ST-600-3

Einbindung von Schraubenverdichtern in den Kältemittelkreislauf

Deutsch **2**

Integration of screw compressors into the refrigerant circuit

English **33**

Интеграция винтовых компрессоров в холодильный контур

Русский **64**

CS.65 .. 105

HS.53 .. 95

OS.53 .. 95

PDF Download // 07.2022

Änderungen vorbehalten
Subject to change
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

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise ... 4

2.2 Sauberkeit der Rohre ... 5

3 Rohrnetz ... 5

3.1 Schwingungen ... 5

3.2 Zu beachten bei R717 ... 6

4 Beispiel-Kreisläufe ... 8

4.1 HS./OS.53 .. 74 ... 8

4.2 HS./OS.85 ... 9

4.3 HS./OS.95 ... 11

4.4 CS. Verdichter ... 13

5 Sauggasleitung ... 14

6 Druckgasleitung ... 16

7 ECO und LI ... 16

8 Ölabscheider HS. und OS. ... 16

8.1 Ölabscheider unterhalb Verdichterniveau ... 17

8.2 Ölniveau im Ölabscheider unterhalb der Einspritzstelle am Verdichter ... 19

8.3 Ölniveau im Ölabscheider oberhalb der Einspritzstelle am Verdichter ... 20

8.4 Stillstandsbypass für Ölabscheider ... 20

9 Ölkühler ... 21

10 Verdampfer und Expansionsventil ... 21

11 Abpumpschaltung ... 21

12 Anlagen mit überflutetem Verdampfer ... 24

13 Anlagen mit Mehrkreisverflüssigern und / oder -verdampfern ... 24

14 Anlagen mit Kreislaufumkehrung und Heißgasabtauung ... 25

15 Parallelverbund HS. und OS. ... 25

15.1 Saugkollektor ... 26

15.2 Druckkollektor ... 29

15.3 Anwendungsbeispiele ... 30

1 Einleitung

Die Schraubenverdichter der Serien HS. und OS. können für alle üblichen Kälteanlagen eingesetzt werden. Sie werden ähnlich wie Hubkolbenverdichter in den Kältekreislauf eingebunden, zu beachten sind aber die spezifischen Merkmale des Ölkreislaufs. Der Leistungsbereich lässt sich durch die einfache und wirtschaftliche BITZER Verbundtechnik wesentlich erweitern.

Die Kompaktschraubenverdichter der CS.-Serie sind in erster Linie konstruiert für in Serienproduktion gefertigte Anlagen mit geringem Anlagenvolumen und geringer Kältemittelfüllung (Flüssigkeitskühlsätze, Kompaktklimaanlagen und Wärmepumpen). Der Einsatz in erweiterten Anlagen (z.B. mit entfernt aufgestelltem Verflüssiger) ist möglich, allerdings nur mit zusätzlichen Maßnahmen und einer individuellen Prüfung. Anlagen mit mehreren Verdichtern sollten mit getrennten Kreisläufen ausgeführt werden. Parallelbetrieb ist möglich, erfordert jedoch spezielle Maßnahmen zum Ölausgleich (Ausführungshinweise auf Anfrage).

Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten

AT-320: Anschlüsse und Absperrventile für BITZER Verdichter
AT-640: Einsatz von Ammoniak (R717) mit BITZER Verdichtern
ST-140: Externe Ölkühlung bei BITZER Schraubenverdichtern
ST-420: Einsatz von externen Frequenzumrichtern bei BITZER Schraubenverdichtern
ST-430: Leistungsregelung bei BITZER Schraubenverdichtern
ST-500: BITZER Kältemaschinenöle für Kompaktschraubenverdichter CS., CSV.
ST-610: Economiser-Betrieb bei Schraubenverdichtern

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.

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

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

GEFAHR
Berstgefahr von Bauteilen und Rohren durch Flüssigkeitsüberdruck.
Schwere Verletzungen möglich.
Maximal zulässige Drücke nicht überschreiten!

HINWEIS
Gefahr von Kältemittelverlust!
Vor Inbetriebnahme der Anlage neu montierte Rohrleitungen auf Druckfestigkeit und Dichtheit prüfen!

HINWEIS
Verdichterschaden möglich!
Im Hinblick auf hohen Trocknungsgrad und zur chemischen Stabilisierung des Kreislaufs, reichlich dimensionierte Filtertrockner geeigneter Qualität verwenden (Molekularsiebe mit speziell angepasster Porengröße).

HINWEIS
Gefahr von Verdichterschaden!
Auf der Saugseite einen Reinigungsfilter montieren, v.a. bei Anlagen mit längeren Rohrleitungen, wenn ohne Schutzgas gelötet/geschweißt wird oder aus anderen Gründen mit Schmutz in den Rohren zu rechnen ist!
Filterfeinheit: 25 µm

HINWEIS
Schwingungsbrüche möglich!
Jede einzelne Rohrleitung gut befestigen.
Schwingungsverhalten im Betrieb prüfen!

HINWEIS
Den Verdichter nicht anlaufen lassen, falls er durch Fehlbedienung mit Öl überflutet wurde! Er muss unbedingt entleert werden!
Beschädigung innerer Bauteile möglich.
Absperrventile schließen, Verdichter auf drucklosen Zustand bringen und Öl durch Ablassstopfen am Verdichter entleeren.

Information
Die Verschlussscheiben sind ausschließlich als Transportschutz ausgelegt. Sie sind nicht geeignet als Trennung einzelner Anlagenabschnitte bei der Druckfestigkeitsprüfung.

2.2 Sauberkeit der Rohre

Grundsätzlich nur Rohre und Anlagenbauteile verwenden,

- die innen sauber und trocken sind: frei von Zunder, Metallspänen, Rost- und Phosphatschichten
- und die luftdicht verschlossen angeliefert werden.

3 Rohrnetz

Die Ausführungen hier gelten für die meisten Schraubenverdichter und die meisten Kältemittel. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*!

Schraubenverdichter sind sehr robust, zuverlässig und vergleichsweise unempfindlich gegen Flüssigkeitsschläge im Betrieb. Die Verdichter dürfen allerdings während des Stillstands nicht mit Öl oder flüssigem Kältemittel überflutet werden: Dies führt beim Anlauf zu unkontrolliert hohen hydraulischen Drücken und im Extremfall zur Beschädigung der Lager, des Verdichters und des Ölmagnetventils. Druckgas- und Sauggasleitung sollten daher vom Verdichter aus zunächst nach unten führen (außer in R717-Anlagen: *Zu beachten bei R717*). Um Betriebssicherheit und Lebensdauer zu erhalten, muss der Verdichter außerdem gegen Verschmutzung geschützt werden.

Was beim Parallelverbund zu beachten ist, ist unten beschrieben (*Parallelverbund HS. und OS.*).

3.1 Schwingungen

HINWEIS
Schwingungsbrüche möglich!
Jede einzelne Rohrleitung gut befestigen.
Schwingungsverhalten im Betrieb prüfen!

Schwingungen des Verdichters und Druckpulsationen sind üblicherweise sehr gering. Sie können jedoch Resonanzfrequenzen in Rohren und Wärmeübertragern hervorrufen (d.h. die Eigenfrequenz von Teilen der Anlage treffen), die zu Schall, Vibrationen und möglicherweise zur Ermüdung und Undichtigkeit von Rohren führen. Mögliche Quellen von Vibrationen sind:

- Druckpulsationen in der Druckgasleitung
- Drehmomentschwankungen, die auf die Verdichterbefestigung oder die Flanschverbindungen der Leitungen wirken
- Druckpulsationen in der Economiser-Leitung

Die Schwingungen können zu Schallemissionen führen, die sich bei ungünstiger Rohrführung über die Saug- und Druckgasleitung auf das Gehäuse oder Bauteile übertragen können. Zusätzlich können Dreh- und Kippbewegungen bei Anlauf und Betrieb auftreten. Deshalb müssen die Rohre ausreichend flexibel und an den Befestigungspunkten schwingungsgedämmt sein.

Günstig ist eine Rohrverlegung parallel zur Verdichterachse, die Druckgasleitung sollte zunächst nach unten geführt werden. Dabei sollte der Abstand zur Verdichterachse möglichst gering sein, und der parallele Rohrabschnitt sollte mehr als der halben Verdichterlänge entsprechen. Außerdem sollten generell Rohrbögen mit großem Radius verlegt werden (keine Winkel).

Kritische Rohrlängen, deren Eigenfrequenzen in Resonanz mit den Verdichterschwingungen stehen, müssen vermieden werden (± 15% der kritischen Rohrlänge). Bei der Berechnung müssen mindestens die Betriebsbedingungen, das Kältemittel (Schallgeschwindigkeit) und die Frequenz des Verdichters berücksichtigt werden:

- Die Frequenz, die auf die Rohre übertragen wird, hängt u.a. vom Design der Läufer des Verdichters und der Betriebsfrequenz ab. Details auf Anfrage bei BITZER.
- Frequenzen höherer Ordnung (doppelt, dreifach etc.) sollten bei der endgültigen Rohrführung ebenfalls überprüft werden.

Bei besonders hohen Anforderungen an das Schwingungsniveau sowie bei längeren Rohrstrecken sollte ein Pulsationsdämpfer in die Druckgasleitung eingebaut werden, und zwar unmittelbar nach dem Verdichteraustritt.

Die gesamte Anlage, v.a. die Rohrleitungen und Kapillarrohre, sind auf abnormale Schwingungen zu prüfen. Die Rohrleitungen müssen so flexibel sein, dass beim Ein- und Ausschalten des Verdichters keine Spannungen an den Rohrverbindungen herrschen. Wenn nötig, zusätzliche Sicherungsmaßnahmen treffen. Für Schwingungen beim Betrieb mit externem Frequenzumrichter siehe Technische Information *ST-420* oder Rücksprache mit BITZER.

Pulsationsdämpfer sind als Zubehör erhältlich, z.B. im Ersatzteilkatalog *ePARTS*. Für Details siehe Betriebsanleitung *DB-400*, zum Einsatz in der ECO-Leitung siehe Technische Information *ST-610*.

