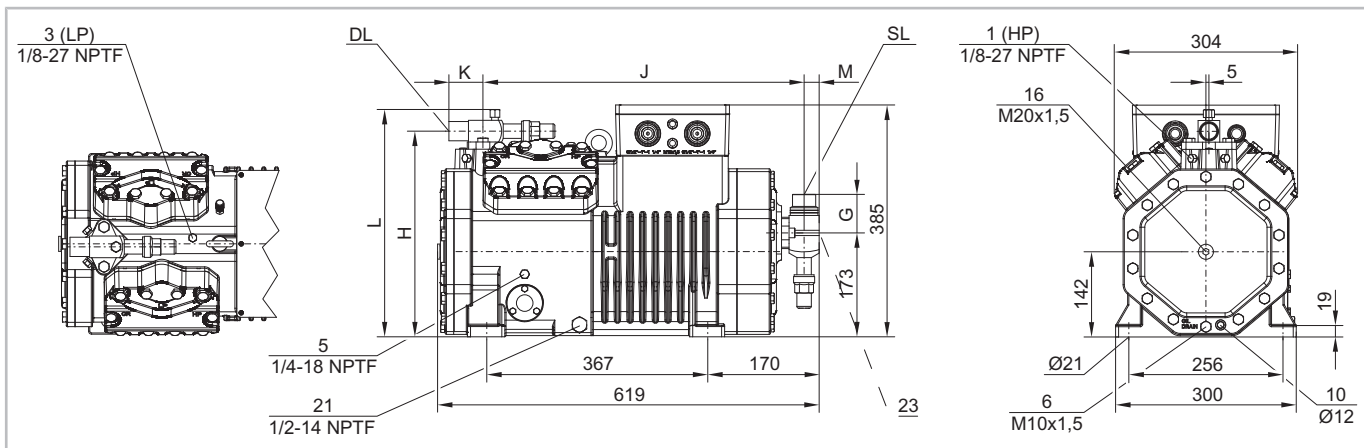


Abb. 7: 4VSL-15K, 4TSL-20K

	G	H	J	K	L	M
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4VSL-15K	56	339	526	42	373	18
4TSL-20K	64	342	533	56	378	25

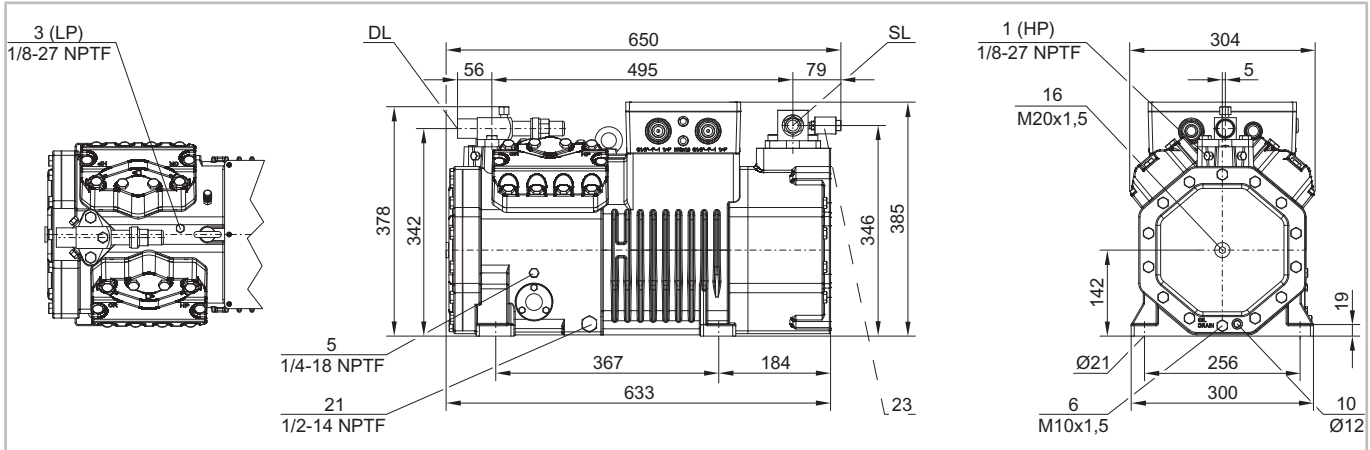


Abb. 8: 4PSL-25K, 4NSL-30K

Anschlusspositionen	
1	Hochdruckanschluss (HP) Anschluss für Hochdruckschalter (HP)
2	Anschluss für Druckgastemperaturfühler (HP) (4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y): alternativ Anschluss für CIC-Fühler)
3	Niederdruckanschluss (LP) Anschluss für Niederdruckschalter (LP)
5	Öleinfüllstopfen
6	Ölablass
9	Anschluss für Öl- und Gasausgleich (Parallelbetrieb)
10	Anschluss für Ölheizung
11	Öldruckanschluss +
12	Öldruckanschluss –
16	Anschluss für Ölüberwachung (opto-elektronische Ölüberwachung "OLC-K1" oder Öldifferenzdruckschalter "Delta-PII")
21	Wartungsanschluss für Ölventil
22	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Druckseite)
23	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Saugseite)
24	Verdichtermodul
SL	Sauggasleitung
DL	Druckgasleitung

Tab. 6: Anschlusspositionen

Maßangaben (falls angegeben) können Toleranzen entsprechend EN ISO 13920-B aufweisen.

5 Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM)

Die Verdichter der Baureihe 4FME-7K .. 6PME-40K sind auch mit einem Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM) verfügbar. Sie sind mit den Buchstaben "U" und "L" in der Typenbezeichnung (z. B. 6PMEU-40LK) gekennzeichnet. Die darin enthaltenen Permanentmagnete erzeugen ein nicht vernachlässigbares magnetisches Feld, das jedoch vom Verdichtergehäuse abgeschirmt wird.

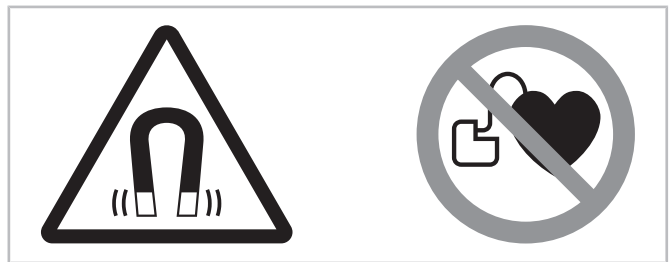


Abb. 9: Warn- und Verbotsschilder auf einem Verdichter mit Permanentmagnetmotor

Am Verdichter angebrachte Sicherheitszeichen

! WARNUNG
 Starkes Magnetfeld!
 Magnetische und magnetisierbare Objekte fern halten!
 Personen mit Herzschrittmachern, implantierten Defibrillatoren oder Metallimplantaten: mindestens 30 cm Abstand halten!

Arbeiten am Verdichter mit LSPM-Motor

Alle Arbeiten am Verdichter dürfen nur von Personen ausgeführt werden, die nicht zum benannten Personenkreis gehören. Wartungsarbeiten, die über die Tätigkeiten hinausgehen, die in dieser Betriebsanleitung und in der Betriebsanleitung KB-104 beschrieben sind, nur nach Rücksprache mit BITZER durchführen.



WARNUNG

Induktion, elektrische Spannung!
Motor keinesfalls drehen, wenn der Anschlusskasten offen ist!

Wenn der Rotor gedreht wird, induziert er an den Stromdurchführungsbolzen eine elektrische Spannung – auch wenn der Motor abgeschaltet ist.

Zulässige Arbeiten am Verdichter mit LSPM-Motor

Elektrischer Anschluss und Schraubverbindungen im Anschlusskasten, Ölwechsel sowie Überprüfung und Austausch von Druckentlastungsventilen, Zylinderböden und Schauglas. Für diese Arbeiten ist kein Spezialwerkzeug notwendig. Vor dem Öffnen des Verdichters Umgebung sehr sorgfältig reinigen. Insbesondere auf lose Metallpartikel achten! Motordeckel nicht öffnen!

6 In Betrieb nehmen



Information

Allgemeine Hinweise und Anforderungen siehe Betriebsanleitung KB-104.

Bevor die Anlage in Betrieb genommen wird, alle Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen der Anlage und im Maschinenraum auf korrekte Funktion überprüfen.

Außerdem müssen folgende Informationen vorliegen:

- Auslegungsdaten.
- Maximal zulässige Drücke bei Stillstand und Betrieb.
- Rohrleitungs- und Instrumenten-Diagramm.



Information

Die Inbetriebnahme von CO₂-Kaskadenanlagen erfordert eine besonders sorgfältige Vorgehensweise.

Bedingt durch hohe Kältemittellöslichkeit im Öl, hohe Drucklagen und ggf. starke Druckschwankungen nach dem Startvorgang, kann es zu Überlastung und Schmiermangel kommen. Es ist deshalb notwendig, Arbeitsweise und Betriebsbedingungen sorgfältig zu beobachten und den/die Verdichter bei abnormalen Bedingungen vorübergehend abzuschalten.

Anlage während der gesamten Inbetriebnahme unbedingt beaufsichtigen!

6.1 Evakuieren

- Ölheizung einschalten.



Information

Für Anwendungen mit CO₂ sollte das "stehende Vakuum" einen Wert von 0,67 mbar (500 microns) vor der Inbetriebnahme erreichen.

Das Vakuum im Verlauf des Evakuierungsprozesses mehrmals mit trockenem Stickstoff brechen.

6.2 Kältemittel einfüllen

Im folgenden Kapitel werden allgemeine Anforderungen beim Befüllen mit Kältemittel und bei Inbetriebnahme der Verdichter einer Kaskadenanlage beschrieben. Je nach Ausführung und Steuerung der Anlage können entsprechende Anpassungen notwendig werden. Siehe KB-130 zur Inbetriebnahme eines CO₂-Boostersystems.



GEFAHR

Flüssiges CO₂ verdampft rasch kühlt sich dabei ab und bildet Trockeneis!



Gefahr von Kaltverbrennungen und Erfrierungen!

Unkontrolliertes Abblasen von CO₂ unbedingt vermeiden!

Beim Befüllen der Anlage mit CO₂ Handschuhe und Schutzbrille tragen!

- Bei CO₂-Entnahme aus Flaschen ohne Steigrohr, Druckminderer verwenden! Generell, auch nach Servicearbeiten, Vakuum immer mit gasförmigem CO₂ brechen.
- Bei CO₂-Flaschen mit Steigrohr, nur Hochdruck-Flüssigentnahme! Keinen Druckminderer verwenden! Membranen der Druckminderer sind nicht vollständig gegen Flüssigkeit abgedichtet.

Nach Einfüllen von Flüssigkeit in die Anlage, Füllleitung bzw. Füllschlauch entfernen und sicherstellen, dass keine Flüssigkeit eingeschlossen ist!



Information

CO₂-Kaskadenanlagen werden in der Regel in Kombination mit einer Kälteanlage für Normalkühlung betrieben. Diese Anlage sollte bei Inbetriebnahme des CO₂-Systems bereits in Betrieb sein und stabile Betriebsverhältnisse erreicht haben.

Wegen der hohen Anforderungen an die Restfeuchte, muss das CO₂ über einen Filtertrockner eingefüllt werden!

Zulässiges Kältemittel

CO₂ der Reinheitsklasse N4.5 oder vergleichbar, bzw. H₂O < 5 ppm.

Die CO₂-Reinheitsklasse kann einen höheren H₂O Anteil enthalten, wenn ein großzügig dimensionierter Filtertrockner eingesetzt und das System durch diesen befüllt wird. Es empfiehlt sich, den Filtertrockner nach der Inbetriebnahme mehrfach zu wechseln.

Wegen der hohen Anforderungen an die Restfeuchte, muss CO₂ der Qualitätsstufe N3.0 über einen Filtertrockner eingefüllt werden!

Füllvorgang

Verdichter nicht einschalten.

Ölheizung einschalten.

Füllvorgang erst bei folgender Öltemperatur beginnen: min. $t_{\text{öl}} = t_{\text{amb}} + 20\text{K}$. Idealerweise bei 35°C - 40°C.

- ▶ CO₂-Kältemittelflasche über Druckminderer und flexible Füllleitungen mit Serviceanschlüssen der Anlage (Saug- und Hochdruckseite) verbinden. Vor dem Festziehen der Verschraubungen, Rohrleitungen mit CO₂-Dampf spülen.
- ▶ Ventile der Füllanschlüsse öffnen und Vakuum mit CO₂ aus der Gasphase des Füllzylinders brechen bis zu einem Überdruck von ca. 10 bar. Bei starker Abkühlung der Kältemittelflasche sollte Beheizung im Wasserbad (Wasser max. 40°C) erfolgen.
- ▶ Saug- und Druckabsperrventil des Verdichters schließen. Weiteres Befüllen der Anlage (nicht des Verdichters) mit gasförmigem CO₂ bis ca. 20 bar.
- ▶ Anschließend flüssiges CO₂ in den Sammler oder Eintritt des Kaskaden-Wärmeübertrages einfüllen.

HINWEIS

Ab ca. 20 bar Anlagendruck kein weiteres Kältemittel in die Saugseite einfüllen. Sicherstellen, dass Verdampfer-Magnetventile geschlossen (stromlos) sind.

6.3 Verdichteranlauf



HINWEIS

Starke Druckabsenkung im Kurbelgehäuse während Verdichteranlauf und im Betrieb vermeiden!

Bildung von Ölschaum und dadurch mangelnde Schmierung!

In der Normalkühlanlage das Magnetventil in der Flüssigkeitsleitung zum Kaskaden-Wärmeübertrager ansteuern (Kältemittelleinspritzung auf der Verdampferseite des Wärmeübertragers bewirkt CO₂-Verflüssigung).

Vor dem Start des ersten Verdichters / Verdampfers: Die Verdampferleistung in Abhängigkeit zur Verdichterleistung wählen.

- ▶ Druckabsperrventil und Saugabsperrventil des CO₂-Verdichters öffnen. Bei großen Anlagen mit hoher Verdampferleistung und langen Rohrleitungen, sehr vorsichtig vorgehen und das Saugabsperrventil in Drosselstellung halten.
- ▶ Verdichter einschalten (bei Parallelschaltung zunächst nur einen Verdichter). Bei großen Anlagen das Saugabsperrventil in Drosselstellung halten und erst mit abfallendem Saugdruck langsam komplett öffnen. Gleichzeitig Verdampfer-Magnetventil(e) nach Bedarf und in Abhängigkeit der Verdichterleistung einschalten.
- ▶ Bei Kältemittelmangel: Füllmenge nach Bedarf anpassen.
- ▶ CO₂ gasförmig in die Saugseite oder flüssig in den Sammler einspeisen, starken Druckanstieg vermeiden.
- ▶ Bei Überschreiten der Einsatzgrenzen oder abnormalen Bedingungen (z.B. Nassbetrieb), Verdichter sofort abschalten.
- ▶ Erst wieder einschalten, wenn sich die Drucklagen stabilisiert haben oder eventueller Fehler behoben ist.
- ▶ Hohe Schalzhäufigkeit vermeiden!
- ▶ Je nach Anlagenausführung und Steuerung, ggf. weitere Verdichter und Verdampfer zuschalten, Kältemittelfüllung entsprechend ergänzen.