3.2 Zu beachten bei R717



GEFAHR
Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt!
Ammoniak (R717) ist giftig und führt in höherer Konzentration zu Verätzungen der Haut, der Schleimhäute und der Augen sowie zu Lähmung und Erstickung!
In flüssiger Form kann es bei Hautkontakt Erfrierungen verursachen!
Bei Arbeiten an der Anlage: Persönliche Schutzausrüstung tragen!
Maschinen- bzw. Gefährdungsraum entsprechend EN378-3, 5.17 ausrüsten!

- ab 50 kg Kältemittelfüllmenge Gaswarnanlage installieren!
- ab 500 kg Kältemittelfüllmenge zusätzliche Maßnahmen treffen, um in allen angeschlossenen Wasser- oder Flüssigkeitskreisläufen eventuelle Ammoniakverunreinigungen festzustellen!

Da Ammoniak (R717) leichter als Luft ist, muss die verunreinigte Luft unter der Decke abgesaugt und die Zuluft über dem Fußboden zugeführt werden.

Bei Kälteanlagen mit R717 (Ammoniak) gibt es einige wichtige Unterschiede zu beachten, die v.a. auf die speziellen Eigenschaften von R717 zurückzuführen sind. Für das Rohrnetz gilt u.a.:

- Kältemittelleitungen, Wärmeübertrager und Armaturen in Stahl oder Edelstahl (ggf. auch Aluminium) ausführen.
- Rohre und Armaturen brauchen eine Prüfbescheinigung nach DIN EN10204/3.1.
- Beständige Kunststoffe bzw. Elastomere verwenden.
- Rohrleitungen, Kältemittelpumpen und Regelkomponenten werden relativ klein dimensioniert.
- Hochwertige Wellenabdichtungen, Dichtungen und Stopfbuchsen verwenden.
- Automatische Entlüftungseinrichtung installieren.
- Kurze, gut isolierte Sauggasleitungen verwenden (für geringe Druckverluste).

- Sauggasleitungen mit Steigung und oberhalb der Verdichter führen – nicht unterhalb wie bei anderen Kältemitteln üblich.
- Wegen der hohen elektrischen Leitfähigkeit besondere Anforderungen an elektrische Bauteile innerhalb des Kältekreislaufs (z.B. Spaltrohrpumpen) beachten.
- Weil R717 in vielen Ölen sehr gut löslich ist, spezielle Öle verwenden.
- Wärmeübertrager und Expansionsorgane an Massenstrom- und Volumenverhältnisse anpassen. Wärmeübertrager für kleine Temperaturdifferenzen (niedriges Druckverhältnis) und geringe Sauggasüberhitzung auslegen.
- Vorzugsweise Wärmeübertrager in überfluteter oder gepumpter Bauart ausführen.
- Bei überfluteten Verdampfern hocheffiziente Ölabscheider einsetzen und Ölrückführung aus der Anlage (automatisch oder bei regelmäßiger Wartung auch manuell) sicherstellen.
- Bei Kompaktanlagen mit trockenen oder teilüberfluteten Verdampfern gut fließfähige Öle einsetzen, ggf. mit speziellen Ölabscheide- und Rückführvorrichtungen.
  Bei Anlagen mit trockenem Verdampfer ergeben sich höchste Anforderungen an die Kältemittelverteilung, v.a. bei stark unterkühlter Flüssigkeit (z.B. 2-stufig, Economiserbetrieb).
- Geeignete Schutzmaßnahmen gegen Nassbetrieb und Flüssigkeitsschläge treffen (Flüssigkeitsabscheider und Expansionsorgane mit stabilem Regelverhalten verwenden).

HINWEIS
Ammoniak (R717) ist stark hygroskopisch!
Sorgfältig arbeiten und Eindringen von Wasser und/oder Luftfeuchtigkeit in die Anlage unbedingt vermeiden!
Ein hoher Wassergehalt in Ammoniakanlagen verschiebt die Verdampfungstemperatur und reduziert die Anlageneffizienz, v. a. bei Tiefkühlanwendungen!
Wasser kann zudem nur sehr aufwendig mit sog. Systemreinigern oder durch Erneuerung der Kältemittelfüllung entfernt werden!

- Beim Ablassen von R717 in Wasser, Rückschlagventil verwenden.
- Zu öffnende Anlagenbereiche zuerst mit trockenem Stickstoff spülen.
- Kondensatbildung vermeiden! Kalte Bauteile warm werden lassen.
- Vor der (erneuten) Inbetriebnahme sorgfältig evakuieren.
- Durch die besonderen Bedingungen bei Kompaktanlagen bestehen hohe Anforderungen an die Trockenheit (R717 mit max. 400 ppm Wassergehalt verwenden)!

Für ausführliche Informationen zum Einsatz von R717 siehe Technische Information *AT-640*.

4 Beispiel-Kreisläufe

Die Ausführungen hier gelten für die meisten Schraubenverdichter und die meisten Kältemittel. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*!

4.1 HS./OS.53 .. 74

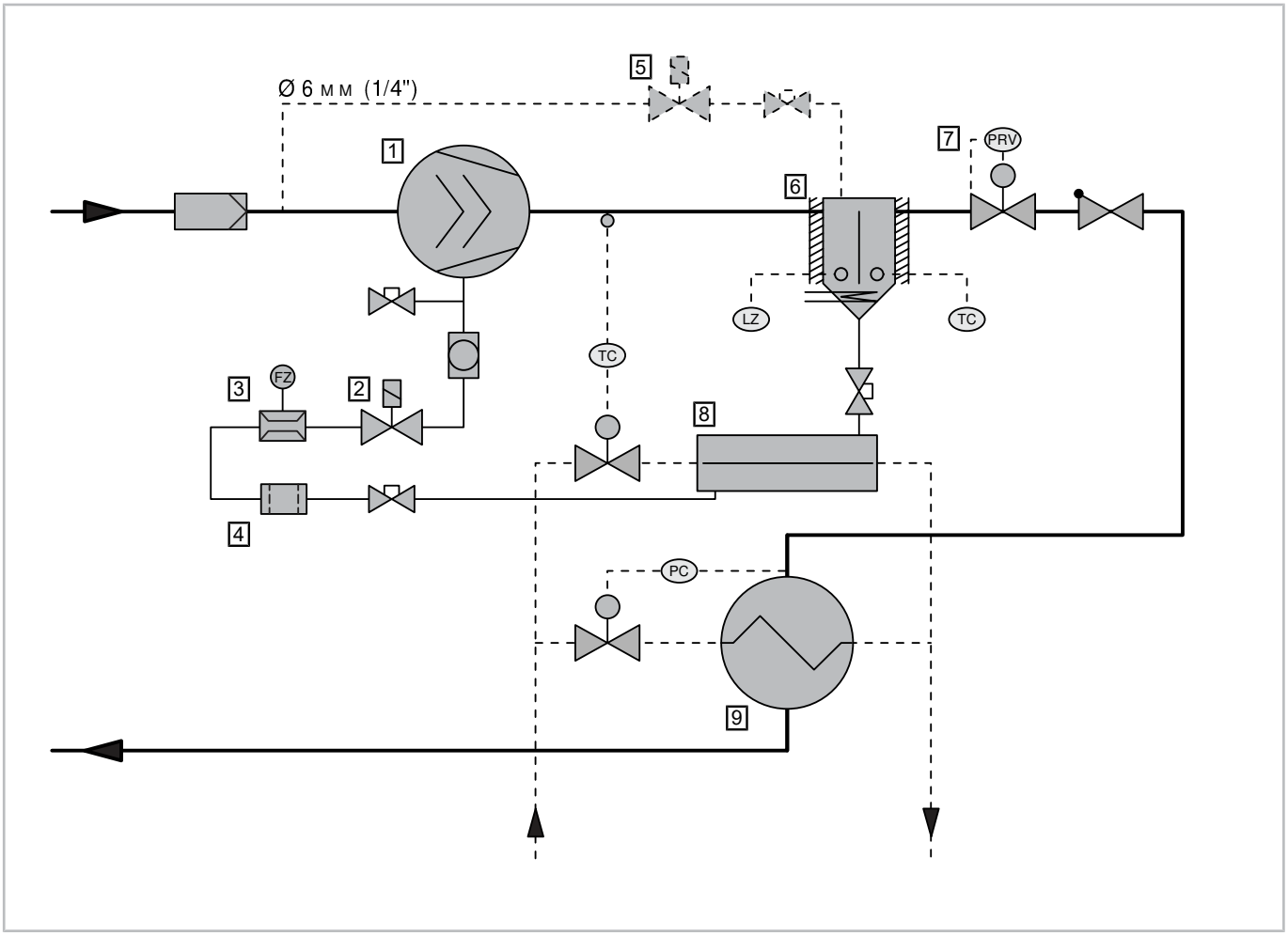


Abb. 2: Beispielkreislauf: Einzelverdichter HS.53 .. 74 oder OS.53 .. 74 (außer mit R717) mit wassergekühltem Verflüssiger und Ölkühler. Vereinfachte Darstellung.