6.3.1 Betriebsdaten überprüfen

Nach erfolgter Inbetriebnahme und Kältemittelfüllung, Betriebsdaten überprüfen und ein Datenprotokoll anlegen:

- Verdampfungstemperaturen und Hochdruck – siehe Einsatzgrenzen KP-120 und KP-122.
- Sauggastemperatur, Druckgastemperatur und Öltemperatur, siehe Kapitel Betriebstemperaturen und Schmierbedingungen, Seite 15.
- Schalthäufigkeit:
 - max. 6 Starts pro Stunde
 - min. Zeit für einen Start / Stop Zyklus = 10 min
- Stromwerte aller Phasen.
- Spannung.

Datenprotokoll anlegen.

7 Betrieb

7.1 Betriebstemperaturen und Schmierbedingungen

HINWEIS

Betrieb bei kleinen Druckverhältnissen und geringer Sauggasüberhitzung führt zu niedriger Druckgas- und Öltemperatur.

Gefahr von unzureichender Schmierung durch hohe CO₂-Löslichkeit im Öl.

Betrieb bei kleinen Druckverhältnissen und geringer Sauggasüberhitzung vermeiden.

Mit Blick auf die Schmierbedingungen müssen folgende Anforderungen eingehalten werden:

- Generell Ölheizung einsetzen, v. a. während Stillstandsphasen.
- Minimale Sauggasüberhitzung 20 K – ggf. Wärmeübertrager vorsehen.
- Öltemperatur 30°C (20°C = absoluter Minimalwert!).
- Minimale Druckgastemperatur = Verflüssigungstemperatur (t_c) + 40K.

Bei Dauerbetrieb sollte eine Öltemperatur von 30°C und eine Druckgastemperatur von 50°C nicht unterschritten werden!

- Maximale Druckgastemperatur, gemessen an der Druckgasleitung (10 cm Abstand vom Druckgasanschluss des Verdichters):
 - 2MME-07K .. 6PME-40K: 140 °C
 - 2NSL-05K .. 4NSL-30K: 140 °C

7.2 Regelmäßige Prüfungen

Anlage entsprechend den nationalen Vorschriften regelmäßig prüfen. Dabei folgende Punkte kontrollieren:

- Betriebsdaten, siehe Kapitel Verdichteranlauf, Seite 14.
- Ölversorgung, siehe Kapitel Verdichteranlauf, Seite 14.
- Schutzeinrichtungen und alle Teile zur Überwachung des Verdichters (Rückschlagventile, Druckgastemperaturwächter, Öldifferenzdruckschalter, Druckwächter etc.).
- Elektrische Kabelverbindungen und Verschraubungen auf festen Sitz prüfen.
- Schraubenanzugsmomente.
- Kältemittelfüllung prüfen.
- Dichtheitsprüfung.
- Datenprotokoll pflegen.

Zusätzlich folgende Punkte beachten:

- Druckentlastungsventile der Verdichter nach Abblasen austauschen, da der Öffnungsdruck nach solch einem Vorgang reduziert / herabgesetzt sein kann.
- Schauglas und Schauglasdichtung regelmäßig überprüfen und ggf. austauschen.
- Opto-elektronische Ölüberwachung (OLC-K1) regelmäßig überprüfen und ggf. austauschen.
- Zylinderbänke überprüfen. Zylinderköpfe abmontieren, Ventilplatte prüfen und ggf. tauschen.

HINWEIS

Beschädigungen des Verdichters möglich. Schrauben und Muttern nur mit vorgeschriebenem Anzugsmoment und wo möglich, über Kreuz in mindestens 2 Schritten anziehen. Vor Inbetriebnahme Dichtheitsprüfung durchführen!

7.3 Maßnahmen bei unbeabsichtigter CO₂-Emission



GEFAHR

CO₂ ist ein geruchs- und farbloses Gas und wird bei Emissionen nicht direkt wahrgenommen!
Bewusstlosigkeit und Ersticken Gefahr beim Einatmen zu hoher Konzentrationen!
Austritt von CO₂ und unkontrolliertes Abblasen, v. a. in geschlossenen Räumen vermeiden!
Geschlossene Maschinenräume belüften!
Sicherheitsbestimmungen gemäß EN 378 einhalten!



GEFAHR

Flüssiges CO₂ verdampft rasch kühlt sich dabei ab und bildet Trockeneis!



Gefahr von Kaltverbrennungen und Erfrierungen!

Unkontrolliertes Abblasen von CO₂ unbedingt vermeiden!

Beim Befüllen der Anlage mit CO₂ Handschuhe und Schutzbrille tragen!

Sollte es zu unkontrollierter Emission von CO₂ kommen, folgende Maßnahmen ergreifen:

- ▶ Bei Gasaustritt, Raum sofort verlassen, Personen warnen, für ausreichende Lüftung sorgen.
- ▶ Betreten des Bereichs nur mit umluftunabhängigem Atemschutzgerät, wenn die Ungefährlichkeit der Atmosphäre nicht nachgewiesen ist.
- ▶ Im Freien auf windzugewandter Seite bleiben. Bereich absperren.
- ▶ Druckentlastungsventile der Verdichter nach Abblasen austauschen, da der Öffnungsdruck nach solch einem Vorgang reduziert / herabgesetzt sein kann.
- ▶ Sicherheitsventile der Anlage nach Abblasen auf Dichtheit überprüfen und ggf. austauschen.

8 Druck- und Sattdampftemperaturtabelle für CO₂

Sattdampftemperatur t_{sat} (°C)	Absolutdruck p (bar)
31,06** ①	73,84
31	73,74
30	72,05
29	70,42
28	68,82
27	67,27
26	65,74
25	64,25
24	62,79
23	61,36
22	59,95
21	58,57
20	57,22
19	55,89
18	54,58
17	53,30
16	52,05
15	50,81
14	49,60
13	48,41
12	47,24
11	46,10
10	44,57
9	43,87
8	42,78
7	41,70
6	40,67
5	39,65
4	38,64
3	37,66
2	36,69
1	35,74
0	34,81
-1	33,90
-2	33,00
-3	32,12
-4	31,26
-5	30,42
-6	29,59
-7	28,78

Sattdampftemperatur t_{sat} (°C)	Absolutdruck p (bar)
-8	27,99
-9	27,21
-10	26,45
-11	25,71
-12	24,98
-13	24,26
-14	23,56
-15	22,88
-16	22,21
-17	21,55
-18	20,91
-19	20,28
-20	19,67
-21	19,07
-22	18,49
-23	17,91
-24	17,35
-25	16,81
-26	16,27
-27	15,75
-28	15,25
-29	14,75
-30	14,26
-31	13,79
-32	13,33
-33	12,88
-34	12,44
-35	12,02
-36	11,60
-37	11,19
-38	10,80
-39	10,42
-40	10,04
-41	9,68
-42	9,32
-43	8,98
-44	8,64
-45	8,32
-46	8,00
-47	7,70
-48	7,40
-49	7,11

Sattdampftemperatur t_{sat} (°C)	Absolutdruck p (bar)
-50	6,83
-51	6,55
-52	6,29
-53	6,03
-54	5,78
-55	5,54
-56	5,31

① Kritischer Punkt

Table of contents

1 Introduction.....	20
1.1 Also observe the following technical documents	20
2 Safety.....	20
2.1 Authorized staff.....	20
2.2 Residual risks	20
2.3 Safety references.....	20
2.3.1 General safety references.....	21
3 Application ranges	22
4 Mounting	23
4.1 Vibration dampers.....	23
4.2 Shut-off valves / welding connections.....	24
4.3 Connections and dimensional drawings	25
5 Line start permanent magnet motor (LSPM).....	29
6 Commissioning.....	30
6.1 Evacuation	30
6.2 Charging with refrigerant	30
6.3 Compressor start	31
6.3.1 Checking the operating data	32
7 Operation.....	32
7.1 Operating temperatures and lubrication conditions	32
7.2 Regular tests.....	32
7.3 Measures to be taken in case of inadvertent CO ₂ emission	33
8 Pressure and saturated vapour temperature table for CO₂.....	34

1 Introduction

The present document supplements the Operating Instructions KB-104 (ECOLINE and ECOLINE VARISPEED) and is limited to the special features of the compressor types

- 2MME-07K .. 2FME-5K
- 2EME-4K .. 2DME-7K
- 4FME-7K .. 4DME-10K
- 4TME-20K .. 4PME-25K
- 6TME-35K .. 6PME-40K
- 2NSL-05K .. 2FSL-4K
- 2ESL-4K .. 2CSL-6K
- 4FSL-7K .. 4CSL-12K
- 4VSL-15K .. 4NSL-30K

for subcritical CO₂ applications.



Information

The compressors 2MME-07 .. 6PME-40K and 2NSL-05K .. 4NSL.F4K are exclusively intended for use in subcritical applications with CO₂ as the refrigerant.

Specific application ranges see chapter Application ranges, page 22.

These refrigeration compressors are intended for incorporation into refrigeration systems in accordance with the EU Machinery Directive 2006/42/EC. They may only be put into operation if they have been installed in the machines according to these Mounting/Operating Instructions and if the overall system complies with the applicable legal provisions (applied standards: see declaration of incorporation).

The compressors have been built in accordance with state-of-the-art methods and current regulations. Particular importance has been placed on user safety.

These Operating Instructions and the enclosed Operating Instructions KB-104 must be kept available next to the refrigeration system during the whole service life of the compressor.

1.1 Also observe the following technical documents

- Operating Instructions KB-104 BITZER ECOLINE and ECOLINE VARISPEED.
- Technical Information KT-230 compressor module for BITZER reciprocating compressors.

2 Safety

2.1 Authorized staff

All work on CO₂ compressors and CO₂ refrigeration systems requires a specific training and expertise in handling CO₂ as a refrigerant and shall only be performed by qualified staff who have been trained and instructed accordingly. The qualification and expert knowledge of the personnel must correspond to the local regulations and guidelines.

2.2 Residual risks

The compressor may present unavoidable residual risks. That is why any person working on this device must carefully read these Operating Instructions!

The following regulations shall apply:

- relevant safety regulations and standards (e.g. EN378, EN60204 and EN60335),
- generally accepted safety rules,
- EU directives,
- national regulations.

2.3 Safety references

are instructions intended to prevent hazards. Safety references 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.

2.3.1 General safety references



DANGER

Observe the high pressure levels of the refrigerant CO₂ (critical temperature 31.06°C corresponds to 73.6 bar, see chapter Pressure and saturated vapour temperature table for CO₂, page 34)!

At standstill the pressure in the system will rise and there is a risk of bursting!

Install pressure relief valves on the compressor and on the suction and high-pressure sides in system sections that are lockable from both sides.

Requirements and design according to EN 378-2 and EN 13136.



DANGER

Dry ice may block the pressure relief valves! Risk of bursting!

Do not mount any pipes near the outlet of the pressure relief valve.



DANGER

Liquid CO₂ evaporates quickly, cools down at the same time and forms dry ice!

Danger of cold burns and frost bites!



Avoid uncontrolled deflating of CO₂!

When filling the system with CO₂, wear gloves and goggles!

CO₂ systems typically show low fluid temperatures. Depending on the system type and design, the following measures are required:

- Condensers and liquid receivers or only the liquid receivers and possibly the heat exchanger must be insulated to prevent the temperature from falling below the dew point.
- If necessary, take other measures to limit the pressure, such as:
 - Use of a pressure equalisation vessel.
 - For larger systems: installation of an additional cooling unit to limit the pressure by back condensation.

Maximum allowable pressures (standstill):

2MME-07K .. 6PME-40K

- Low pressure side: 100 bar
- High pressure side: 100 bar

2NSL-05K .. 4NSL-30K

- Low pressure side: 30 bar
- High pressure side: 53 bar

Due to the lower max. permissible pressure levels at the low pressure side types 2NSL-05K .. 4NSL-30K are equipped with a pressure relief valve (low pressure side) to the atmosphere. According to EN 12693-2008 this pressure relief valve is not designed for protecting the system. It only protects the compressor against inadmissibly high pressures as soon as it (the compressor) is shut off at both sides. The pressure relief valves are attached to the suction shutoff valve. When operating the compressor, open suction shutoff valve completely (the pressure relief valve then becomes inactive).

For compressors with line start permanent magnet motors (LSPM):



WARNING

Strong magnetic field!

Keep magnetic and magnetizable objects away from compressor!



Persons with cardiac pacemakers, implanted heart defibrillators or metallic implants: maintain a clearance of at least 30 cm!



NOTICE

The PTC temperature sensor integrated in the stator as a standard protects the LSPM motor from overload when the temperature rises (e. g. in case of prolonged locked rotor conditions). It is recommended installing an additional overload protective device that reacts more quickly, since repeated locking conditions would damage the magnets.

3 Application ranges

2MME-07K .. 6PME-40K

- Low-temperature applications in cascade and booster systems.
- Medium-temperature applications with higher condensing temperatures (only 2MME-1K .. 2DME-7K).

- Maximum allowable pressures on the low pressure/ high pressure side: 100 / 100 bar.

2NSL-05K .. 4NSL-30K

- Low-temperature applications in cascade and booster systems.
- Maximum allowable pressures on the low pressure/ high pressure side: 30 / 53 bar.

Compressor types	2NSL-05K .. 4NSL-30K	2MME-07K .. 6PME-40K
Permitted refrigerant	CO ₂ ① CO ₂ of purity class N4.5 or comparable, or H ₂ O < 5 ppm	
Oil charge	BSE60K: standard oil charge BSE85K, BSE68K: optional	
Application limits	see brochure KP-120	see brochure KP-122

Tab. 1: Application ranges of subcritical CO₂ compressors

i Information
BSE60K for cascade systems!
BSE85K for booster systems!

①: The CO₂ purity class can have a higher H₂O level if the system is filled through a generously dimensioned filter drier. It is recommended changing the filter drier several times after commissioning.