Legende	
1	Verdichter
2	Ölmagnetventil
3	Öldurchflusswächter
4	Ölfilter
5	Stillstandsbypass (bei Bedarf)
6	Ölabscheider mit Heizung und Ölniveauwächter
7	Differenzdruckventil (bei Bedarf)
8	Wassergekühlter Ölkühler (bei Bedarf)
9	Verflüssiger
10	Luftgekühlter Ölkühler
11	Ölpumpe (bei Bedarf)

Legende	
12	Mischventil (bei Bedarf)
	Sauggasfilter
	Schauglas
	Regelventil
	Magnetventil
	Rückschlagventil
	Absperrventil
PRV	Druckregelventil
LZ	Niveauwächter
FZ	Durchflussschalter
PC	druckgeregelt
TC	temperaturgeregelt

Tab. 1: Legende für Kältekreislauf HS./OS.53 .. 85 (außer mit R717)

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

4.2 HS./OS.85

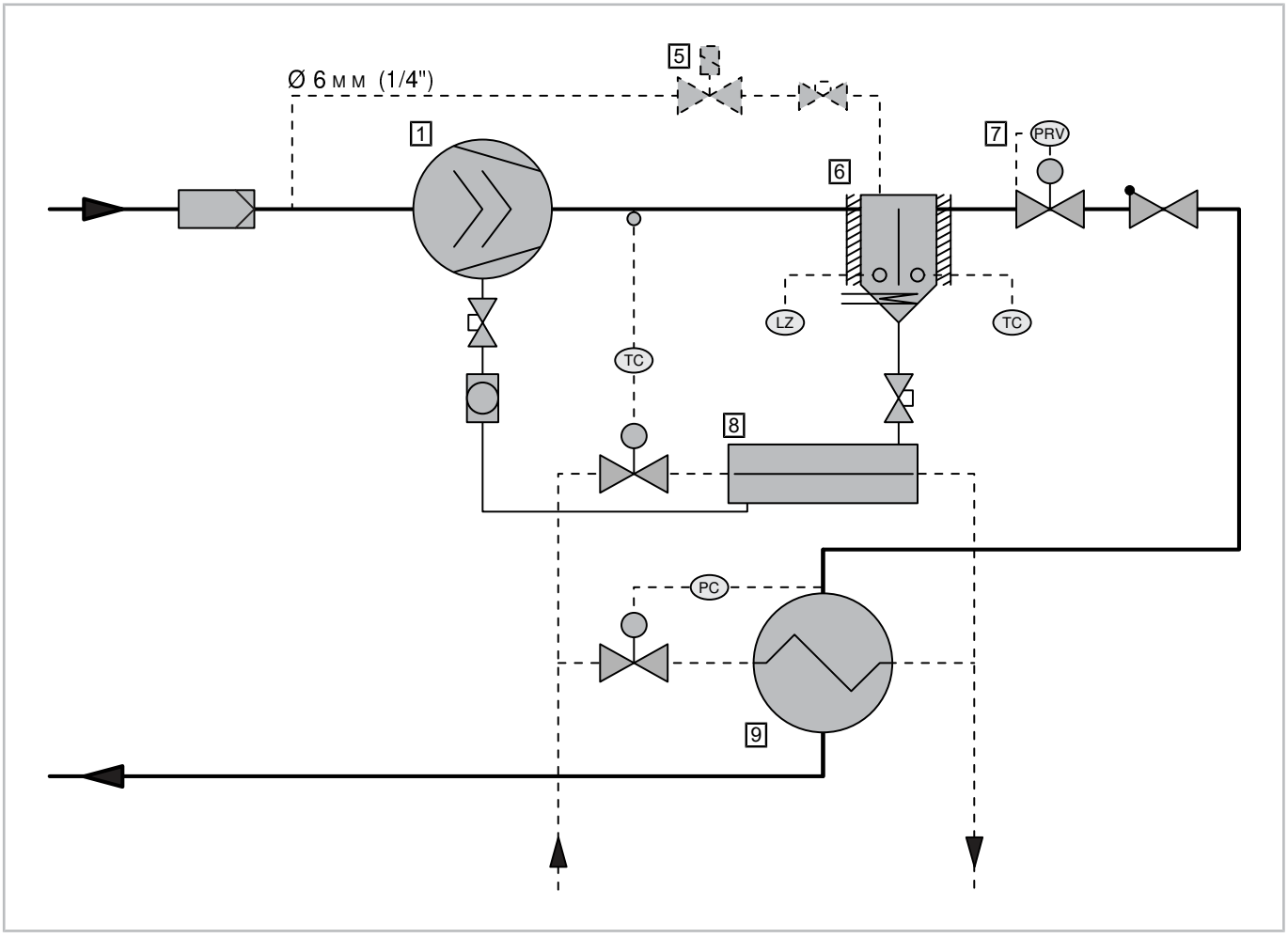


Abb. 3: Beispielkreislauf: Einzelverdichter HS.85 oder OS.85 (außer mit R717) mit wassergekühltem Verflüssiger und Ölkühler. Vereinfachte Darstellung. Ölstoppventil, Ölfilter, Ölfilterüberwachung und Ölversorgungsüberwachung sind im Verdichter integriert.

Legende	
1	Verdichter
2	Ölmagnetventil
3	Öldurchflusswächter
4	Ölfilter
5	Stillstandsbypass (bei Bedarf)
6	Ölabscheider mit Heizung und Ölniveauwächter
7	Differenzdruckventil (bei Bedarf)
8	Wassergekühlter Ölkühler (bei Bedarf)
9	Verflüssiger
10	Luftgekühlter Ölkühler
11	Ölpumpe (bei Bedarf)
12	Mischventil (bei Bedarf)
	Sauggasfilter
	Schauglas
	Regelventil
	Magnetventil
	Rückschlagventil
	Absperrventil
PRV	Druckregelventil
LZ	Niveauwächter
FZ	Durchflussschalter
PC	druckgeregelt
TC	temperaturgeregelt

Tab. 2: Legende für Kältekreislauf HS./OS.53 .. 85 (außer mit R717)

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

4.3 HS./OS.95

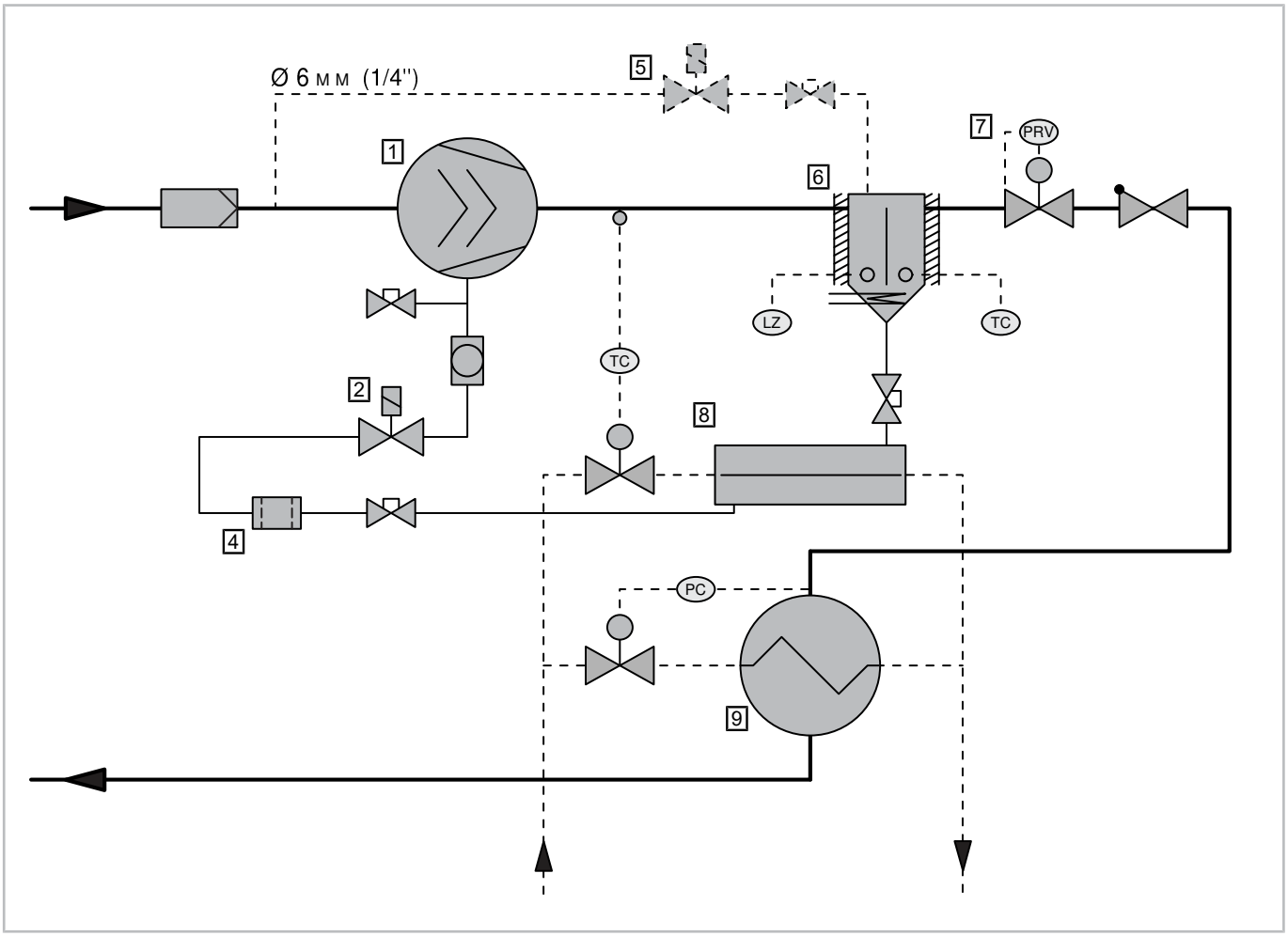


Abb. 4: Beispielkreislauf: Einzelverdichter HS.95 oder OS.95 (außer mit R717) mit wassergekühltem Verflüssiger und Ölkühler. Vereinfachte Darstellung. Der Kreislauf ist sehr ähnlich zu demjenigen für HS.53 .. 74 und OS.53 .. 74, lediglich die Überwachung der Ölversorgung ist hier im Verdichter integriert.