②: Standard speed range for capacity control with frequency inverter:

- 2MME-07K .. 2DME-7K: authorised for 30 Hz to 75 Hz operation.
- 4FME-7K .. 4DME-10K: authorised for 25 Hz to 70 Hz operation.
- 4TME-20K .. 4PME-25K: authorised for 25 Hz to 70 Hz operation.
- 6TME-35K .. 6PME-40K: authorised for 25 Hz to 70 Hz operation.
- 2NSL-05K .. 2CSL-6K: authorised for 30 Hz to 75 Hz operation.
- 4FSL-7K .. 4NSL-30K: authorised for 25 Hz to 70 Hz operation.

In applications with high pressure ratios, the adjustable speed range may be limited. Consultation with BITZER is required.

Special applications

Flooded systems require special measures for oil return. Moreover, given the usually very low suction gas superheat, a generously sized heat exchanger to increase the suction gas temperature is required. This also applies to medium-temperature applications in cold water systems using the compressors 2MME-1K .. 2DME-7K.

When designing such systems, consultation with BITZER is recommended. For applications in hot gas defrosting systems, consultation with BITZER is also recommended.

Filter drier

The solubility of water in gaseous CO₂ is much lower than in other refrigerants. This means that, especially in low temperature applications, even a relatively small amount of moisture from the refrigerant can freeze out and block or clog the control valves. Therefore a generously sized filter drier and a sight glass with moisture indicator for CO₂ are necessary.

4 Mounting

4.1 Vibration dampers

The compressor can be rigidly mounted if there is no risk of damage caused by vibration in the pipeline system connected to it. Otherwise the compressor must be mounted on vibration dampers.

Mounting the suction gas and discharge gas lines:

- Place the compressor on the vibration dampers or mount it rigidly. In this position (= operational position), connect the suction gas and discharge gas lines and make sure that they are stress-free. Select the vibration dampers according to the following tables:

Compressor	Kit number, article number (4 pieces)	Hardness
2MME-07K .. 2DME-7K	370 005 02	60 Shore
4FME-7K .. 4DME-10K	370 005 02	60 Shore
4TME-20K .. 4PME-25K	370 005 03	55 Shore
6TME-35K, 6PME-40K	370 005 03	55 Shore
2NSL-05K .. 2FSL-4K	370 000 19	43 Shore
2ESL-4K .. 2CSL-6K	370 000 20	55 Shore
4FSL-7K .. 4CSL-12K	370 000 20	55 Shore

Tab. 2: Vibration dampers 2MME-07K .. 6PME-40K, 2NSL-05K .. 4CSL-12K

Compressor	Kit number, article number (2 pieces)	Hardness	Kit number, article number (2 pieces)	Hardness
	Crankcase side		Motor side	
4VSL-15K .. 4NSL-30K	370 002 11	60 Shore	370 002 10	65 Shore

Tab. 3: Vibration dampers 4VSL-15K .. 4NSL-30K

4.2 Shut-off valves / welding connections

Compressor	Art. no. shut-off valve	Designation	Specifications refer to valve sleeve/cutting ring	
			Inside diameter mm	Outside diameter mm
2MME-07K .. 2FME-5K	361 315 64		$d_i = 12.8$	$d_a = 17.2$
2EME-4K .. 2DME-7K	361 315 51		$d_i = 16.1$	$d_a = 22$
4FME-7K .. 4DME-10K			$d_i = 22.3$	$d_a = 30$
4TME-20K .. 4PME-25K	361 367 32		$d_i = 28.7$	$d_a = 35$
6TME-35K, 6PME-40K	361 367 30		$d_i = 35.2$	$d_a = 42.4$
2NSL-05K .. 2FSL-4K	361 315 64		$d_i = 12.8$	$d_a = 17.2$
2ESL-4K .. 2CSL-6K	361 315 51		$d_i = 16.1$	$d_a = 22$
4FSL-7K, 4ESL9K	361 315 51		$d_i = 16.1$	$d_a = 22$
4DSL-10K, 4CSL-12K	361 315 50		$d_i = 22.3$	$d_a = 30$
4VSL-15K	361 315 53		$d_i = 22.3$	$d_a = 30$
4TSL-20K .. 4NSL-30K	361 315 54		$d_i = 28.7$	$d_a = 35$

Tab. 4: Shut-off valves and connection sizes, high pressure side

Compressor	Art. no. shut-off valve	Designation	Specifications refer to valve sleeve/cutting ring	
			Inside diameter mm	Outside diameter mm
2MME-07K .. 2FME-5K	361 315 51		$d_i = 16.1$	$d_a = 22$
2EME-4K .. 2DME-7K	361 315 50		$d_i = 22.3$	$d_a = 30$
4FME-7K .. 4DME-10K			$d_i = 28.7$	$d_a = 35$
4TME-20K .. 4PME-25K	361 315 68		$d_i = 35.2$	$d_a = 42.4$
6TME-35K, 6PME-40K	361 367 29		$d_i = 41.4$	$d_a = 48.3$
2NSL-05K .. 2FSL-4K	361 315 51		$d_i = 16.1$	$d_a = 22$
2ESL-4K .. 2CSL-6K	361 315 50		$d_i = 22.3$	$d_a = 30$
4FSL-7K, 4ESL9K	361 315 52		$d_i = 28.7$	$d_a = 35$
4DSL-10K, 4CSL-12K	361 315 52		$d_i = 28.7$	$d_a = 35$
4VSL-15K	361 315 55		$d_i = 28.7$	$d_a = 35$
4TSL-20K .. 4NSL-30K	361 315 56		$d_i = 35.2$	$d_a = 42.4$

Tab. 5: Shut-off valves and connection sizes, low pressure side

4.3 Connections and dimensional drawings

2MME-07K .. 6PME-40K

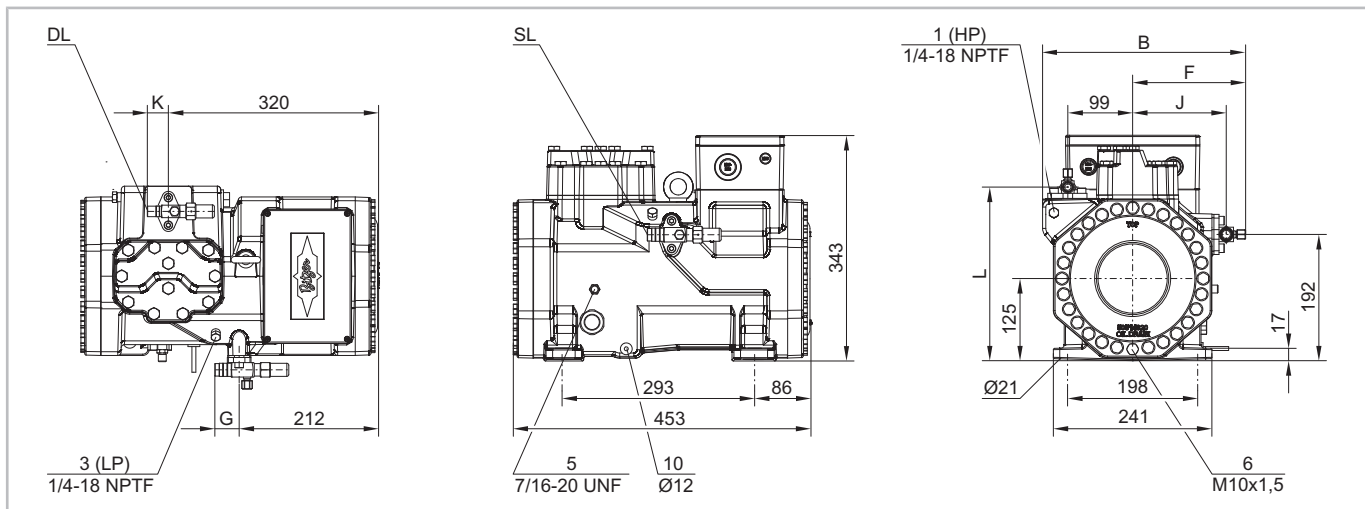


Fig. 1: 2MME-07K .. 2DME-7K

	B	F	G	J	K	L
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2MME-07K .. 2FME-5K	311	174	37	145	32	264
2EME-4K .. 2DME-7K	319	182	58	149	37	268

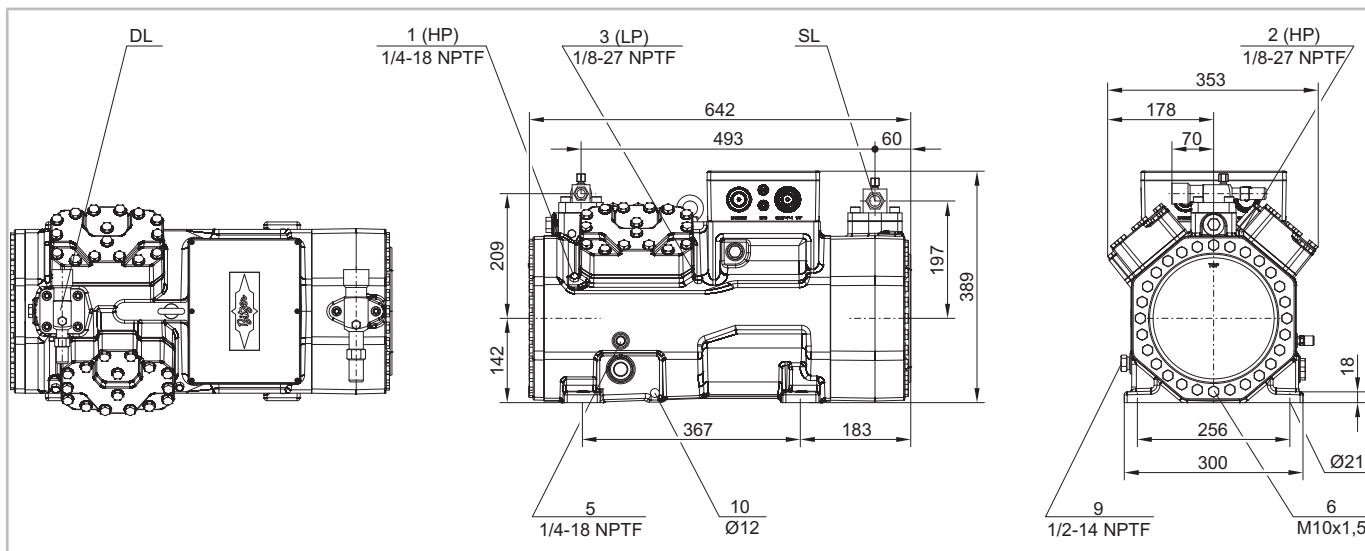


Fig. 2: 4TME-20K .. 4PME-25K

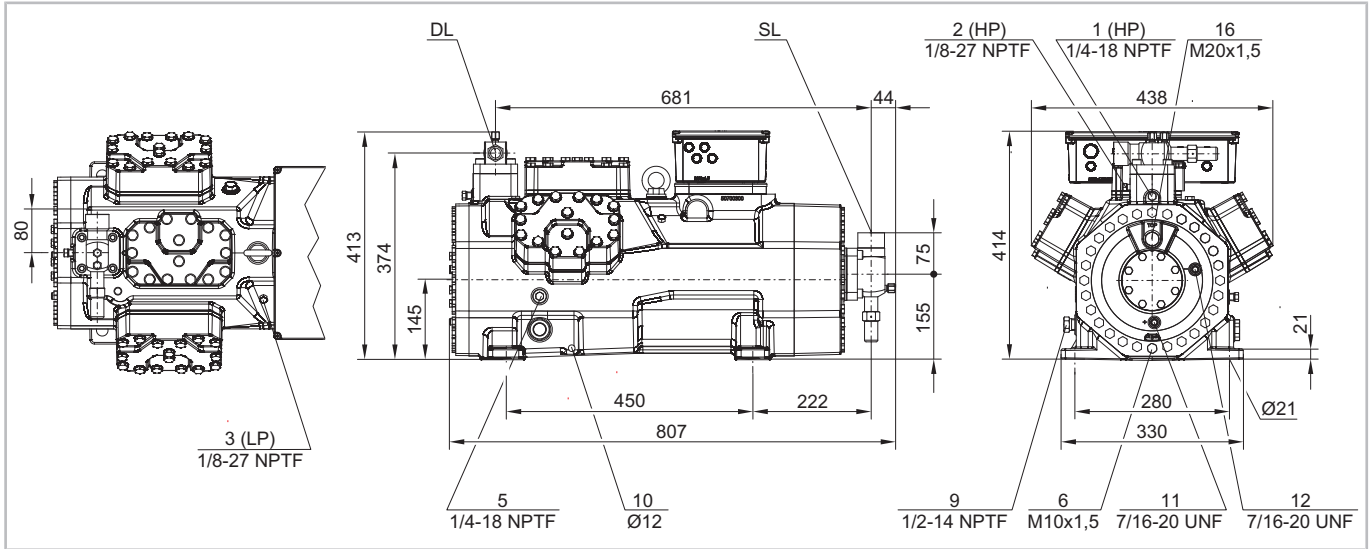


Fig. 3: 6TME-35K .. 6PME-40K

2NSL-05K .. 4NSL-30K

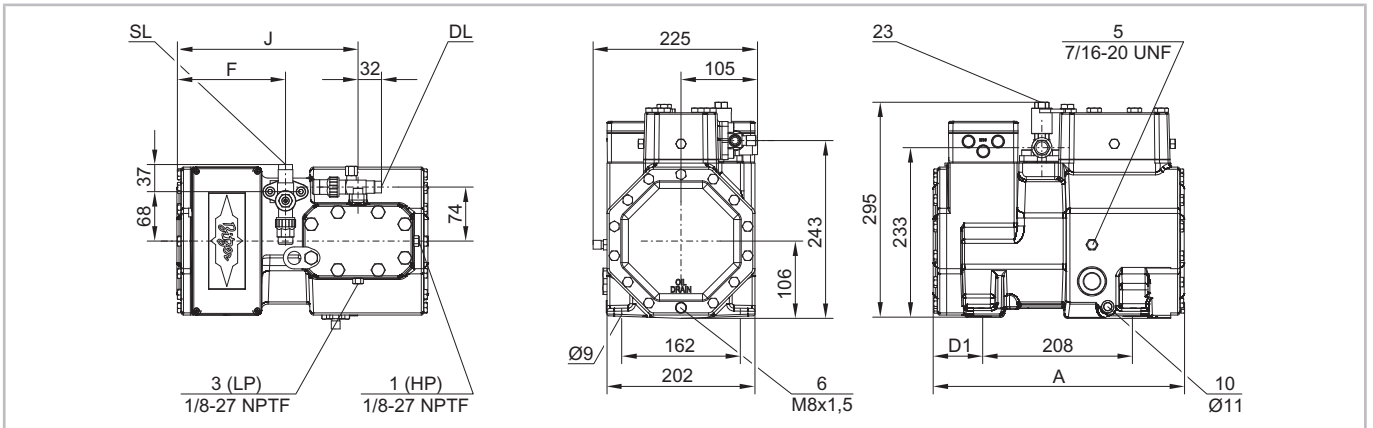


Fig. 4: 2NSL-05K .. 2FSL-4K

	A	D1	F	J
	mm	mm	mm	mm
2NSL-05K .. 2HSL-3K	343	65	148	247
2GSL-3K, 2FSL-4K	373	95	148	277

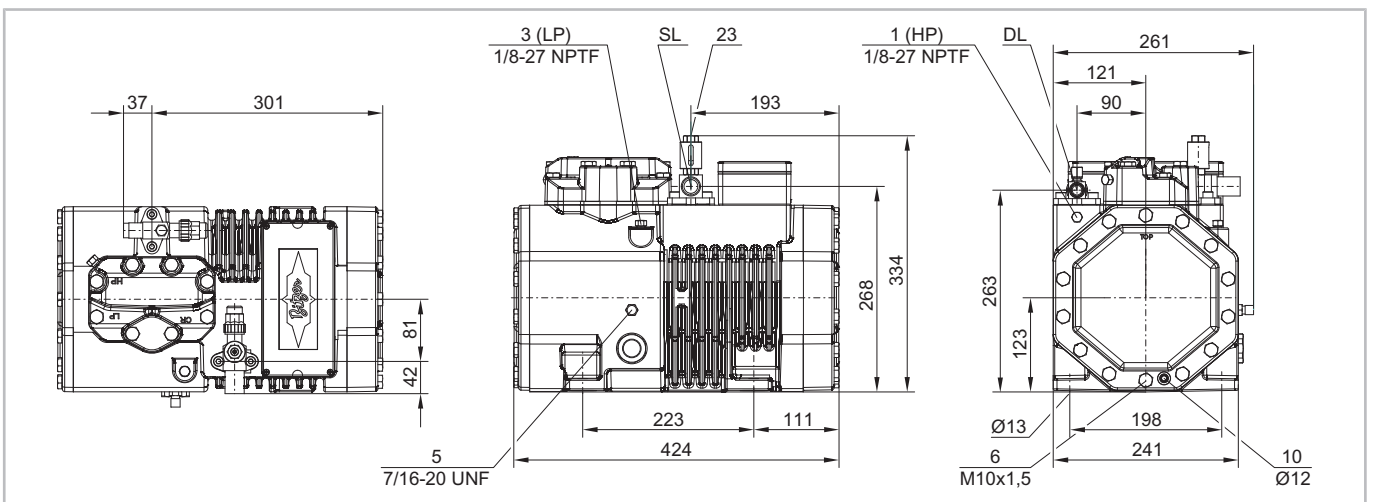


Fig. 5: 2ESL-4K .. 2CSL-6K

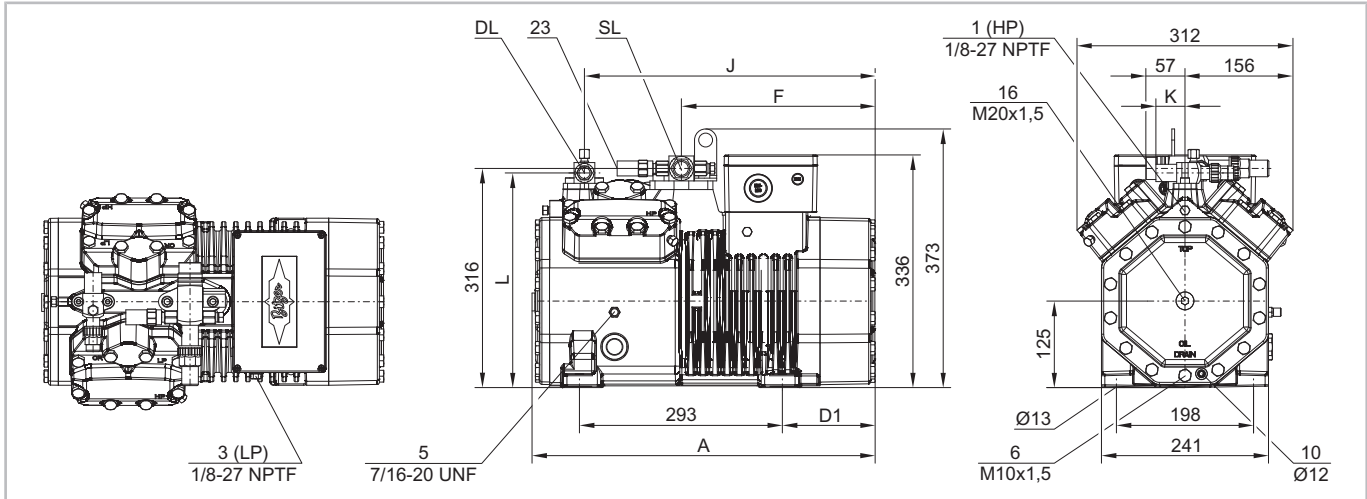


Fig. 6: 4FSL-7K .. 4CSL-12K

	A	D1	F	J	K	L
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4FSL-7K, 4ESL-9K	464	101	247	387	37	306
4DSL-10K	464	101	247	387	42	310
4CSL-12K	497	134	280	420	42	310

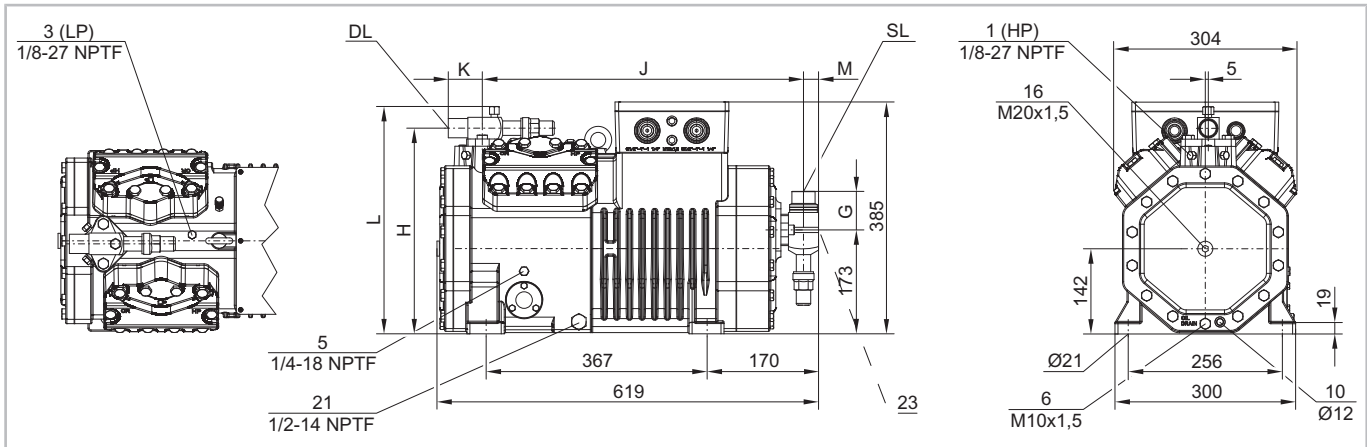


Fig. 7: 4VSL-15K, 4TSL-20K

	G	H	J	K	L	M
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4VSL-15K	56	339	526	42	373	18
4TSL-20K	64	342	533	56	378	25

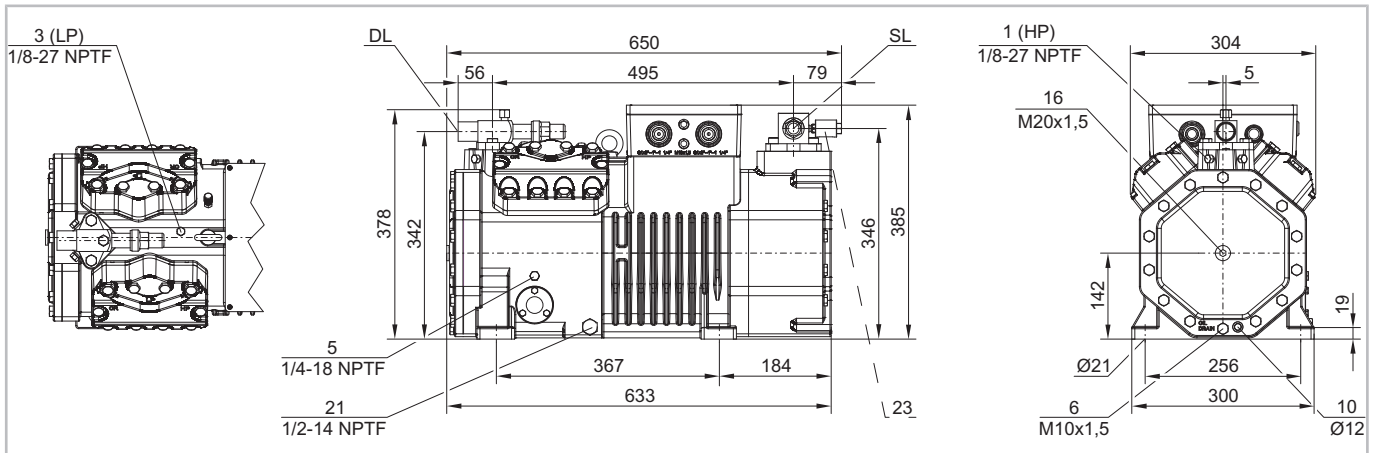


Fig. 8: 4PSL-25K, 4NSL-30K

Connection points	
1	High pressure connection (HP) Connection for high pressure switch (HP)
2	Connection for discharge gas temperature sensor (HP) (4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y): connection for CIC sensor as an alternative)
3	Low pressure connection (LP) Connection for low pressure switch (LP)
5	Oil fill plug
6	Oil drain
9	Connection for oil and gas equalisation (parallel operation)
10	Connection for oil heating
11	Oil pressure connection +
12	Oil pressure connection -
16	Connection for oil monitoring (opto-electronic oil monitoring "OLC-K1" or differential oil pressure switch "Delta-PII")
21	Maintenance connection for oil valve
22	Pressure relief valve to the atmosphere (discharge gas side)
23	Pressure relief valve to the atmosphere (suction side)
24	Compressor module
SL	Suction gas line
DL	Discharge gas line

Tab. 6: Connection points

Dimensions (if specified) may have tolerances according to EN ISO 13920-B.

5 Line start permanent magnet motor (LSPM)

The compressors of the 4FME-7K .. 6PME-40K series are also available with a line start permanent magnet motor (LSPM). They are marked with the letters "U" and "L" in the model designation (e.g. 6PMEU-40LK). The built-in permanent magnets generate a non-negligible magnetic field which, however, is shielded by the compressor housing.



Fig. 9: Warning and prohibition signs on a compressor with permanent magnet motor

Safety signs attached to the compressor

WARNING
Strong magnetic field!
Keep magnetic and magnetizable objects away from compressor!
Persons with cardiac pacemakers, implanted heart defibrillators or metallic implants: maintain a clearance of at least 30 cm!

Work on a compressor with LSPM motor

Any work on the compressor may only be performed by persons who are not part of the above-mentioned group. Maintenance work beyond the work described in these Operating Instructions and the Operating Instructions KB-104 may only be performed after consultation with BITZER.

**WARNING**

Induction, electric voltage!
Never operate the motor with the terminal box open!

When the rotor rotates, electric voltage is induced in the terminal pins – even with the motor switched off.

Permitted work on a compressor with LSPM motor

Work on the electric connection and screwed connections in the terminal box, oil change as well as inspection and replacement of pressure relief valves, cylinder banks and sight glass. No special tools are needed for this work. Before opening the compressor, thoroughly clean its environment. Pay special attention to loose metal particles! Do not open the motor cover!

6 Commissioning**Information**

General information and requirements, see operating instructions KB-104.

Before commissioning the system, check all safety and monitoring devices of the system and in the machine room for correct functioning.

The following information must also be available:

- Design parameters.
- Maximum allowable pressures at standstill and during operation.
- Pipelines and instruments diagram.

**Information**

Special care is required when commissioning CO₂ cascade systems. Due to the high solubility of refrigerant in oil, the high pressure levels and possibly strong pressure variations after the starting process, there is a risk of overstress and lack of lubrication. It is therefore necessary to observe thoroughly the working behaviour and the operating conditions and to switch off the compressor(s) temporarily in case of abnormal conditions. Supervise the system during the whole commissioning process!

6.1 Evacuation

- Switch on the oil heater.

**Information**

For applications with CO₂, the "standing vacuum" should reach a value of 0.67 mbar (500 microns) before the commissioning. During the evacuation process, break the vacuum several times with dry nitrogen.

6.2 Charging with refrigerant

The following chapter describes general requirements when charging with refrigerant and when commissioning the compressors of a cascade system. Depending on the design and the control of the system, some adaptations may be necessary. For commissioning of a CO₂ booster system, see KB-130.

**DANGER**

Liquid CO₂ evaporates quickly, cools down at the same time and forms dry ice!
Danger of cold burns and frost bites!
Avoid uncontrolled deflating of CO₂!
When filling the system with CO₂, wear gloves and goggles!

- When extracting CO₂ out of a bottle without ascending pipe, use a pressure reducer! In general, also after service work, always break the vacuum with gaseous CO₂.
- For CO₂ bottles with ascending pipe, only extract high-pressure liquid! Do not use a pressure reducer! The membranes of the pressure reducers are not completely sealed against liquid penetration.

After filling the system with liquid, remove filling pipeline or filling hose and make sure that no liquid is enclosed in it any more!

**Information**

CO₂ cascade systems are normally used in combination with a refrigeration system for medium temperature applications. When commissioning the CO₂ system, this system should already be in operation and have reached stable operating conditions. Due to the high requirements regarding residual moisture, a filter drier is required when charging with CO₂!

Permitted refrigerant

CO₂ of purity grade N4.5 or comparable, or H₂O < 5 ppm.

The CO₂ purity grade can have a higher H₂O concentration if a generously dimensioned filter drier is used and if the system is charged with refrigerant through this filter drier. It is recommended changing the filter drier several times after commissioning.

Due to the high requirements regarding residual moisture, a filter drier is needed when charging with CO₂ of purity grade N3.0!

Charging process

Do not switch on the compressor.

Switch the oil heater on.