Legende	
1	Verdichter
2	Ölmagnetventil
3	Öldurchflusswächter
4	Ölfilter
5	Stillstandsbypass (bei Bedarf)
6	Ölabscheider mit Heizung und Ölniveauwächter
7	Differenzdruckventil (bei Bedarf)
8	Wassergekühlter Ölkühler (bei Bedarf)
9	Verflüssiger
10	Luftgekühlter Ölkühler
11	Ölpumpe (bei Bedarf)
12	Mischventil (bei Bedarf)
	Sauggasfilter
	Schauglas

Legende	
	Regelventil
	Magnetventil
	Rückschlagventil
	Absperrventil
PRV	Druckregelventil
LZ	Niveauwächter
FZ	Durchflussschalter
PC	druckgeregelt
TC	temperaturgeregelt

Tab. 3: Legende für Kältekreislauf HS./OS.53 .. 85 (außer mit R717)

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

4.4 CS. Verdichter

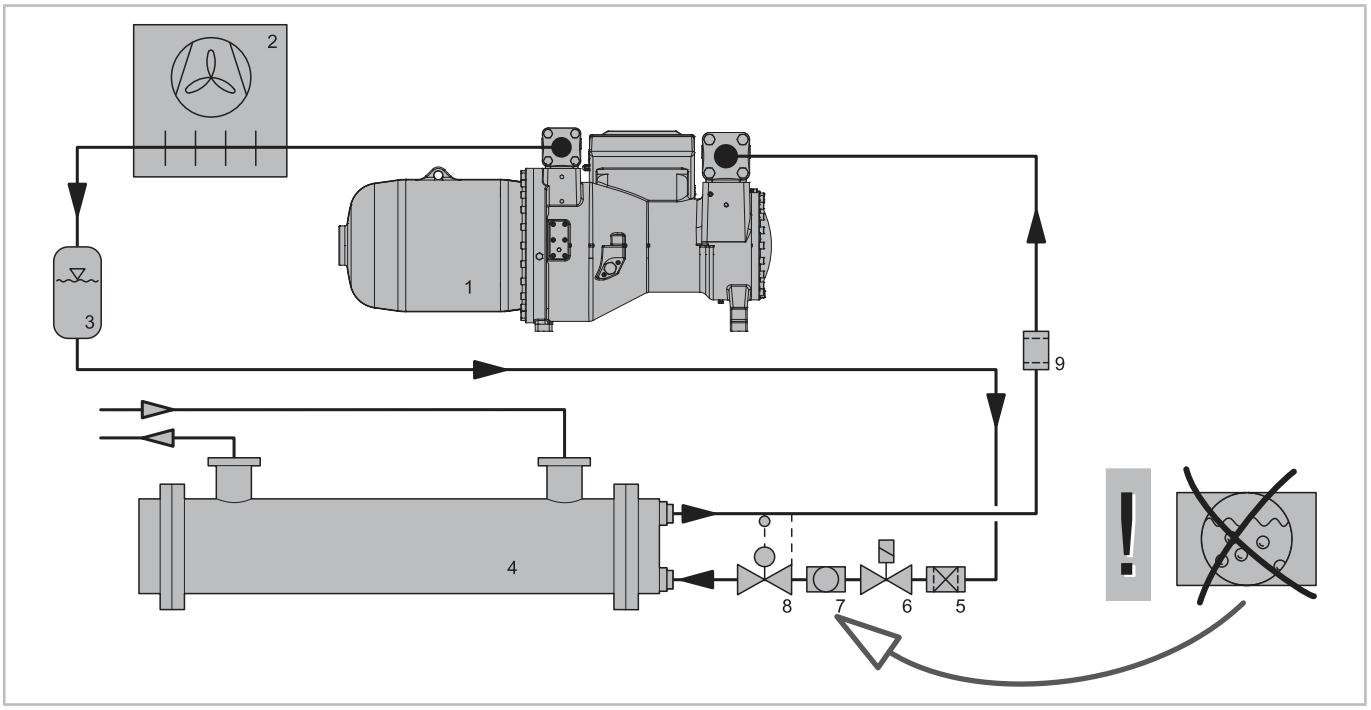


Abb. 5: Beispielkreislauf: Flüssigkeitskühlsatz mit CS.-Verdichter, vereinfachte Darstellung. Der Ölabscheider ist im Verdichter integriert und daher im Diagramm nicht dargestellt.

Legende	
1	Verdichter (Ölabscheider integriert)
2	Verflüssiger
3	Flüssigkeitssammler
4	Verdampfer
5	Filtertrockner
6	Flüssigkeitsmagnetventil
7	Schauglas
8	Expansionsventil
9	Reinigungsfilter (bei Bedarf)

Tab. 4: Legende für Kältekreislauf CS.

5 Sauggasleitung

Die Ausführungen hier gelten für die meisten Schraubenverdichter und die meisten Kältemittel. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*!

Bei weitverzweigten Rohrnetzen kann es – je nach Rohrführung – während des Stillstands zu statischem Rückfluss von Öl in der Sauggasleitung kommen, der Verdichter wird mit Öl überflutet. Wie bei Druckgasleitungen empfiehlt es sich daher, auch die Sauggasleitung vorzugsweise von unten an den Verdichter heranzuführen.

Bei Anlagen mit trockener Verdampfung sind zusätzlich folgende Maßnahmen nötig (vgl. *Anlagen mit überflutetem Verdampfer*):

- Sauggasleitung nach dem Verdampfer überhöhen (Schwanenhals) oder
- Verdichter oberhalb des Verdampfers aufstellen (bei Abpumpschaltung nicht zwingend).
- Außerdem ein Magnetventil in die Flüssigkeitsleitung unmittelbar vor dem Expansionsventil montieren.

Dies dient auch als Schutz gegen Flüssigkeitsschläge beim Anlauf.

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele einer geeigneten Rohrführung.

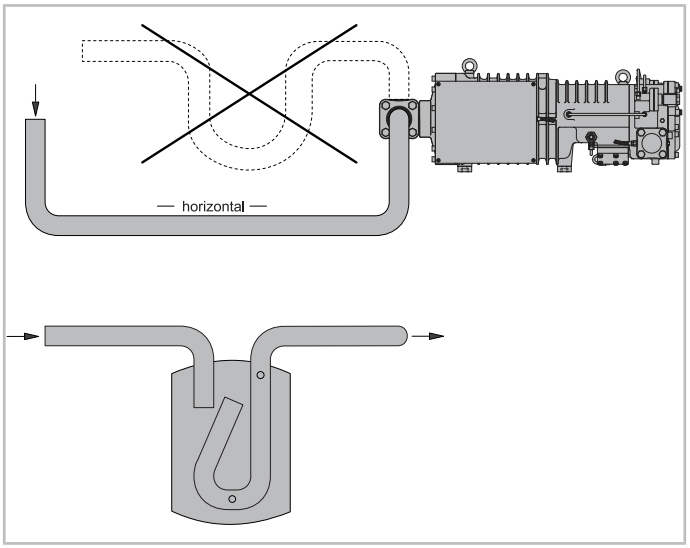


Abb. 6: Beispiele einer geeigneten Rohrführung der Sauggasleitung bei Einzelverdichtern. Das Bild zeigt einen HS. Verdichter, gilt aber sinngemäß auch für OS. (außer mit R717) und CS. Verdichter.
Obere Teilabb.: Die horizontale Rohrstrecke muss ein ausreichendes Volumen und darf kein Gefälle zum Verdichter hin haben.
Untere Teilabb.: Die dargestellte Rohrführung im Flüssigkeitsabscheider und v.a. die kleinen Bohrungen sorgen dafür, dass Öl portionsweise nach und nach zum Verdichter zurück gelangt.

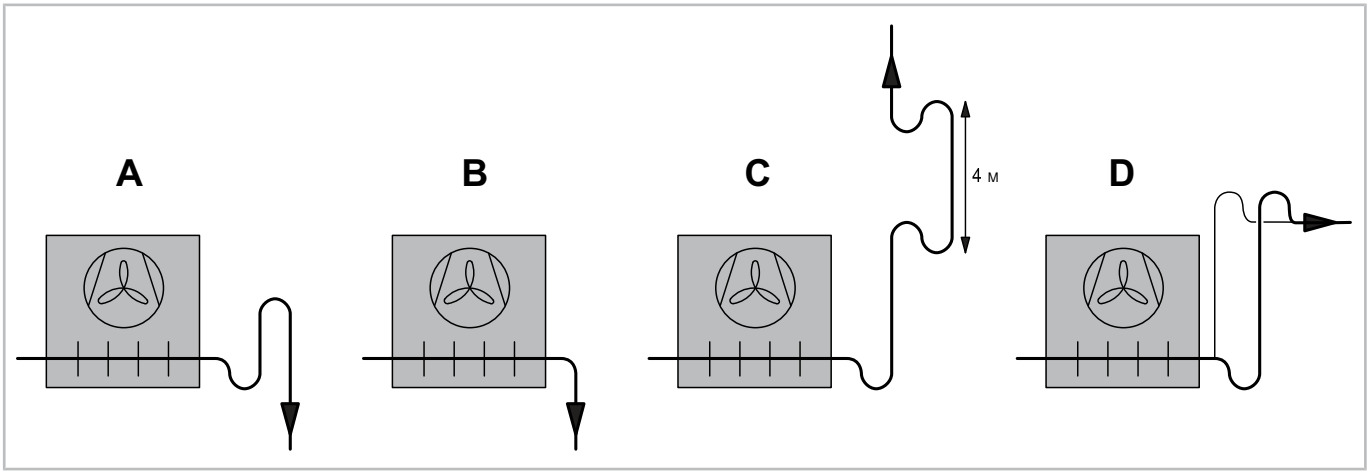


Abb. 7: Beispiele für die Führung der Sauggasleitung.
A: Leitungsüberhöhung (Schwanenhals)
B: Nach unten führende Sauggasleitung – einmalige Abpumpschaltung oder spezielle Verdampferkonstruktion nötig
C: Steigleitung
D: geteilte Steigleitung für Teillast bzw. Anlagen mit Leistungsregelung (z.B. Verbundbetrieb oder Betrieb mit externem Frequenzumrichter)

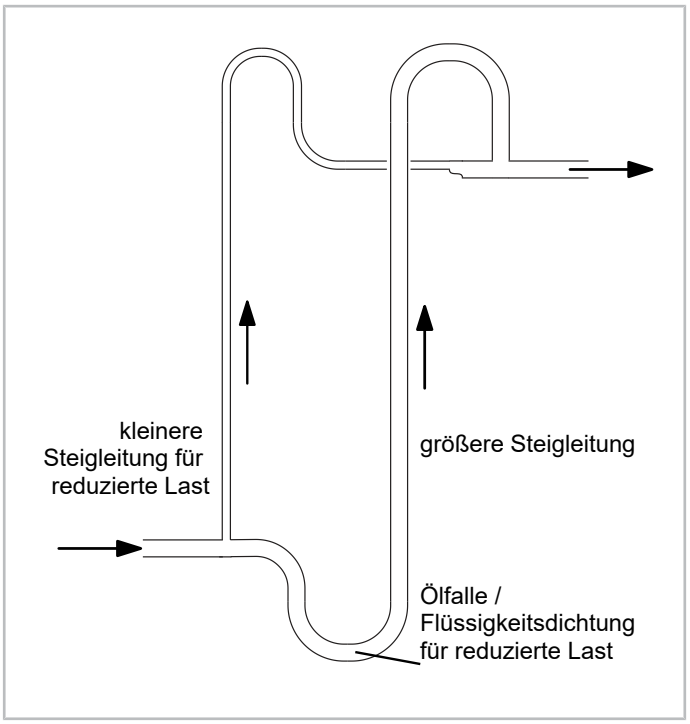


Abb. 8: Geteilte Steigleitung für Teillast bzw. Anlagen mit Leistungsregelung: Bei geringer Leistung (reduzierte Last) wird das Öl aufgefangen und dichtet die größere Steigleitung ab, sodass nur die kleinere Steigleitung verwendet wird. Bei hoher Leistung (Volllast) führen beide Leitungen Kältemittel und Öl zurück zum Verdichter.