Do not start the charging process until the following oil temperature has been reached: $\min. t_{oil} = t_{amb} + 20K$. Ideally at 35°C - 40°C.

- ▶ Use a pressure reducer and flexible charging pipelines to connect the CO₂ refrigerant bottle to the service connections of the system (suction and high pressure side). Before tightening the screwed joints, flush the pipelines with CO₂ vapour.
- ▶ Open the valves of the charging connections and break the vacuum with CO₂ from the gas phase of the charging cylinder until an excess pressure of approximately 10 bar is reached. If the temperature of the refrigerant bottle is too low, it should be heated in a water bath (water max. 40°C).
- ▶ Close suction and discharge gas shut-off valves of the compressor. Continue charging the system (no the compressor) with gaseous CO₂ up to approx. 20 bar.
- ▶ Afterwards pour liquid CO₂ into the receiver or the inlet of the cascade heat exchanger.

NOTICE

If a pressure of approx. 20 bar is reached, stop charging the suction side with refrigerant. Make sure that the solenoid valves of the evaporator are closed (de-energised).

6.3 Compressor start



NOTICE

Avoid strong pressure reduction in the crankcase during the compressor start and during operation!

Oil foam formation and therefore insufficient lubrication!

Energise the solenoid valve in the liquid line to the cascade heat exchanger in the medium temperature application (liquid injection on the evaporator side of the heat exchanger results in CO₂ condensation).

Before starting the first compressor / evaporator: Choose the evaporation capacity according to the compressor performance.

- ▶ Open the discharge gas shut-off valve and the suction gas shut-off valve of the CO₂ compressor. In large systems with high-capacity evaporators and long pipes, proceed very carefully and keep the suction gas shut-off valve in throttling position.
- ▶ Switch the compressors on (initially only one compressor for parallel connection). In large systems, maintain the suction gas shut-off valve in throttling position. As soon as the suction pressure decreases, slowly start opening until it is completely open. At the same time, switch on the solenoid valve(s) of the evaporator if required and in accordance with the compressor capacity.
- ▶ If there is not enough refrigerant: Adjust the refrigerant quantity as needed.
- ▶ Charge the suction side with gaseous CO₂ or the receiver with liquid CO₂, avoid a strong increase in pressure.
- ▶ If the application limits are exceeded or if abnormal conditions occur (e.g. wet operation), switch the compressors off immediately.
- ▶ Only switch on again when the pressure levels are stable or after elimination of a possible fault.
- ▶ Avoid high cycling rates!
- ▶ Depending on the system design and control system, connect further compressors and evaporators and add refrigerant if necessary.

6.3.1 Checking the operating data

After successful commissioning and charging of refrigerant, check the operating data and create a data protocol:

- Evaporation temperatures and high pressure – see application limits KP-120 and KP-122.
- Suction gas temperature, discharge gas temperature and oil temperature, see chapter Operating temperatures and lubrication conditions, page 32.
- Cycling rate:
 - max. 6 starts per hour
 - min. time for a start / stop cycle = 10 min
- Current values of all phases.
- Voltage.

Create a data protocol.

7 Operation

7.1 Operating temperatures and lubrication conditions

NOTICE
 Operation at low pressure ratios and low suction gas superheat results in low discharge gas and oil temperatures.
 Danger of insufficient lubrication due to the high solubility of CO₂ in oil.
 Avoid operation at low pressure ratios and low suction gas superheat.

With respect to the lubrication conditions, the following requirements must be complied with:

- Always use an oil heater, particularly during stop phases.
- Minimum suction gas superheat 20 K – provide an heat exchanger if necessary.
- Oil temperature 30°C (20°C = absolute minimum value!).
- Minimum discharge gas temperature = condensing temperature (t_c) + 40K.

For continuous operation, the oil temperature must not fall below 30°C and pressure gas temperature not below 50°C!

- Maximum discharge gas temperature: measured at the discharge gas pipeline (10 cm distance from the discharge gas connection of the compressor):
 - 2MME-07K .. 6PME-40K: 140°C
 - 2NSL-05K .. 4NSL-30K: 140°C

7.2 Regular tests

Check the system at regular intervals according to national regulations. Check the following points:

- Operating data, see chapter Compressor start, page 31.
- Oil supply, see chapter Compressor start, page 31.
- Protection devices and all components for compressor monitoring (check valves, discharge gas temperature limiters, differential oil pressure switches, pressure limiters, etc.).
- Tight seat of electrical cable connections and screwed joints.
- Screw tightening torques.
- Check refrigerant charge.
- Tightness test.
- Update data protocol.

Moreover observe the following points:

- Replace the pressure relief valves of the compressors after deflating because the opening pressure may be reduced after this procedure.
- Check the sight glass and its joint at regular intervals and replace them if necessary.
- Check the opto-electronic oil monitoring (OLC-K1) at regular intervals and replace it, if necessary.
- Check the cylinder banks. Dismount the cylinder heads, check the valve plate and replace it, if necessary.

NOTICE
 Risk of damage to the compressor.
 Tighten screws and nuts only to the prescribed tightening torque and, if possible, crosswise in at least 2 steps.
 Perform a tightness test before commissioning!

7.3 Measures to be taken in case of inadvertent CO₂ emission



DANGER

CO₂ is an odourless and colourless gas and cannot be perceived directly in case of emission!

Lost of consciousness and danger of suffocation by inhaling higher concentrations!

Avoid CO₂ emission and uncontrolled deflating, particularly in closed rooms!

Aerate closed machine rooms!

Make sure that the safety regulations in accordance with EN 378 are complied with!



DANGER

Liquid CO₂ evaporates quickly, cools down at the same time and forms dry ice!

Danger of cold burns and frost bites!



Avoid uncontrolled deflating of CO₂!

When filling the system with CO₂, wear gloves and goggles!

If uncontrolled CO₂ emissions occur, take the following measures:

- ▶ If gas escapes, leave the room immediately, warn people, provide adequate ventilation.
- ▶ Do not enter the zone without a self-contained breathing apparatus as long as the harmlessness of the atmosphere has not been proven.
- ▶ Stay outdoors on the wind-facing side. Block the area.
- ▶ Replace the pressure relief valves of the compressors after deflating because the opening pressure may be reduced after this procedure.
- ▶ After deflating, check the tightness of the safety valves and replace them if necessary.

8 Pressure and saturated vapour temperature table for CO₂

Saturated vapour temperature t_{sat} (°C)	Absolute pressure p (bar)
31.06** ①	73.84
31	73.74
30	72.05
29	70.42
28	68.82
27	67.27
26	65.74
25	64.25
24	62.79
23	61.36
22	59.95
21	58.57
20	57.22
19	55.89
18	54.58
17	53.30
16	52.05
15	50.81
14	49.60
13	48.41
12	47.24
11	46.10
10	44.57
9	43.87
8	42.78
7	41.70
6	40.67
5	39.65
4	38.64
3	37.66
2	36.69
1	35.74
0	34.81
-1	33.90
-2	33.00
-3	32.12
-4	31.26
-5	30.42
-6	29.59

Saturated vapour temperature t_{sat} (°C)	Absolute pressure p (bar)
-7	28.78
-8	27.99
-9	27.21
-10	26.45
-11	25.71
-12	24.98
-13	24.26
-14	23.56
-15	22.88
-16	22.21
-17	21.55
-18	20.91
-19	20.28
-20	19.67
-21	19.07
-22	18.49
-23	17.91
-24	17.35
-25	16.81
-26	16.27
-27	15.75
-28	15.25
-29	14.75
-30	14.26
-31	13.79
-32	13.33
-33	12.88
-34	12.44
-35	12.02
-36	11.60
-37	11.19
-38	10.80
-39	10.42
-40	10.04
-41	9.68
-42	9.32
-43	8.98
-44	8.64
-45	8.32
-46	8.00
-47	7.70

Saturated vapour temperature t_{sat} (°C)	Absolute pressure p (bar)
-48	7.40
-49	7.11
-50	6.83
-51	6.55
-52	6.29
-53	6.03
-54	5.78
-55	5.54
-56	5.31

① Critical point

Sommaire

1 Introduction	37
1.1 Tenir également compte de la documentation technique suivante.....	37
2 Sécurité	37
2.1 Personnel spécialisé autorisé.....	37
2.2 Dangers résiduels.....	37
2.3 Indications de sécurité.....	37
2.3.1 Indications de sécurité générales	38
3 Champs d'application	39
4 Montage	40
4.1 Amortisseur de vibrations	40
4.2 Vannes d'arrêt / Raccords à souder	41
4.3 Raccords et croquis cotés	42
5 Moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM)	46
6 Mise en service	47
6.1 Mise sous vide	47
6.2 Remplir de fluide frigorigène.....	47
6.3 Démarrage du compresseur	48
6.3.1 Contrôler les caractéristiques de fonctionnement.....	49
7 Fonctionnement	49
7.1 Températures de fonctionnement et conditions de lubrification	49
7.2 Contrôles réguliers.....	49
7.3 Mesures à prendre en cas d'émissions involontaires de CO ₂	50
8 Tableau de pression / température des vapeurs saturées pour CO₂	51

1 Introduction

Les présentes instructions de services complètent les instructions de service KB-104 (ECOLINE et ECOLINE VARISPEED) et se limitent aux particularités des compresseurs

- 2MME-07K .. 2FME-5K
- 2EME-4K .. 2DME-7K
- 4FME-7K .. 4DME-10K
- 4TME-20K .. 4PME-25K
- 6TME-35K .. 6PME-40K
- 2NSL-05K .. 2FSL-4K
- 2ESL-4K .. 2CSL-6K
- 4FSL-7K .. 4CSL-12K
- 4VSL-15K .. 4NSL-30K

pour applications CO₂ sous-critiques.



Information

Les compresseurs 2MME-07K .. 6PME-40K et 2NSL-05K .. 4NSL.F4K sont exclusivement prévus pour une utilisation dans le cadre d'applications sous-critiques utilisant le CO₂ comme fluide frigorigène.

Champs d'applications spécifiques voir chapitre Champs d'application, page 39.

Ces compresseurs frigorifiques sont prévus pour un montage dans des installations frigorifiques conformément à la Directive UE machines 2006/42/CE. Ils ne peuvent être mis en service qu'une fois installés dans lesdites machines conformément aux présentes instructions de service et de montage et que si la machine complète répond aux réglementations en vigueur (pour les normes appliquées : voir la déclaration d'incorporation).

Les compresseurs ont été conçus selon l'état actuel de la technique et satisfont aux réglementations en vigueur. La sécurité des utilisateurs a été particulièrement prise en considération.

Conserver ces instructions de service et les instructions de service KB-104 ci-jointes à proximité de l'installation frigorifique durant toute la durée de vie du compresseur.

1.1 Tenir également compte de la documentation technique suivante

- Instructions de service KB-104 BITZER ECOLINE et ECOLINE VARISPEED.
- Information Technique KT-230 module de compresseur pour compresseur à piston ECOLINE.

2 Sécurité

2.1 Personnel spécialisé autorisé

Les travaux à réaliser sur un compresseur CO₂ ou une installation frigorifique à CO₂ nécessitent une instruction spécifique et des compétences relatives à l'utilisation du CO₂ comme fluide frigorigène ; seul un personnel spécialisé ayant reçu une formation adéquate est autorisé à réaliser lesdits travaux. Les qualifications et compétences des personnels spécialisés sont décrites dans les réglementations et directives nationales.

2.2 Dangers résiduels

Des dangers résiduels inévitables sont susceptibles d'être causés par le compresseur. Toute personne travaillant sur cet appareil doit donc lire attentivement ces instructions de service !

Doivent être absolument prises en compte :

- les prescriptions et normes de sécurité applicables (p. ex. EN378, EN60204 et EN60335),
- les règles de sécurité généralement admises,
- les directives européennes,
- les réglementations nationales.

2.3 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.

2.3.1 Indications de sécurité générales



DANGER

Tenir compte des niveaux de pression élevés du fluide frigorigène CO₂ (température critique de 31,06°C correspond à une pression de 73,6 bar, voir chapitre Tableau de pression / température des vapeurs saturées pour CO₂, page 51) !

Lorsque le système est à l'arrêt, la pression augmente et l'installation présente un risque d'explosion !

Installer des soupapes de décharge au niveau du compresseur et dans des sections de l'installation verrouillables des deux côtés aux niveaux aspiration et haute pression.

Exigences et conception selon les normes EN 378-2 et EN 13136.



DANGER

Les soupapes de décharge peuvent être bloquées par la neige carbonique !
Danger d'éclatement !

Ne pas fixer de tubes à la sortie de la soupape de décharge.



DANGER

Le CO₂ liquide s'évapore très rapidement, refroidit durant le processus et forme de la glace sèche !



Risque de gelures ou de brûlures par le froid !
Éviter à tout prix une décharge incontrôlée de CO₂ !

Lors du remplissage de l'installation avec du CO₂, porter des gants et des lunettes de protection !

Dans les installations fonctionnant avec du CO₂, la température des fluides est généralement très basse. Selon le type et la conception de l'installation :

- le condenseur et le réservoir de liquide, ou uniquement le réservoir de liquide et éventuellement l'échangeur de chaleur, doivent être isolés afin d'éviter que la température ne passe en dessous du point de rosée.

- Si nécessaire, prendre d'autres mesures pour limiter la pression, comme par ex. :
 - utilisation d'un réservoir d'égalisation de pression.
 - Pour les installations plus grandes : installation d'un groupe frigorifique supplémentaire pour limiter la pression par un retour de condensation.

Pressions maximales admissibles (arrêt) :

2MME-07K .. 6PME-40K

- Côté basse pression : 100 bar
- Côté haute pression : 100 bar

2NSL-05K .. 4NSL-30K

- Côté basse pression : 30 bar
- Côté haute pression : 53 bar

En raison des pressions maximales admises plus basses au côté de basse pression, les types 2NSL-05K .. 4NSL-30K sont équipés d'une soupape de décharge (côté de basse pression) à l'atmosphère. Suivant EN 12693-2008 cette soupape de décharge n'est pas prévue de protéger l'installation. Il protège seulement le compresseur contre une pression trop élevée inadmissible, dès qu'il (le compresseur) est coupé des deux côtés. Les soupapes de décharge sont montées au vanne d'arrêt à l'aspiration. Quand le compresseur est en service, ouvrir le vanne d'arrêt à l'aspiration complètement (soupape de décharge devient inactive).

Pour les compresseurs avec moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM) :



AVERTISSEMENT

Champ magnétique très puissant !

Tenir les objets magnétiques et magnétisables loin du compresseur !



Personnes portant un pacemaker, des défibrillateurs implantés ou des implants métalliques : respecter une distance minimale de 30 cm !



AVIS

En cas de montée de la température (par ex. due à un blocage prolongé du rotor), la sonde de température PTC montée de série dans le stator protège le moteur LSPM contre toute surcharge moteur. L'installation d'un dispositif supplémentaire plus rapide de protection contre les surcharges est recommandée, car un blocage multiple endommage les aimants.

3 Champs d'application

2MME-07K .. 6PME-40K

- Réfrigération à basses températures dans des systèmes en cascade ou booster.
- Réfrigération à moyenne température en utilisant des températures de condensation plus élevées (seulement 2MME-1K .. 2DME-7K).

- Pressions maximales admissibles du côté basse/ haute pression : 100 / 100 bar.

2NSL-05K .. 4NSL-30K

- Réfrigération à basses températures dans des systèmes en cascade ou booster.
- Pressions maximales admissibles du côté basse/ haute pression : 30 / 53 bar.

Types de compresseurs	2NSL-05K .. 4NSL-30K	2MME-07K .. 6PME-40K
Fluide frigorigène autorisé	CO ₂ ① CO ₂ d'une classe de pureté de N4,5 ou équivalente, ou H ₂ O < 5 ppm	
Charge d'huile	BSE60K : Charge d'huile standard BSE85K, BSE68K : En option :	
Limites d'application ②	voir prospectus KP-120	voir prospectus KP-122

Tab. 1: Champs d'application des compresseurs sous-critiques à CO₂



Information

BSE60K pour systèmes en cascade !
BSE85K pour systèmes booster !

① : La classe de pureté du CO₂ peut contenir une part H₂O plus élevée si l'on remplit l'installation en utilisant un filtre déshydrateur largement dimensionné. Il est recommandé de remplacer le filtre déshydrateur plusieurs fois après la mise en service.

② : Plage de vitesse standard en cas de régulation de puissance avec convertisseur de fréquence :

- 2MME-07K .. 2DME-7K : autorisé pour une plage de fréquences allant de 30 à 75 Hz.
- 4FME-7K .. 4DME-10K : autorisé pour une plage de fréquences allant de 25 à 70 Hz.
- 4TME-20K .. 4PME-25K : autorisé pour une plage de fréquences allant de 25 à 70 Hz.
- 6TME-35K .. 6PME-40K : autorisé pour une plage de fréquences allant de 25 à 70 Hz.
- 2NSL-05K .. 2CSL-6K : autorisé pour une plage de fréquences allant de 30 à 75 Hz.
- 4FSL-7K .. 4NSL-30K : autorisé pour une plage de fréquences allant de 25 à 70 Hz.

Dans les applications avec un rapport de pression élevé, la plage de vitesse réglable peut être limitée. Une consultation préalable avec BITZER est requise.

Applications spéciales

Pour les systèmes noyés, des mesures particulières pour le retour d'huile sont nécessaires. En outre, un échangeur de chaleur largement dimensionné est requis pour augmenter la température du gaz d'aspiration en raison de la surchauffe du gaz d'aspiration. Cela vaut également pour la réfrigération à température moyenne dans des réseaux d'eau froide en utilisant des compresseurs 2MME-1K .. 2DME-7K.

Lors de la conception de telles installations, une consultation préalable avec BITZER est recommandée. Avant l'utilisation dans des installations de dégivrage par gaz chaud, une consultation préalable avec BITZER est également recommandée.

Filtre déshydrateur

La solubilité de l'eau dans le CO₂ gazeux est très nettement inférieure à sa solubilité dans d'autres fluides frigorigènes. Pour cette raison, même une partie d'humidité relativement petite du fluide frigorigène risque d'être séparée par congélation, surtout en cas d'application de réfrigération à basses températures, ce qui pourrait bloquer ou boucher les vannes de régulation. Un filtre déshydrateur largement dimensionné et un voyant avec indicateur d'humidité du CO₂ sont donc indispensables.

4 Montage

4.1 Amortisseur de vibrations

Le compresseur peut être fixé de manière rigide, s'il n'y a pas de risque de rupture par vibration dans le système de tuyauterie raccordé. Dans le cas contraire, monter le compresseur sur des amortisseurs de vibrations.

Montage des conduites de gaz d'aspiration et de refoulement :

- Poser le compresseur sur les amortisseurs de vibrations ou le monter de manière rigide. Dans cette position (= position de service), raccorder sans contraintes les conduites de gaz d'aspiration et de refoulement. Sélection des amortisseurs de vibrations à l'aide des tableaux suivants :

Compresseur	Numéro de kit de montage, référence (4 pièces)	Dureté
2MME-07K .. 2DME-7K	370 005 02	60 Shore
4FME-7K .. 4DME-10K	370 005 02	60 Shore
4TME-20K .. 4PME-25K	370 005 03	55 Shore
6TME-35K, 6PME-40K	370 005 03	55 Shore
2NSL-05K .. 2FSL-4K	370 000 19	43 Shore
2ESL-4K .. 2CSL-6K	370 000 20	55 Shore
4FSL-7K .. 4CSL-12K	370 000 20	55 Shore

Tab. 2: Amortisseur de vibrations 2MME-07K .. 6PME-40K, 2NSL-05K .. 4CSL-12K

Compresseur	Numéro de kit de montage, référence (2 pièces)	Dureté	Numéro de kit de montage, référence (2 pièces)	Dureté
	Côté carter		Côté moteur	
4VSL-15K .. 4NSL-30K	370 002 11	60 Shore	370 002 10	65 Shore

Tab. 3: Amortisseur de vibrations 4VSL-15K .. 4NSL-30K

4.2 Vannes d'arrêt / Raccords à souder

Compresseur	Référence de la vanne d'arrêt	Désignation	Données se référant à la douille de vanne/bague coupante	
			Diamètre intérieur mm	Diamètre extérieur mm
2MME-07K .. 2FME-5K	361 315 64		$d_i = 12,8$	$d_a = 17,2$
2EME-4K .. 2DME-7K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
4FME-7K .. 4DME-10K			$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4TME-20K .. 4PME-25K	361 315 32		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
6TME-35K, 6PME-40K	361 315 30		$d_i = 35,2$	$d_a = 42,4$
2NSL-05K .. 2FSL-4K	361 315 64		$d_i = 12,8$	$d_a = 17,2$
2ESL-4K .. 2CSL-6K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
4FSL-7K, 4ESL9K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
4DSL-10K, 4CSL-12K	361 315 50		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4VSL-15K	361 315 53		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4TSL-20K .. 4NSL-30K	361 315 54		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$

Tab. 4: Vannes d'arrêt et tailles de raccords, côté haute pression

Compresseur	Référence de la vanne d'arrêt	Désignation	Données se référant à la douille de vanne/bague coupante	
			Diamètre intérieur mm	Diamètre extérieur mm
2MME-07K .. 2FME-5K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
2EME-4K .. 2DME-7K	361 315 50		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4FME-7K .. 4DME-10K			$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4TME-20K .. 4PME-25K	361 315 68		$d_i = 35,2$	$d_a = 42,4$
6TME-35K, 6PME-40K	361 315 29		$d_i = 41,4$	$d_a = 48,3$
2NSL-05K .. 2FSL-4K	361 315 51		$d_i = 16,1$	$d_a = 22$
2ESL-4K .. 2CSL-6K	361 315 50		$d_i = 22,3$	$d_a = 30$
4FSL-7K, 4ESL9K	361 315 52		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4DSL-10K, 4CSL-12K	361 315 52		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4VSL-15K	361 315 55		$d_i = 28,7$	$d_a = 35$
4TSL-20K .. 4NSL-30K	361 315 56		$d_i = 35,2$	$d_a = 42,4$

Tab. 5: Vannes d'arrêt et tailles de raccords, côté basse pression

4.3 Raccords et croquis cotés

2MME-07K .. 6PME-40K

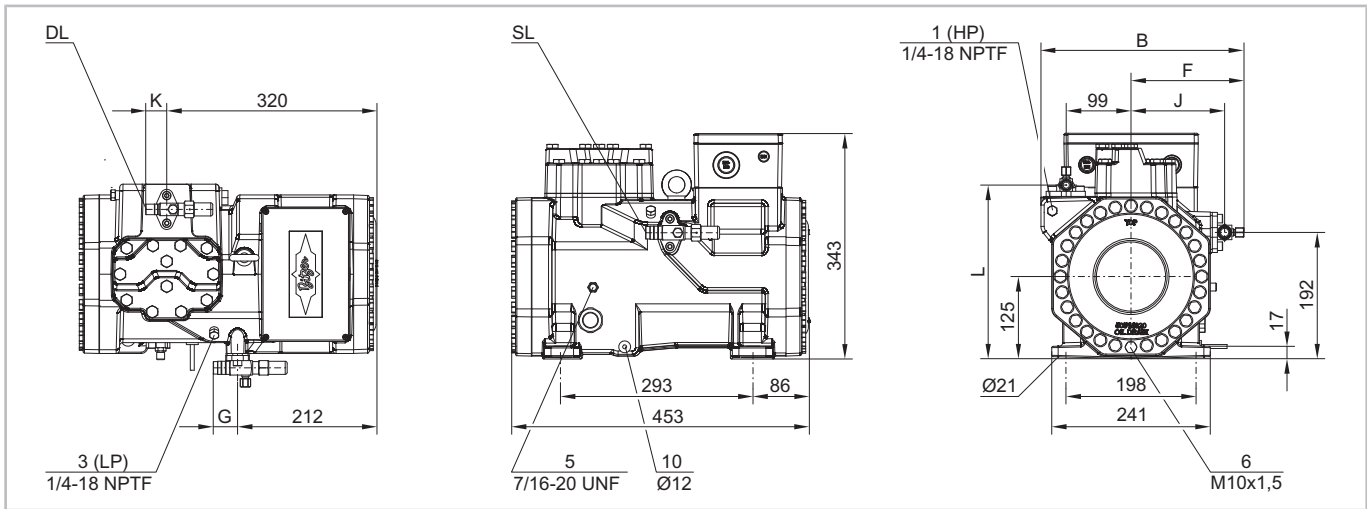


Fig. 1: 2MME-07K .. 2DME-7K

	B	F	G	J	K	L
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2MME-07K .. 2FME-5K	311	174	37	145	32	264
2EME-4K .. 2DME-7K	319	182	58	149	37	268