HINWEIS
Gefahr von Verdichterschaden!
Auf der Saugseite einen Reinigungsfilter montieren, v.a. bei Anlagen mit längeren Rohrleitungen, wenn ohne Schutzgas gelötet/geschweißt wird oder aus anderen Gründen mit Schmutz in den Rohren zu rechnen ist!
Filterfeinheit: 25 µm

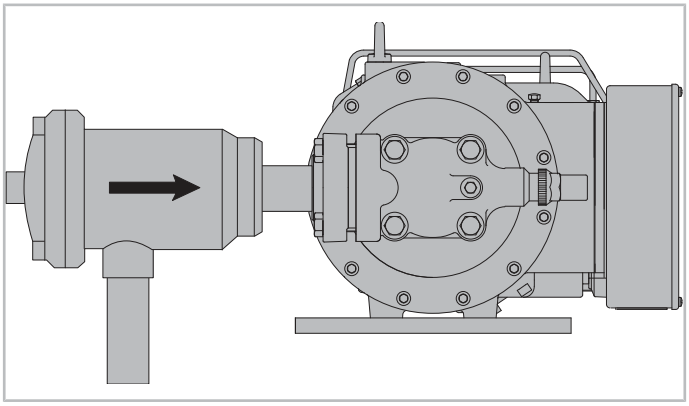


Abb. 9: Beispiel für saugseitigen Reinigungsfilter (Durchflussrichtung beachten!)

6 Druckgasleitung

Für eine gute Ölversorgung und einen hohen Wirkungsgrad des Ölabscheiders ist eine eng gestufte oder stufenlose Druckregelung in der Druckgasleitung nach dem Verdichter nötig. Schnelle Druckabsenkung kann zu starker Ölschaumbildung, Ölverlagerung und zur Abschaltung durch die Ölüberwachung führen. Ist der Druck in der Druckgasleitung zu niedrig oder wird verzögert aufgebaut, kann dies auch zu ungenügender Ölversorgung und dadurch zu Sicherheitsabschaltungen führen. Zusätzliche Druckregler in der Druckgasleitung nach dem Ölabscheider oder eine Ölpumpe können u.a. bei folgenden Anwendungen nötig sein:

- extreme Teillast und / oder längere Stillstandszeiten bei Außenaufstellung des Verflüssigers und niedrigen Umgebungstemperaturen
- hohe saugseitige Anlaufdrücke bei niedrigen Wärmeträgertemperaturen auf der Hochdruckseite (kritische Anlaufbedingungen) – Alternative hier: Saugdruckregler zur schnellen Senkung des Saugdrucks
- *Anlagen mit Kreislaufumkehrung und Heißgasabtauung*
- Booster-Anwendung (geringe Druckdifferenz)

7 ECO und LI

Der Economiser-Betrieb (ECO) und seine Kombination mit Kältemitteleinspritzung (LI) ist ausführlich beschrieben

- in der Technischen Information *ST-610* und
- speziell für Anlagen mit R717 in der Technischen Information *AT-640*.

8 Ölabscheider HS. und OS.

Die Abbildungen hier gelten für HS. und OS. Verdichter mit den meisten Kältemitteln. Bei CS. Verdichtern ist der Ölabscheider im Verdichter integriert, daher sind sie hier nicht aufgeführt. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*!

Die Druckgasleitung sollte vom Absperrventil am Verdichter aus zunächst mit Gefälle verlegt werden und der Ölabscheider in der Druckgasleitung unmittelbar nach dem Verdichter eingebaut werden.

Zu BITZER Ölabscheidern siehe auch Betriebsanleitung *DB-300*.

HINWEIS
Gefahr von Verdichterausfall durch Überflutung mit Öl im Stillstand!
Das Magnetventil in der Öleinspritzleitung unmittelbar beim Verdichter anordnen (Ausnahmen sind OS.85 und HS.85, sie haben ein internes Ölstoppventil).
Für CS. Verdichter: Magnetventil unmittelbar vor dem Öleintrittsanschluss des Verdichters anordnen und elektrisch parallel zum Verdichterschütz ansteuern (d.h. Magnetventil ist geschlossen wenn der Verdichter steht).

8.1 Ölabscheider unterhalb Verdichterniveau

Die sicherste Anordnung: Ölabscheider unterhalb des Verdichterniveaus aufstellen und Druckgasleitung mit Gefälle verlegen (siehe folgende Abbildung). Dadurch wird sichergestellt, dass auch während des Stillstands Öl aus der Druckseite des Verdichters in Richtung Ölabscheider abfließen kann.

Beispiel für HS.53 .. 74:

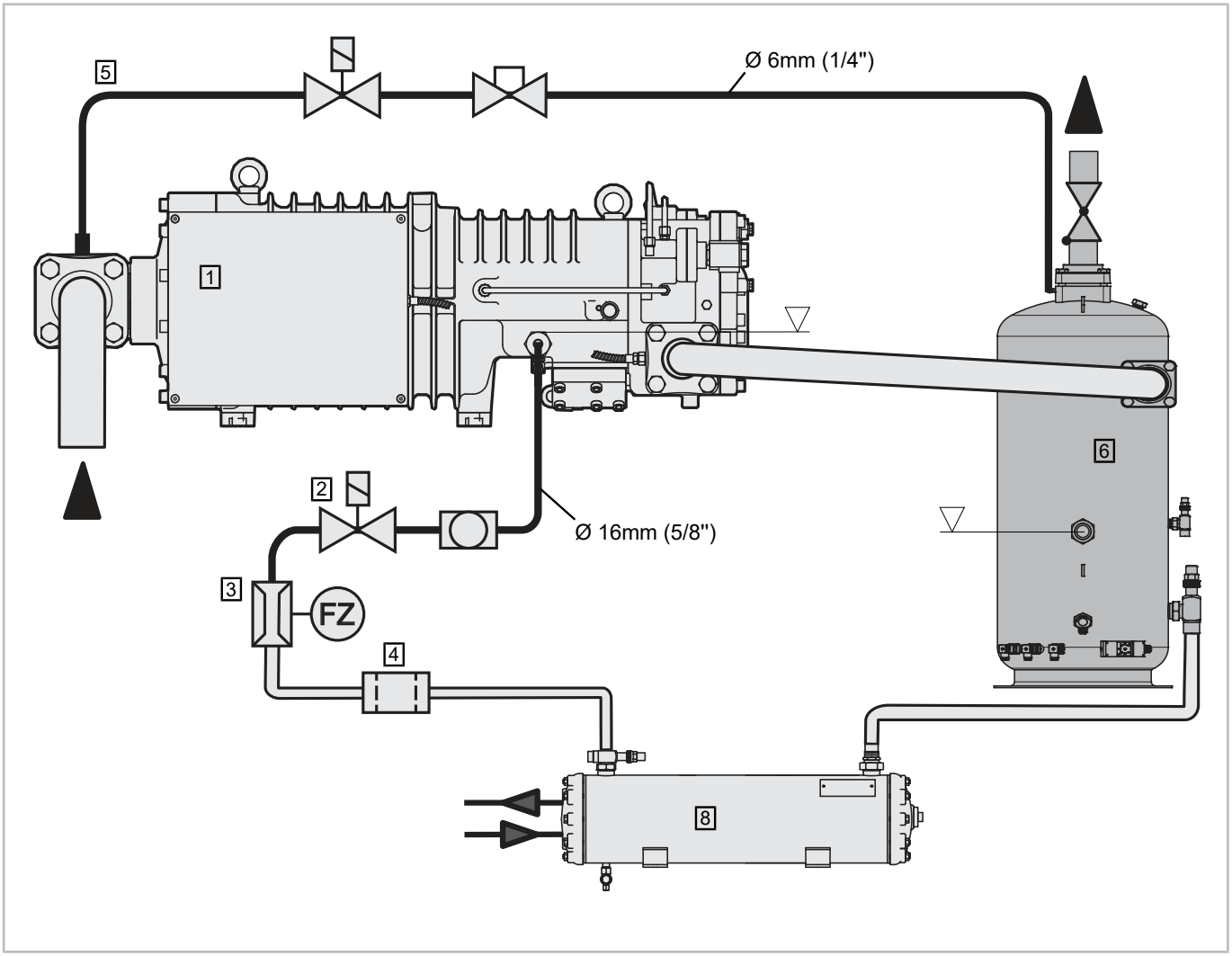


Abb. 10: Anordnung von Ölabscheider, Druckgas- und Öleinspritzleitung mit Ölabscheider **unterhalb des Verdichterniveaus**. Das Bild zeigt einen HS. Verdichter, gilt aber sinngemäß auch für OS. Verdichter. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*.