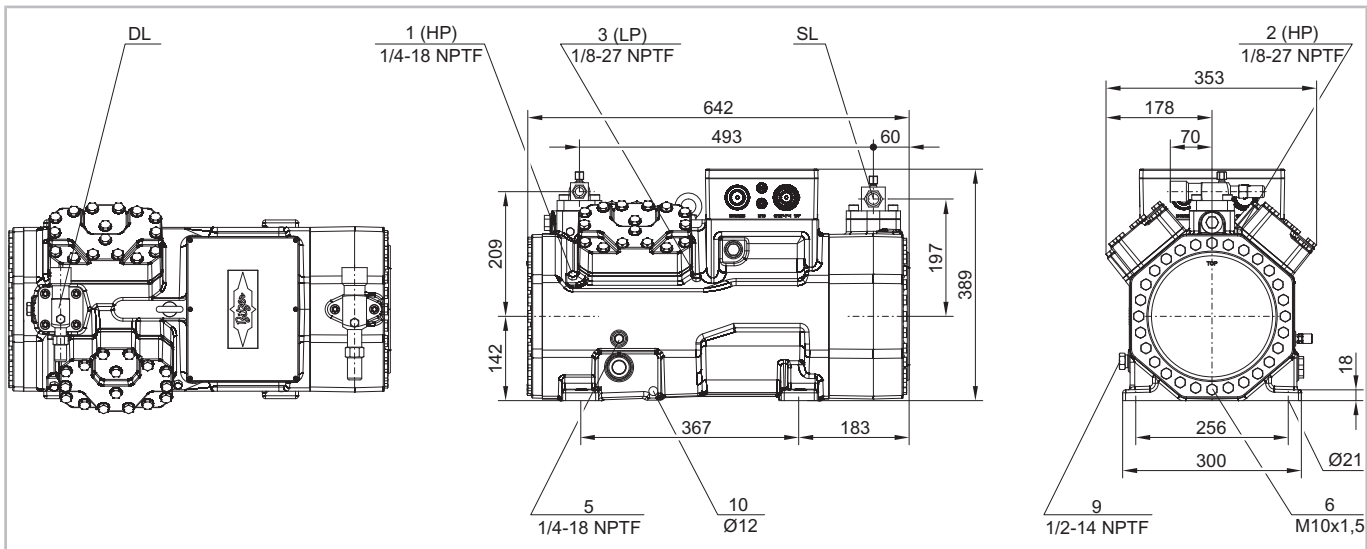


Fig. 2: 4TME-20K .. 4PME-25K

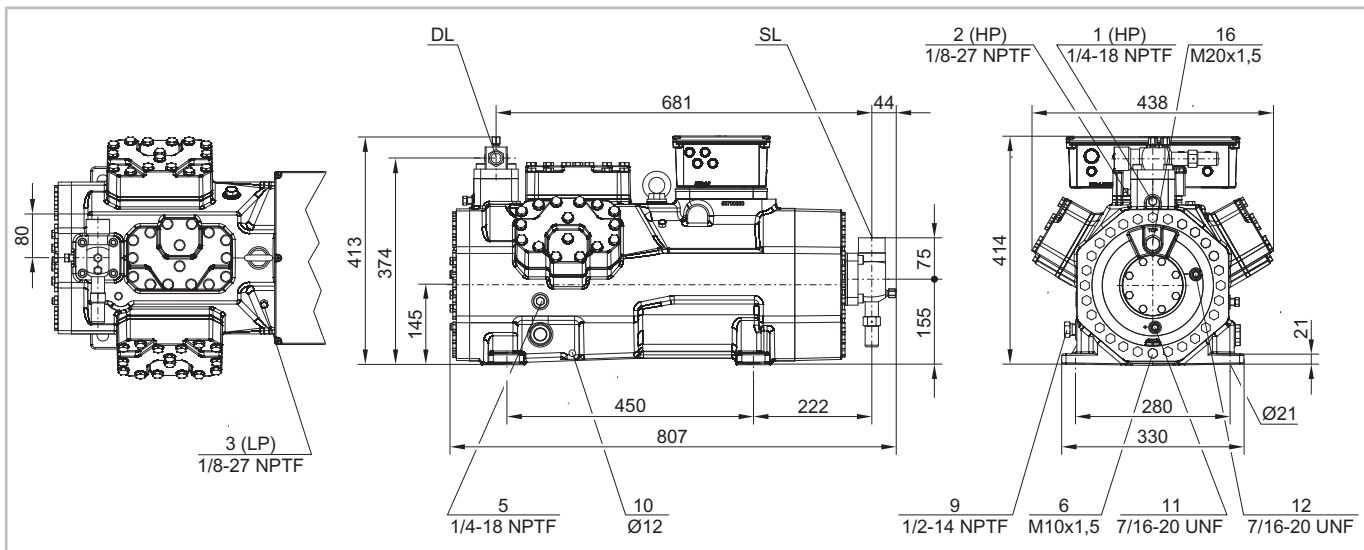


Fig. 3: 6TME-35K .. 6PME-40K

2NSL-05K .. 4NSL-30K

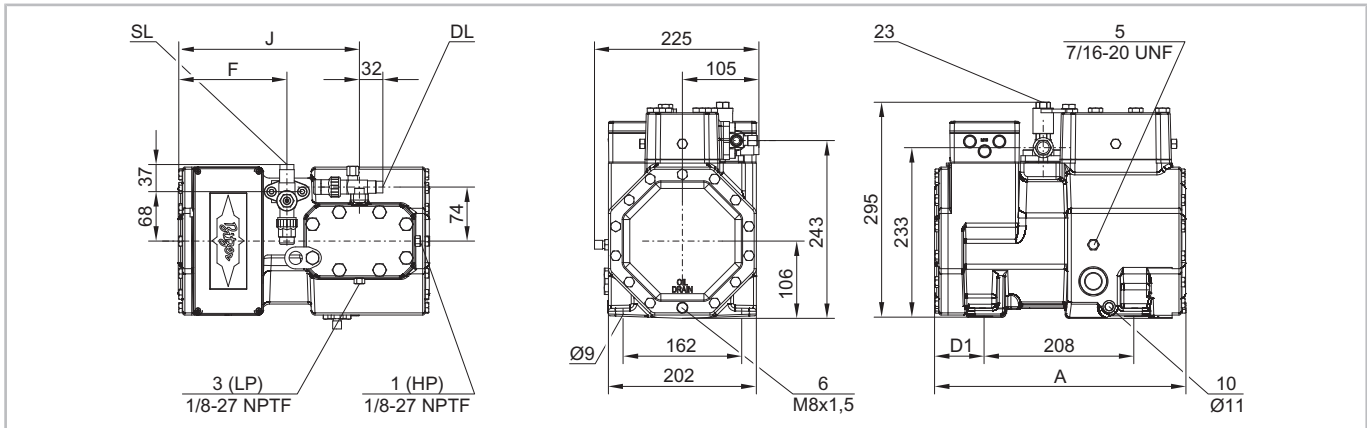


Fig. 4: 2NSL-05K .. 2FSL-4K

	A	D1	F	J
	mm	mm	mm	mm
2NSL-05K .. 2HSL-3K	343	65	148	247
2GSL-3K, 2FSL-4K	373	95	148	277

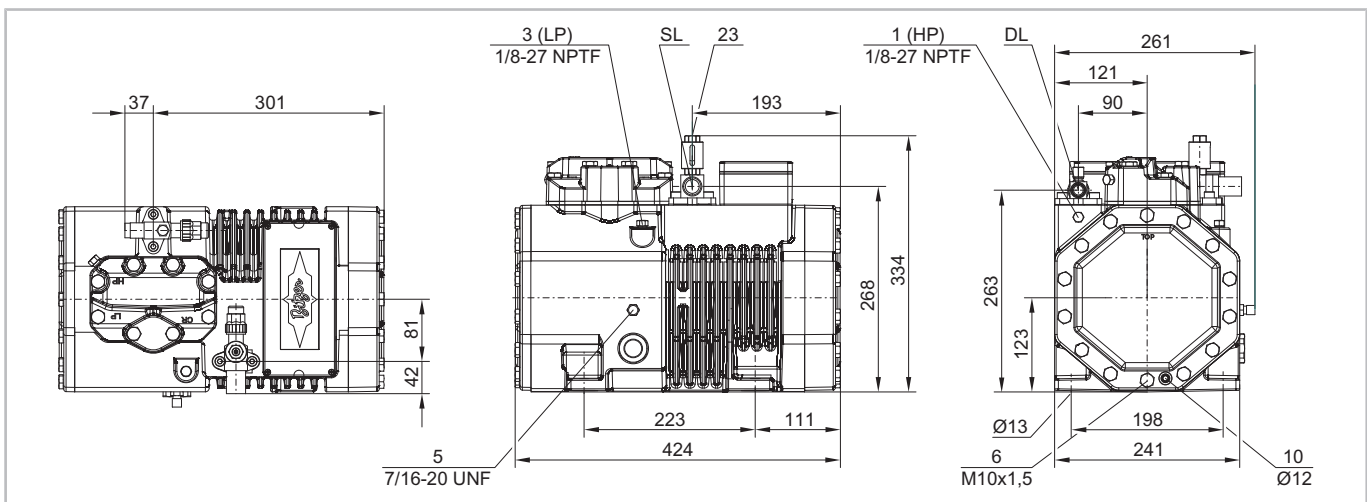


Fig. 5: 2ESL-4K .. 2CSL-6K

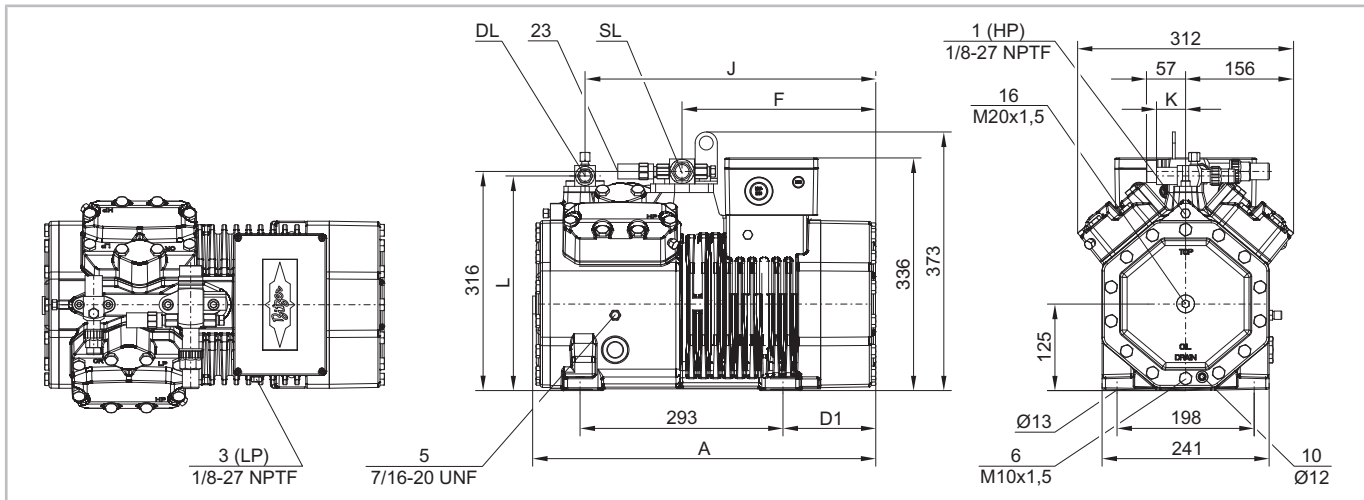


Fig. 6: 4FSL-7K .. 4CSL-12K

	A	D1	F	J	K	L
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4FSL-7K, 4ESL-9K	464	101	247	387	37	306
4DSL-10K	464	101	247	387	42	310
4CSL-12K	497	134	280	420	42	310

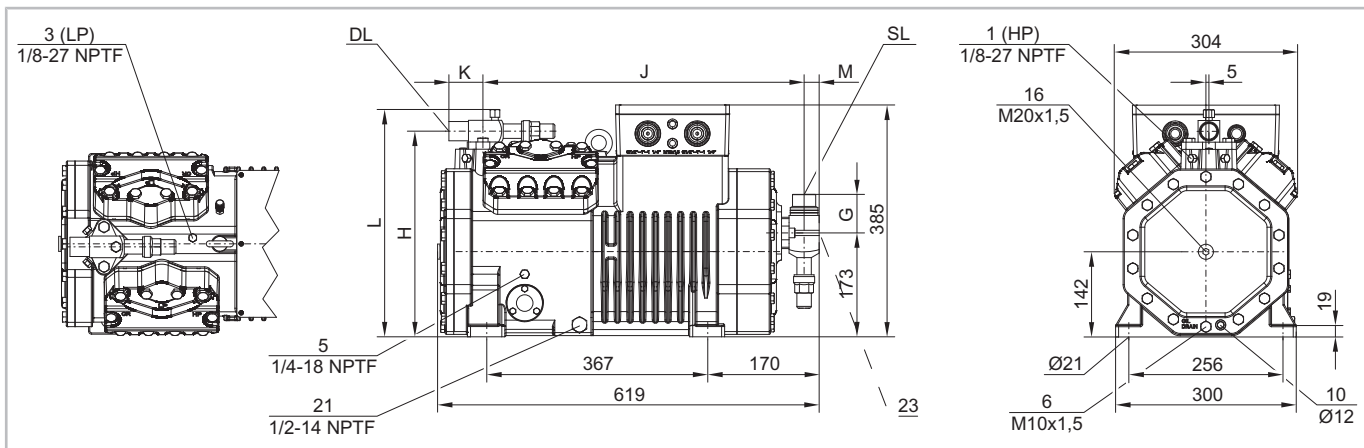


Fig. 7: 4VSL-15K, 4TSL-20K

	G	H	J	K	L	M
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4VSL-15K	56	339	526	42	373	18
4TSL-20K	64	342	533	56	378	25

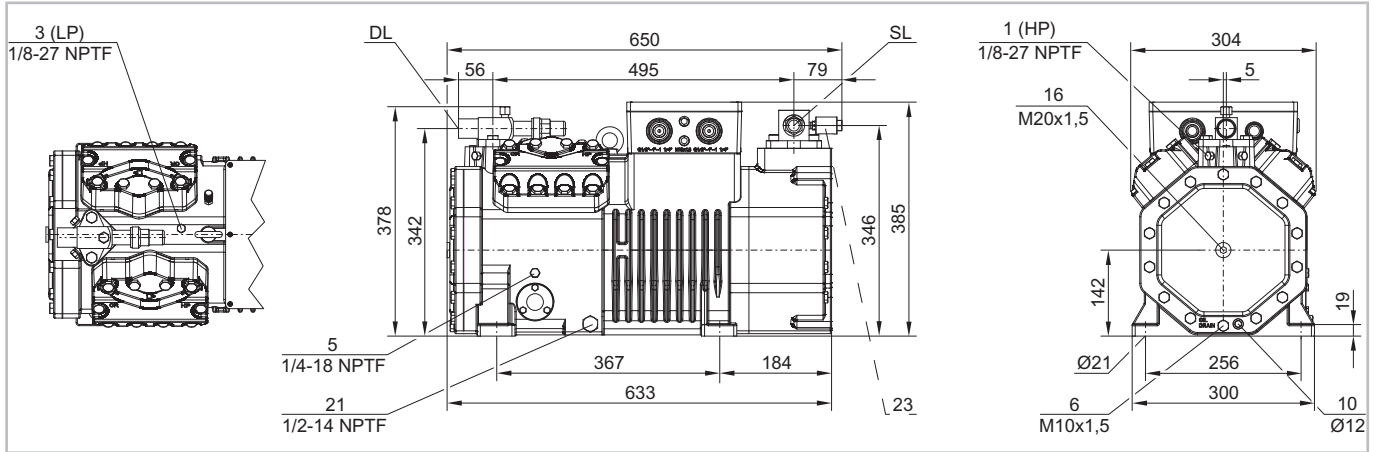


Fig. 8: 4PSL-25K, 4NSL-30K

Positions de raccordement	
1	Raccord haute pression (HP) Raccord pour pressostat haute pression (HP)
2	Raccord pour la sonde de température du gaz de refoulement (HP) (4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y) : en alternative, raccordement pour sonde de CIC)
3	Raccord basse pression (LP) Raccord pour pressostat basse pression (LP)
5	Bouchon de remplissage d'huile
6	Vidange d'huile
9	Raccord pour égalisation d'huile et de gaz (fonctionnement en parallèle)
10	Raccord pour réchauffeur d'huile
11	Raccord de pression d'huile +
12	Raccord de pression d'huile -
16	Raccord pour contrôle d'huile (contrôle d'huile opto-électronique « OLC-K1 » ou pressostat différentiel d'huile « Delta-PII »)
21	Raccord de maintenance pour la vanne d'huile
22	Soupape de décharge dans l'atmosphère (côté gaz de refoulement)
23	Soupape de décharge dans l'atmosphère (côté aspiration)
24	Module de compresseur
SL	Conduite du gaz d'aspiration
DL	Conduite du gaz de refoulement

Tab. 6: Positions de raccordement

Les cotes indiquées sont susceptibles de présenter une tolérance selon la norme EN ISO 13920-B.

5 Moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM)

Les compresseurs de la série 4FME-7K .. 6PME-40K sont également disponibles avec un moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM). Ils comportent les lettres « U » et « L » dans leur désignation de type (par ex. 6PMEU-40LK). Les aimants permanents intégrés génèrent un champ magnétique non négligeable, mais contre lequel le corps du compresseur assure une protection.



Fig. 9: Panneaux d'avertissement et d'interdiction sur un compresseur avec moteur à aimant permanent

Symboles de sécurité sur le compresseur



AVERTISSEMENT

Champ magnétique très puissant !

Tenir les objets magnétiques et magnétisables loin du compresseur !

Personnes portant un pacemaker, des défibrillateurs implantés ou des implants métalliques : respecter une distance minimale de 30 cm !

Travaux sur le compresseur avec moteur LSPM

Tout travail sur le compresseur ne peut être effectué que par des personnes ne faisant pas partie du groupe susmentionné. Les travaux de maintenance allant au-delà des actions décrites dans les présentes instructions de service et dans les instructions de service

KB-104 ne doivent être effectués qu'après consultation de la société BITZER.



AVERTISSEMENT

Induction, tension électrique !
Ne surtout pas faire tourner le moteur si la boîte de raccordement est ouverte !

Lorsque le rotor tourne, il induit une tension électrique au niveau des boulons de bornes – et ce, même quand le moteur est coupé.

Travaux autorisés sur le compresseur avec moteur LSPM

Raccordement électrique et assemblage vissé dans la boîte de raccordement, vidange d'huile ainsi que contrôle et remplacement des soupapes de décharge, des culasses et du voyant. Ces travaux ne nécessitent aucun outil spécial. Avant d'ouvrir le compresseur, il est nécessaire de nettoyer très soigneusement ses environs immédiats. Faire en particulier attention à d'éventuelles particules métalliques libres ! Ne pas ouvrir le couvercle du moteur !

6 Mise en service



Information

Pour les informations et exigences générales, voir les instructions de service KB-104.

Avant la mise en service de l'installation, s'assurer du fonctionnement correct de tous les systèmes de sécurité et de surveillance de l'installation, et de ceux dans la salle des machines.

Par ailleurs, les informations suivantes doivent être disponibles :

- Données de sélection.
- Pressions maximales admissibles à l'arrêt et en fonctionnement.
- Schéma des conduites et des instruments.



Information

La mise en service d'installations CO₂ en cascade nécessite de suivre très soigneusement la procédure.

Du fait de la très haute solubilité du fluide frigorigène dans l'huile, des hautes pressions et le cas échéant des fortes variations de pression après le processus de démarrage, une surcharge et un manque de lubrification sont susceptibles d'apparaître.

Il est donc nécessaire d'observer attentivement la méthode de travail et les conditions d'exploitation et de mettre hors service provisoirement le ou les compresseurs si des conditions anormales surviennent.

Surveiller impérativement l'installation durant tout le temps de la mise en service !

6.1 Mise sous vide

- Mettre en marche le réchauffeur d'huile.



Information

Pour les applications de CO₂, le « vide stable » devrait atteindre une valeur de 0,67 mbar (500 microns) avant la mise en service.

Au cours du processus de mise sous vide, casser le vide plusieurs fois à l'aide d'azote sec.

6.2 Remplir de fluide frigorigène

Le chapitre suivant décrit les exigences générales s'appliquant au remplissage avec du fluide frigorigène et à la mise en service des compresseurs d'une installation en cascade. En fonction de la version et la commande de l'installation, des modifications peuvent être nécessaires. Pour la mise en service d'un système CO₂ booster, voir KB-130.



DANGER

Le CO₂ liquide s'évapore très rapidement, refroidit durant le processus et forme de la glace sèche !



Risque de gelures ou de brûlures par le froid ! Éviter à tout prix une décharge incontrôlée de CO₂ !

Lors du remplissage de l'installation avec du CO₂, porter des gants et des lunettes de protection !

- Lors de l'extraction du CO₂ à partir de bouteilles sans tube ascendant, utiliser un réducteur de pression ! En règle générale, même après les travaux de maintenance, toujours casser le vide avec du CO₂ sous forme gazeuse.

- Pour les bouteilles avec tube ascendant, n'extraire le CO₂ que sous haute pression et sous forme liquide ! Ne pas utiliser de réducteur de pression ! Les membranes des réducteurs de pression ne sont pas complètement imperméables.

Une fois l'installation remplie de fluide, retirer la conduite ou le tuyau de remplissage et s'assurer qu'aucun fluide ne s'y trouve plus !

i Information

Les installations CO₂ en cascade fonctionnent normalement en combinaison avec une installation frigorifique pour la réfrigération à moyenne température. Au moment de la mise en service du système CO₂, cette installation doit déjà être en service et avoir atteint des conditions de fonctionnement stables. En raison des hautes exigences en matière d'humidité résiduelle, l'utilisation d'un filtre déshydrateur s'impose lors du remplissage avec du CO₂ !

Fluide frigorigène autorisé

CO₂ d'une classe de pureté de N4,5 ou équivalente, ou H₂O < 5 ppm.

La classe de pureté du CO₂ peut contenir une part H₂O plus élevée si l'on remplit le système en utilisant un filtre déshydrateur largement dimensionné. Il est recommandé de remplacer le filtre déshydrateur plusieurs fois après la mise en service.

En raison des hautes exigences en matière d'humidité résiduelle, l'utilisation d'un filtre déshydrateur s'impose lors du remplissage avec du CO₂ de classe de pureté N3,0 !

Remplissage

Ne pas mettre en marche le compresseur.

Mettre en circuit le réchauffeur d'huile.

Ne commencer le remplissage que lorsque la température d'huile suivante est atteinte : $t_{\text{huile min.}} = t_{\text{amb}} + 20\text{K}$. Dans l'idéal entre 35°C et 40°C.

- ▶ Raccorder la bouteille de CO₂ aux raccords de service de l'installation (côtés aspiration et haute pression) via un réducteur de pression et des conduites de remplissage flexibles. Avant de serrer les vis, purger les tuyaux avec du CO₂ sous forme gazeuse.
- ▶ Ouvrir les vannes des raccords de remplissage et casser le vide avec du CO₂ de la phase gazeuse du cylindre de remplissage jusqu'à une surpression d'env. 10 bar. En cas de refroidissement important de la bouteille de fluide frigorigène, il faut la réchauffer au bain-marie (température de l'eau 40°C max.)

- ▶ Fermer les vannes d'aspiration et les vannes d'arrêt du gaz de refoulement du compresseur. Continuer à remplir l'installation (pas le compresseur) avec du CO₂ gazeux jusqu'à 20 bar max.
- ▶ Ensuite verser du CO₂ liquide dans le réservoir ou l'entrée de l'échangeur de chaleur en cascade.



AVIS

À partir d'une pression du système d'environ 20 bars, ne pas ajouter d'autre fluide frigorigène côté aspiration ! Veiller à ce que les vannes magnétiques de l'évaporateur soient fermées (hors tension).

6.3 Démarrage du compresseur



AVIS

Éviter toute réduction importante de la pression dans le carter, au démarrage du compresseur comme en cours de fonctionnement ! Formation de mousse d'huile entraînant un manque de lubrification !

Dans l'installation de réfrigération à moyenne température, actionner la vanne magnétique de la conduite de liquide vers l'échangeur de chaleur en cascade (l'injection de fluide frigorigène du côté évaporateur de l'échangeur de chaleur provoque la condensation du CO₂).

Avant le démarrage du premier compresseur / évaporateur : Adapter la puissance de l'évaporateur à celle du compresseur.

- ▶ Ouvrir les vannes d'arrêt du gaz de refoulement et du gaz d'aspiration du compresseur CO₂. Dans les grandes installations à haute puissance évaporateur et longs tuyaux, procéder avec une grande prudence et maintenir la vanne d'arrêt du gaz d'aspiration en position d'étranglement.
- ▶ Mettre en marche les compresseurs (un seul pour commencer en cas de fonctionnement en parallèle). Dans les grandes installations, maintenir la vanne d'arrêt du gaz d'aspiration en position d'étranglement et ne l'ouvrir lentement et complètement qu'une fois que la pression d'aspiration diminue. Dans le même temps, mettre en marche la (les) vanne(s) magnétique(s) des évaporateurs en fonction des besoins et de la puissance de compression.
- ▶ S'il n'y a pas assez de fluide frigorigène : Adapter la quantité en fonction des besoins.
- ▶ Remplir côté aspiration avec du CO₂ sous forme gazeuse, ou sous forme liquide dans le réservoir, éviter une augmentation trop importante de la pression.

- ▶ En cas de dépassement des limites d'application ou de conditions anormales (par ex. fonctionnement en noyé), arrêter tout de suite le compresseur.
- ▶ Ne le remettre en circuit que lorsque les niveaux de pression se sont stabilisés ou que, le cas échéant, l'erreur a été éliminée.
- ▶ Éviter les fréquences de commutation élevées !
- ▶ Selon le modèle et la commande de l'installation, allumer des compresseurs et évaporateurs supplémentaires en cas de besoin et rajouter la quantité appropriée de fluide frigorigène.

6.3.1 Contrôler les caractéristiques de fonctionnement

Une fois la mise en service réussie et l'installation remplie de fluide frigorigène, contrôler les données de fonctionnement et établir un protocole de données :

- Températures d'évaporation et haute pression – voir limites d'application KP-120 et KP-122.
- Température du gaz d'aspiration, du gaz de refoulement et de l'huile, voir chapitre Températures de fonctionnement et conditions de lubrification, page 49.
- Fréquence de commutation :
 - 6 démarrages max. par heure
 - durée minimale d'un cycle Marche / Arrêt = 10 min
- Valeur électrique de toutes les phases.
- Tension.

Créer un protocole de données.

7 Fonctionnement

7.1 Températures de fonctionnement et conditions de lubrification

! AVIS

Un fonctionnement à faibles rapports de pression et avec un faible surchauffe du gaz aspiré provoque une basse température du gaz de refoulement et de l'huile.

Risque de lubrification insuffisante à cause de la haute solubilité du CO₂ dans l'huile.

Éviter un fonctionnement à faibles rapports de pression et une surchauffe du gaz d'aspiration faible.

En matière de conditions de lubrification, il faut satisfaire aux exigences suivantes :

- En règle générale, mettre le réchauffeur d'huile en service, en particulier durant les phases d'arrêt.
- Surchauffe minimale du gaz d'aspiration 20 K – prévoir un échangeur de chaleur si nécessaire.
- Température d'huile 30°C (20°C = valeur minimale absolue !).
- Température minimale du gaz de refoulement = température de condensation (t_c) + 40K.

En fonctionnement continu, la température de l'huile doit s'élever à au moins 30 C et celle du gaz de refoulement à au moins 50 C !

- Température max. du gaz de refoulement mesurée sur la conduite de gaz de refoulement (10 cm de distance par rapport au raccord de gaz de refoulement du compresseur).
 - 2MME-07K .. 6PME-40K : 140 °C
 - 2NSL-05K .. 4NSL-30K : 140 °C

7.2 Contrôles réguliers

Contrôler régulièrement l'installation conformément aux réglementations nationales. Contrôler en particulier les points suivants :

- Caractéristiques de fonctionnement, voir chapitre Démarrage du compresseur, page 48.
- Alimentation en huile, voir chapitre Démarrage du compresseur, page 48.
- Dispositifs de protection et toutes les pièces servant à contrôler le compresseur (clapets de non-retour, limiteur de température du gaz de refoulement, pressostat différentiel d'huile, limiteur de pression, etc.).
- S'assurer que les connexions des câbles et les assemblages à vis sont suffisamment serrés.
- Couple de serrage des vis.
- Contrôler la charge de fluide frigorigène.
- Essai d'étanchéité.
- Maintenir le protocole de données.

En outre, tenir compte des points suivants :

- Remplacer les vannes de décharge des compresseurs après la décharge, car un tel processus peut réduire la pression d'ouverture.
- Contrôler régulièrement le voyant et son joint et les remplacer si nécessaire.

- Contrôler régulièrement le dispositif de contrôle d'huile opto-électronique (OLC-K1) et le remplacer si nécessaire.
- Contrôler les culasses. Démonter les têtes de culasse, contrôler la plaque à clapets et la remplacer si nécessaire.
- ▶ Remplacer les vannes de décharge des compresseurs après la décharge, car un tel processus peut réduire la pression d'ouverture.
- ▶ Contrôler l'étanchéité des vannes de sécurité de l'installation après la fuite et les remplacer si nécessaire.

**AVIS**

Risque d'endommagement du compresseur. Ne serrer les vis et les écrous qu'au couple de serrage prescrit et, si possible, en croix et en 2 étapes minimum. Avant la mise en service, effectuer un essai d'étanchéité !

7.3 Mesures à prendre en cas d'émissions involontaires de CO₂

**DANGER**

Le CO₂ est un gaz inodore et incolore non perçu directement en cas d'émissions ! Risque de perte de conscience et de suffocation en cas d'inspiration en concentrations trop importantes ! Éviter toute décharge de CO₂ et toute fuite incontrôlée, en particulier dans les pièces fermées ! Ventiler les locaux de machines fermés ! Respecter les exigences de sécurité spécifiées par la norme EN 378 !

**DANGER**

Le CO₂ liquide s'évapore très rapidement, refroidit durant le processus et forme de la glace sèche !



Risque de gelures ou de brûlures par le froid ! Éviter à tout prix une décharge incontrôlée de CO₂ ! Lors du remplissage de l'installation avec du CO₂, porter des gants et des lunettes de protection !

En cas d'émission incontrôlée de CO₂, prendre les mesures suivantes :

- ▶ En cas de fuite de gaz, quitter immédiatement la pièce, prévenir les personnes et garantir une ventilation suffisante.
- ▶ Tant que la non-dangerosité de l'atmosphère n'a pas été prouvée, ne pénétrer dans la zone qu'avec un appareil de protection respiratoire autonome.
- ▶ Rester à l'air libre et exposé au vent. Interdire l'accès à la zone.

8 Tableau de pression / température des vapeurs saturées pour CO₂

Température de vapeur saturée t_{sat} (°C)	Pression absolue p (bar)
31,06** ①	73,84
31	73,74
30	72,05
29	70,42
28	68,82
27	67,27
26	65,74
25	64,25
24	62,79
23	61,36
22	59,95
21	58,57
20	57,22
19	55,89
18	54,58
17	53,30
16	52,05
15	50,81
14	49,60
13	48,41
12	47,24
11	46,10
10	44,57
9	43,87
8	42,78
7	41,70
6	40,67
5	39,65
4	38,64
3	37,66
2	36,69
1	35,74
0	34,81
-1	33,90
-2	33,00
-3	32,12
-4	31,26
-5	30,42
-6	29,59

Température de vapeur saturée t_{sat} (°C)	Pression absolue p (bar)
-7	28,78
-8	27,99
-9	27,21
-10	26,45
-11	25,71
-12	24,98
-13	24,26
-14	23,56
-15	22,88
-16	22,21
-17	21,55
-18	20,91
-19	20,28
-20	19,67
-21	19,07
-22	18,49
-23	17,91
-24	17,35
-25	16,81
-26	16,27
-27	15,75
-28	15,25
-29	14,75
-30	14,26
-31	13,79
-32	13,33
-33	12,88
-34	12,44
-35	12,02
-36	11,60
-37	11,19
-38	10,80
-39	10,42
-40	10,04
-41	9,68
-42	9,32
-43	8,98
-44	8,64
-45	8,32
-46	8,00
-47	7,70

Température de vapeur saturée t_{sat} (°C)	Pression absolue p (bar)
-48	7,40
-49	7,11
-50	6,83
-51	6,55
-52	6,29
-53	6,03
-54	5,78
-55	5,54
-56	5,31

① Point critique

Notes

A large grid of small dots for taking notes, consisting of 20 columns and 30 rows of dots.



Notes

A large grid of small dots for writing notes, spanning most of the page.



Notes

A large grid of small dots for taking notes, consisting of 20 columns and 30 rows of dots.

80411004 // 07.2019

Änderungen vorbehalten
Subject to change
Toutes modifications réservées

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