Beispiel für HS.85:

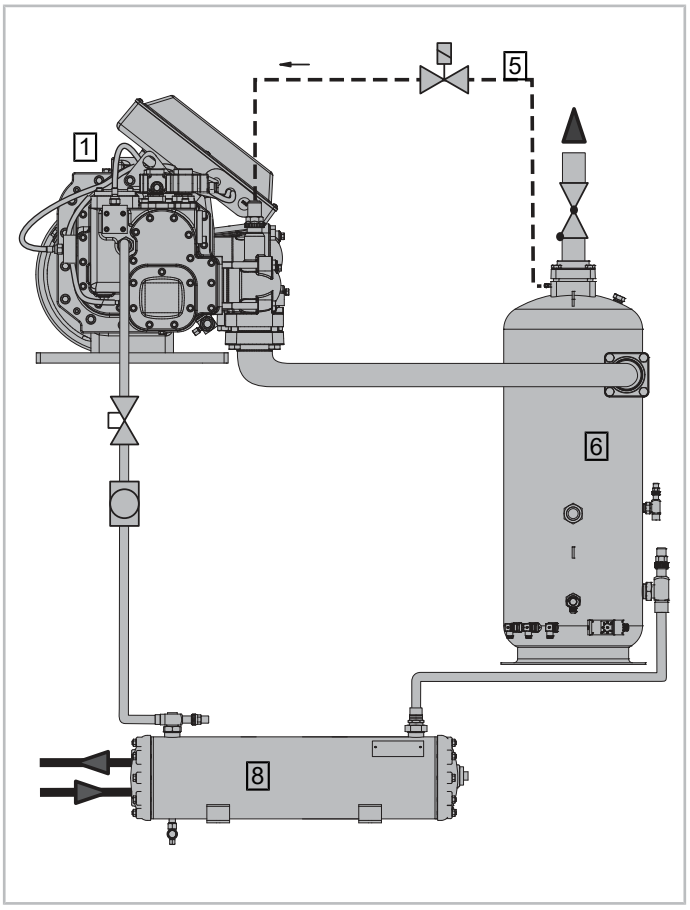


Abb. 11: Anordnung von Ölabscheider, Druckgas- und Öleinspritzleitung mit Ölabscheider **unterhalb des Verdichterniveaus**, Beispiel mit HS.85 Verdichter. Es wird empfohlen, die Druckgasleitung vom Verdichter zum Ölabscheider mit etwas Gefälle zu verlegen - eine waagrechte Verlegung wie hier gezeigt ist ein Grenzfall, denn es darf kein Öl in den Verdichter zurückfließen.

Legende	
1	Verdichter
2	Ölmagnetventil
3	Öldurchflusswächter
4	Ölfilter
5	Stillstandsbypass (bei Bedarf)
6	Ölabscheider mit Heizung und Ölniveauwächter
7	Differenzdruckventil (bei Bedarf)
8	Wassergekühlter Ölkühler (bei Bedarf)
9	Verflüssiger
10	Luftgekühlter Ölkühler
11	Ölpumpe (bei Bedarf)
12	Mischventil (bei Bedarf)
	Sauggasfilter
	Schauglas
	Regelventil
	Magnetventil
	Rückschlagventil

Legende	
⋈	Absperrventil
PRV	Druckregelventil
LZ	Niveauwächter
FZ	Durchflussschalter
PC	druckgeregelt
TC	temperaturgeregelt

Tab. 5: Legende für Kältekreislauf HS./OS.53 .. 85 (außer mit R717)

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Bei Einzelverdichtern sollte außerdem ein Stillstandsbypass vom Eintritt des Ölabscheiders auf die Saugseite des Verdichters führen. Detaillierte Beschreibung: *Stillstandsbypass für Ölabscheider*.

Für Ölleitungen sollten nur Rohrbögen mit großen Radien verwendet werden und wenige Umlenkungen vorkommen. Das Ölmagnetventil muss nah an der Einspritzstelle sein und korrekt dimensioniert werden. Dies gilt auch für die folgenden Varianten.

8.2 Ölniveau im Ölabscheider unterhalb der Einspritzstelle am Verdichter

Eine relativ gute Voraussetzung für sicheren Betrieb bietet auch die Anordnung in der folgenden Abbildung.

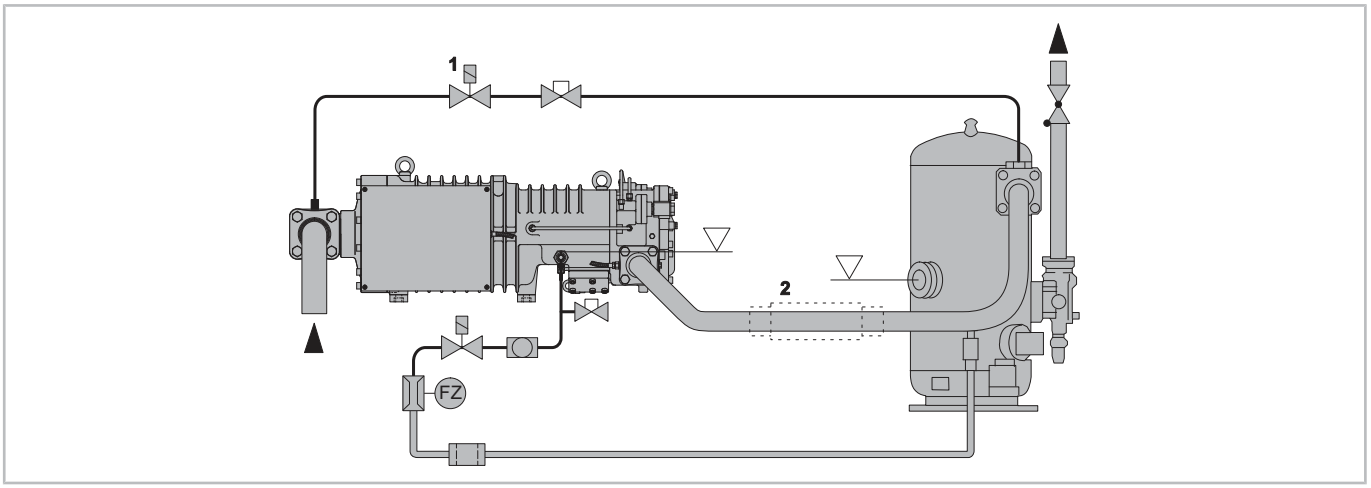


Abb. 12: Anordnung von Ölabscheider, Druckgas- und Öleinspritzleitung mit Ölniveau im Ölabscheider **unterhalb der Einspritzstelle am Verdichter** (hier ohne Ölkühler). Das Bild zeigt einen HS. Verdichter, gilt aber sinngemäß auch für OS. Verdichter. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*.

1: Stillstandsbypass

2: Pulsationsdämpfer (bei Bedarf)

Das Ölniveau im Ölabscheider ist hier niedriger als die Einspritzstelle am Verdichter, dadurch wird auch eine Ölüberflutung bei Druckausgleich vermieden. Die Druckgasleitung muss hier allerdings zwingend zunächst nach unten führen, damit sich kein Öl oder flüssiges Kältemittel in der Druckkammer des Verdichters ansammeln.

8.3 Ölniveau im Ölabscheider oberhalb der Einspritzstelle am Verdichter

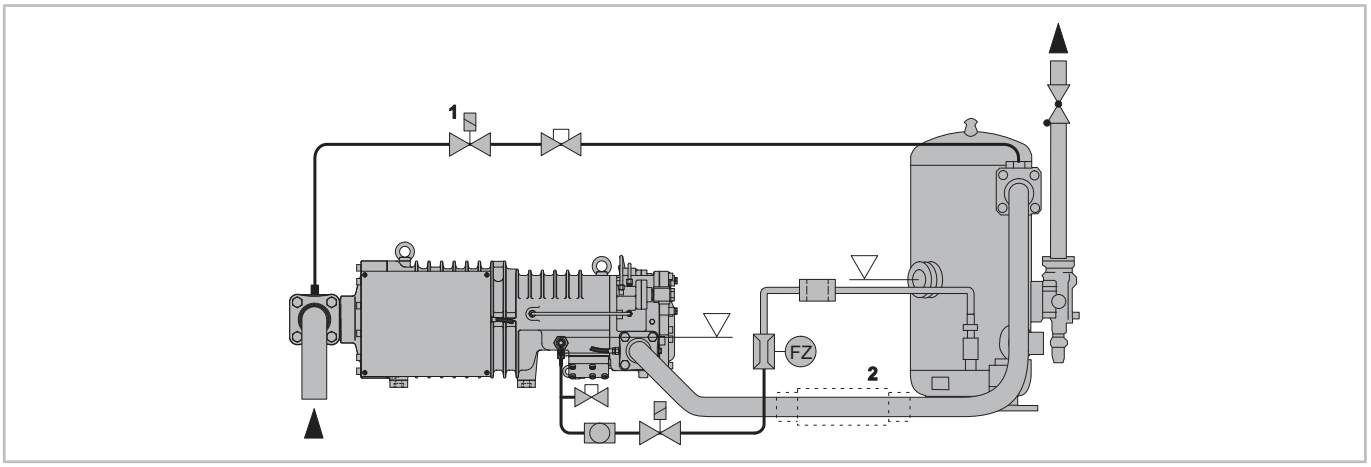


Abb. 13: Anordnung von Ölabscheider, Druckgas- und Öleinspritzleitung mit Ölniveau im Ölabscheider **oberhalb der Einspritzstelle am Verdichter** (hier ohne Ölkühler). Das Bild zeigt einen HS. Verdichter, gilt aber sinngemäß auch für OS. Verdichter. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*.

1: Stillstandsbypass

2: Pulsationsdämpfer (bei Bedarf)

Diese Anordnung sollte nur in Ausnahmefällen und nur für Anlagen mit Einzelverdichtern gewählt werden. Wichtige Voraussetzung für eine weitgehend betriebssichere Anlage ist die Überhöhung der Ölleitung auf die Oberkante des Schauglases. Zudem muss die Druckgasleitung – wie bei der Variante mit Ölniveau unterhalb der Einspritzstelle am Verdichter – zunächst nach unten geführt werden.

8.4 Stillstandsbypass für Ölabscheider

- Ein Stillstandsbypass ist besonders wichtig für große Verdichter und Anlagen mit längeren Stillstandszeiten, bei denen während des Stillstands kein Druckausgleich zwischen Hoch- und Niederdruckseite geschieht.
- In Anlagen, die lange eingeschaltet sind und wo das Öl in den kurzen Betriebspausen nur wenig abkühlt (z.B. Verbundanlagen in Supermärkten) ist oft kein Stillstandsbypass nötig.

Durch den Stillstandsbypass wird der Ölabscheider nach Abschalten des Verdichters auf Saugdruck entspannt. Dies reduziert die Kältemittelsättigung des Öls, und für den nächsten Anlauf ist die maximale Ölviskosität gewährleistet. Außerdem werden Öl- und Kältemittelverlagerung in den Verdichter vermieden. Bei vielen Verdichtern führt der Stillstandsbypass auch zu einer zusätzlichen Anlaufentlastung.

Erforderliche Bauteile / Rohrnetz:

- Rückschlagventil nach dem Ölabscheider
- Druckausgleichsleitung zwischen Ölabscheider und Sauggasleitung
  - Durchmesser 6 mm – 1/4"
  - durch Magnetventil gesteuert
  - nur im Stillstand geöffnet – bei Parallelverbund darf das Magnetventil nur bei Abschaltung **aller** Verdichter geöffnet sein (*Parallelverbund HS. und OS.*)

Ein Stillstandsbypass in Verbindung mit automatischer Abpumpschaltung (*Abpumpschaltung*) kann zu erhöhter Schalthäufigkeit führen. Dies muss durch Einstellung des Niederdruckschalters und der Pausenzeit (Zeitrelais) auf max. 6 Anläufe pro h begrenzt werden. Je nach Betriebsart kann auch ein einmaliger Abpumpvorgang vor dem Abschalten ausreichend sein.

Bei CS. Verdichtern ist der Ölabscheider im Verdichter integriert, daher ist kein Bypass nötig.

9 Ölkühler

Die Einbindung des Ölkühlers in den Kältekreislauf ist ausführlich beschrieben

- in der Technischen Information *ST-140* und
- speziell für Anlagen mit R717 in der Technischen Information *AT-640*.

10 Verdampfer und Expansionsventil

Die Ausführungen hier gelten für die meisten Schraubenverdichter und die meisten Kältemittel. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*!

Expansionsventil und Verdampfer müssen mit größter Sorgfalt aufeinander abgestimmt werden, v.a. bei Anlagen mit einem großen Regelbereich (z.B. Leistungen von 50 .. 100% oder 25 .. 100%, vgl. *ST-430*). Sowohl bei Volllast als auch bei Teillast müssen eine ausreichende Sauggasüberhitzung und ein stabiler Betrieb gewährleistet sein. Nach Umschalten von Teil- auf Volllast besteht die Gefahr von Flüssigkeitsschlägen. Deshalb müssen Verdampfer und Expansionsventil so dimensioniert werden, dass auch bei Teillast keinesfalls Öl im Verdampfer abgeschieden wird.

Je nach Bauart und Leistungsbereich des Verdampfers kann deshalb eine Aufteilung in mehrere Kältemittelkreisläufe nötig sein (*Anlagen mit Mehrkreisverflüssigern und / oder -verdampfern*).

Wenn elektronische Expansionsventile mit Absperrfunktion eingesetzt werden, muss die Steuerung so programmiert werden, dass das Ventil unmittelbar nach Abschalten des Verdichters oder z.B. bei Stromausfall dicht schließt.

11 Abpumpschaltung

Bei einer Abpumpschaltung schaltet der Thermostat bzw. der übergeordnete Regler das Magnetventil vor dem Expansionsventil. Der Verdichter pumpt weiter Kältemittel ab, bis er von einem Niederdruckschalter abgeschaltet wird. Dadurch wird die Flüssigkeitsmenge im Verdampfer reduziert. Öffnet das Magnetventil, wird der Verdampfer gespeist. Der Saugdruck steigt, und der Niederdruckschalter schaltet den Verdichter ein.

Mit Abpumpschaltungen lassen sich auch solche Anlagen sicher betreiben, bei denen es während längerer Stillstandszeiten zu starker Flüssigkeitsverlagerung in Verdampfer, Sauggasleitung oder Verdichter kommen kann. Die Gefahr von Flüssigkeitsverlagerungen besteht auch bei Anlagen, deren Verdichter oder saugseitige Rohrabschnitte und Flüssigkeitsabscheider kälter werden können als der bzw. die Verdampfer. Die Abpumpschaltung soll Verdichter vor Flüssigkeitsschlägen und häufigem Betrieb mit Flüssigkeit im angesaugten Kältemittel schützen.

Man unterscheidet:

- Automatische Abpumpschaltung (auch "Pump-Down" genannt): Absaugen von Kältemittel, ggf. wiederholt ausgeführt.
- Einmalige Abpumpschaltung (auch "Pump-Out" genannt): einmaliges Absaugen von Kältemittel.
  Ein zusätzliches Hilfsschütz sorgt dafür, dass nach der Absaugung und Verdichterabschaltung keine weiteren Pumpvorgänge möglich sind. Nur auf Anforderung des Raumthermostats oder nach Abschluss eines Abtauzyklus kann wieder eingeschaltet werden.

Bei überfluteten Verdampfern gilt folgende Empfehlung:

- Magnetventil direkt am Austritt der Sauggasleitung aus dem Verdampfer einbauen,
- mit kombinierter Anlaufreglerfunktion,
- bei Stillstand der Anlage geschlossen.

Überhöhter Stillstandsdruck lässt sich bei Bedarf durch eine Entleerungseinrichtung zur Hochdruckseite vermeiden. Dabei Sammlervolumen beachten!

Für Wasser als Kühlmedium sind Mindestdruckgrenzen zu beachten, die sich auf eine Sättigungstemperatur des Kältemittels von >0°C beziehen, um eine Beschädigung des Wärmeübertragers zu vermeiden.

Für die Niederdruckeinstellung ist der Mindestdruck zu berücksichtigen, der sich auf die niedrigste Verdampfungstemperatur der Einsatzgrenzen bezieht.

Prinzipschaltbilder

Die folgenden Prinzipschaltbilder zeigen Steuerungsbeispiele für automatische und einmalige Abpumpschaltung. Die vereinfachten Schaltbilder zeigen nur die jeweils relevanten Details – der sonstige Steuerungsaufbau entspricht den Prinzipschaltbildern z.B. in der Technischen Information *AT-300*.

Bei einer Lastanforderung während des Stillstands wird zunächst die Kältemitteleinspritzung zum betreffenden Verdampfer geöffnet, z.B. über Magnetventil M20. Der Saugdruck steigt bis zu einem voreingestellten Wert, bei dem der Verdichter über einen Niederdruckschalter (B55) eingeschaltet wird. Wenn die Last sinkt, ist der Vorgang umgekehrt: Das Magnetventil schließt, dadurch wird der Verdampfer bis zu einem ebenfalls voreingestellten Druck "abgepumpt". Erst dann wird der Verdichter abgeschaltet.

Die Bauteile F01 .. F03, B10, B11, B32, B41, B42, B53, B60 .. B62 sowie das Zeitrelais K02T müssen in der Sicherheitskette vor den Steuergeräten der Abpumpschaltung angeordnet sein. Damit ist sichergestellt, dass das Magnetventil (M20) bei Störabschaltungen und während der Pausenzeit nicht öffnen kann. Eine separate Ansteuerung des Magnetventils kann in den oben genannten Fällen zur Flüssigkeitsüberflutung des Verdampfers führen.

Bei der automatischen Abpumpschaltung ermöglicht das Hilfsrelais K14 (Option) eine kombinierte Steuerung. Der Verdichter wird immer direkt eingeschaltet, die Abpumpschaltung ist dann v.a. während des Stillstands aktiv. Diese Schaltungsvariante schützt vor Flüssigkeitsüberflutung des Verdampfers auch bei nicht ausreichend tief einstellbaren Werten des Niederdruckschalters der Abpumpschaltung (B55). Allerdings ist ein zusätzlicher Niederdruckschalter (B11) zur Sicherung der Anlage gegen zu geringen Saugdruck nötig.

Bei automatischer Schaltung: Schalthäufigkeit begrenzen!
Wenn der Druck bei Stillstand und geschlossenem Magnetventil durch Undichtigkeit von der Hoch- auf die Niederdruckseite erneut ansteigt, pumpt der Verdichter bei automatischer Abpumpschaltung erneut ab. Das kann zu unerwünscht häufiger Schaltung führen. Deshalb müssen der Niederdruckschalter (B55) und das Zeitrelais für die minimale Stillstandszeit (K02T) so eingestellt werden, dass jeder Verdichter max. 6 mal pro h anlaufen kann. Diese Funktion ist ggf. durch das Schutzgerät gewährleistet (siehe Technische Information *CT-120*).

HINWEIS
Gefahr von Motorschaden durch zu hohe Schalthäufigkeit!
Einstellwerte des Niederdruckschalters für die Abpumpschaltung (B55) entsprechend wählen oder Mindeststand und Mindestlaufzeiten im übergeordneten Regler absichern.

Der Einschaltwert des Niederdruckschalters (B55) muss niedriger sein als der saugseitige Sättigungsdruck, der sich während des Stillstands einstellen kann. Der saugseitige Sättigungsdruck entspricht üblicherweise der Temperatur des Verdampferpakets. Durch zu hohe Druckeinstellung kann Kältemittel im kalten Verdampfer kondensieren, bevor der Verdichter einschaltet.

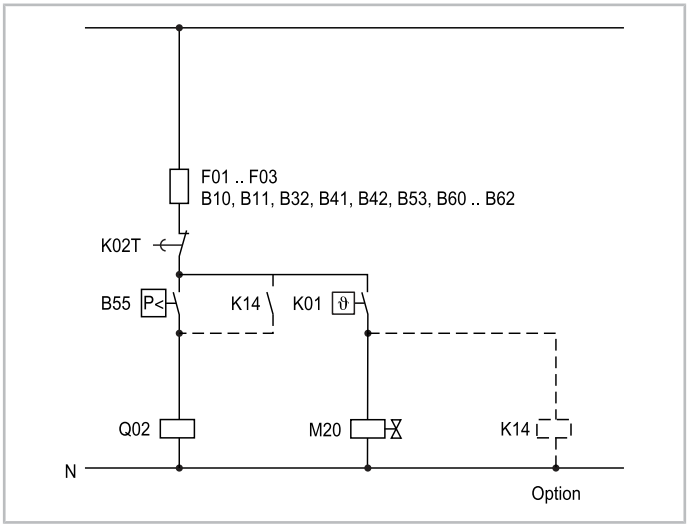


Abb. 14: Automatische Abpumpschaltung (vereinfachte schematische Darstellung).
B61 ist nicht immer vorhanden.
Weitere Schaltbilder siehe *AT-300*.

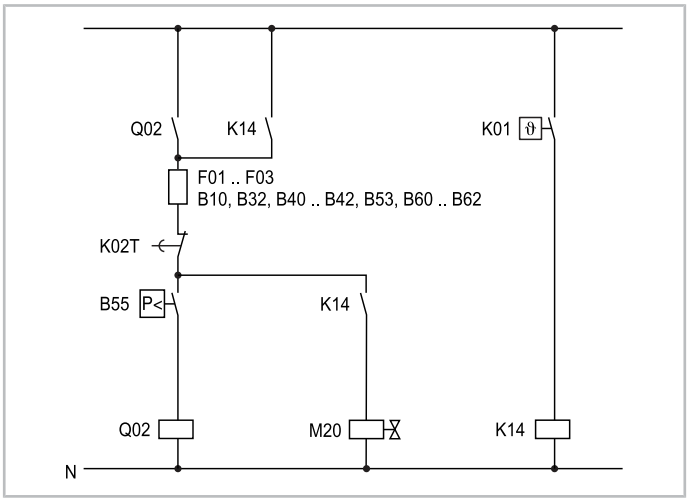


Abb. 15: Einmalige Abpumpschaltung (vereinfachte schematische Darstellung).
B61 ist nicht immer vorhanden.
Weitere Schaltbilder siehe *AT-300*.

	Bauteil
B10	Hochdruckschalter
B11	Niederdruckschalter
B32	Ölniveauwächter am Ölabscheider
B40	Öldifferenzdruckwächter
B41	Ölfilterüberwachung
B42	Öldurchflusswächter
B53	ECO-Zuschaltung
B55	Niederdruckschalter für Abpumpschaltung
B60	Überlastschutzeinrichtung
B61	Überlastschutzeinrichtung für zweite Teilwicklung
B62	Drehrichtungsüberwachung
F01	Hauptsicherung

	Bauteil
F02	Verdichtersicherung
F03	Steuerkreissicherung
F05	Sicherung der Ölheizung
K01	Übergeordneter Regler
K02T	Zeitrelais für minimale Verdichterstillstandszeit
K14	Hilfsrelais
M20	MV für Flüssigkeitsleitung
Q02	Schütz für erste Teilwicklung (PW) oder Hauptschütz (Y/Δ) oder Verdichterschütz bei Direktanlauf
Q06	Überlastschutzeinrichtung
Q07	Überlastschutzeinrichtung für zweite Teilwicklung

12 Anlagen mit überflutetem Verdampfer

HINWEIS
Gefahr von starken Konzentrationsverschiebungen im überfluteten Verdampfer und damit auch im zirkulierenden Massenstrom.
In Anlagen mit überflutetem Verdampfer nur Kältemittel ohne signifikanten Temperaturgleit (azeotrope Kältemittel) verwenden!

Der Einsatz überfluteter Verdampfer erfordert eine separate Ölrückführung aus dem Verdampfer bzw. Niederdruckabscheider und ist nur mit Kältemitteln ohne signifikanten Temperaturgleit möglich. Das Öl-Kältemittel-Gemisch sollte an mehreren Anzapfstellen entnommen werden, und zwar aus der ölreichen Phase des Flüssigkeitsspiegels.

Der Kältemittelanteil muss zuerst mithilfe eines Wärmeübertragers ausgedampft werden, z.B. im Gegenstrom zur warmen Kältemittelflüssigkeit. Das Öl wird dann in die Sauggasleitung rückgespeist. Bei stark schwankendem Flüssigkeitsniveau kann es zweckmäßig sein, an der tiefsten Stelle oder nach den Umwälzpumpen anzuzapfen. Dann ist aber individuell zu prüfen, ob Öl und Kältemittel bei den Betriebsbedingungen im Verdampfer bzw. Abscheider ausreichend mischbar sind – bei einigen Kombinationen gibt es ausgeprägte Mischungslücken (siehe Technische Information *ST-500*). Je nach Ölzirkulationsrate kann es zu Phasentrennung kommen, bei der sich das Öl auf dem Flüssigkeitsspiegel ablagert – daher ist die zuvor beschriebene Anordnung der Anzapfstellen meist zwingend.

Um die minimale Ölzirkulation zu erreichen, müssen Ölabscheider bei Anlagen mit überflutetem Verdampfer immer individuell ausgelegt werden (auf Anfrage). Je nach Anlagenausführung und Betriebsbedingungen ist ggf. ein Sekundärölabscheider nötig.

Zu beachten bei Anlagen mit R717 (Ammoniak)

Bei R717-Anlagen wird das Öl immer an der tiefsten Stelle des Verdampfers oder des Flüssigkeitsabscheiders entnommen. Das Öl hat eine höhere Dichte als flüssiges R717, sammelt sich deshalb unter dem flüssigen Kältemittel und wird von dort direkt auf die Saugseite des Verdichters bzw. der Verdichter zurückgeführt. Bei üblicher Ausführung von R717-Anlagen sind in Reihe geschaltete Primär- und Sekundärölabscheider nötig (Auslegung mit der *BITZER SOFTWARE*).

Für Details zu R717-Anlagen siehe Technische Information *AT-640*.

13 Anlagen mit Mehrkreisverflüssigern und / oder -verdampfern

In diesen Anlagen sollte jeder Verdichter einen eigenen Kältemittelkreislauf haben – die Rohre der verschiedenen Kreisläufe führen dann ggf. parallel durch den Verdampfer und / oder Verflüssiger. Jeder Kreislauf erhält sein eigenes Expansions- und Magnetventil und lässt sich mit entsprechender Steuerung an den jeweiligen Lastzustand an-

passen. Dabei ist u.a. die gegenseitige Beeinflussung durch die thermische Verbindung in den Wärmeübertragern zu berücksichtigen.

Während der Abschaltzeiten einzelner Kreise steigt bei diesen Anlagen das Risiko, dass flüssiges Kältemittel in den Verdampfer verlagert wird (kein Temperatur- und Druckausgleich möglich). In solchen Fällen sollten ein Rückschlagventil nach dem Ölabscheider und ein Stillstandsbypass (*Stillstandsbypass für Ölabscheider*) eingesetzt werden. Bei Verbundschaltung sollten die Verdichter mit einer automatischen Sequenzumschaltung gesteuert werden.

In kritischen Fällen können zusätzlich saugseitige Flüssigkeitsabscheider oder eine Abpumpschaltung nötig sein (*Abpumpschaltung*).

Gleiches gilt für Einzelanlagen, bei denen sich während längerem Stillstand kein Temperatur- und Druckausgleich einstellen kann.

14 Anlagen mit Kreislaufumkehrung und Heißgasabtauung

Hier sind individuelle Maßnahmen zum Schutz des Verdichters vor starken Flüssigkeitsschlägen, erhöhtem Ölwurf (z.B. durch schnelle Druckabsenkung im Ölabscheider) und Ölmangel nötig. Dafür muss sichergestellt sein, dass die Öltemperatur beim Umschalten – je nach Kältemittel – mindestens 20 .. 30K über der Verflüssigungstemperatur liegt. Darüber hinaus muss die gesamte Anlage sorgfältig erprobt werden. Zur Absicherung gegen Flüssigkeitsschläge empfiehlt sich ein saugseitiger Flüssigkeitsabscheider. Außerdem wird ein Druckregler unmittelbar nach dem Ölabscheider (bei CS. nach dem Verdichter) empfohlen, um die Druckabsenkung zu begrenzen.

Kurz vor dem Umschaltvorgang sollte der Verdichter angehalten werden und nach erfolgtem Druckausgleich wieder anlaufen. Anlauf- und Stopsequenzen, Pausenzeiten und ggf. Anlaufentlastung gemäß Betriebsanleitungen einhalten. Es ist sicherzustellen, dass nach dem Umschalten keine Flüssigkeit in den Verdichter eingesaugt wird und dass er schnellstmöglich wieder innerhalb der Einsatzgrenzen betrieben wird (siehe *BITZER SOFTWARE*).

Für Anlaufverfahren bei BITZER Verdichtern siehe Technische Information *AT-330*, für den Betrieb mit Frequenzumrichter Technische Information *ST-420*.

15 Parallelverbund HS. und OS.

BITZER Schraubenverdichter der HS.- und OS.-Serie eignen sich besonders gut für Parallelbetrieb, weil sich der Ölvorrat außerhalb des Verdichters befindet – dadurch kann ein gemeinsamer Ölabscheider eingesetzt werden. Ein Parallelverbund mit CS. Verdichtern bedarf besonderer Auslegung des Ölmanagements. Anlagen mit R717 (Ammoniak) sind nicht hier beschrieben, sondern in der Technischen Information *AT-640*.

Wesentliche Vorteile der BITZER Verbundtechnik:

- Erweiterung der durch Einzelverdichter vorgegebenen Leistungen
- Verbund von Verdichtern identischer oder unterschiedlicher Leistung und Ausführung
- ggf. Kombination von unterschiedlichen Temperaturniveaus
- verlustlose Leistungsregelung
- optimale Ölverteilung durch gemeinsamen Vorrat
- geringe Netzbelastung beim Anlauf
- hohe Betriebssicherheit
- einfache und kostengünstige Installation, Ölabscheider und weiteres Zubehör stehen zur Verfügung

Bei Parallelverbund unbedingt beachten:

- Anordnung von Ölabscheider, Ölkühler, Saug- und Druckkollektor sowie weitere Ausführung wie in diesem Dokument beschrieben.
- Der Abstand zwischen Verdichter, Ölabscheider und Ölkühler sollte gering sein.

- Bei Ausführungen mit Ölkühlern auch Technische Information *ST-140* beachten.

15.1 Saugkollektor

Saugkollektor unterhalb des Verdichterniveaus

Wie schon für Einzelverdichter empfohlen (*Sauggasleitung*), sollte auch beim Parallelverbund der Saugkollektor vorzugsweise von unten an die Verdichter herangeführt werden, damit die Verdichter bei Stillstand nicht mit Öl überflutet werden.

Für Anlagen mit potenziell stärkeren Flüssigkeitsschüben (z.B. Heißgasabtauung, Anlagen mit langem Stillstand unter Druckdifferenz) muss der Saugkollektor auch die Funktion eines Flüssigkeitsabscheiders übernehmen können. Dabei empfiehlt sich ein radialer Eintritt mit Prallplatte und ein stumpfer Rohrabgang nach oben mit separater Ölrückführung (siehe folgende Abb., Teil A).
Alternativ kann ein vertikal angeordneter Behälter mit stumpfem Rohrabgang und separater Ölrückführung eingesetzt werden (Sauggaseintritt von oben). Die Rohrlängen zu den Verdichtern dürfen unterschiedlich sein. Diese Ausführung bietet sich – im Hinblick auf Schräglagen – auch für Schiffseinsatz an.

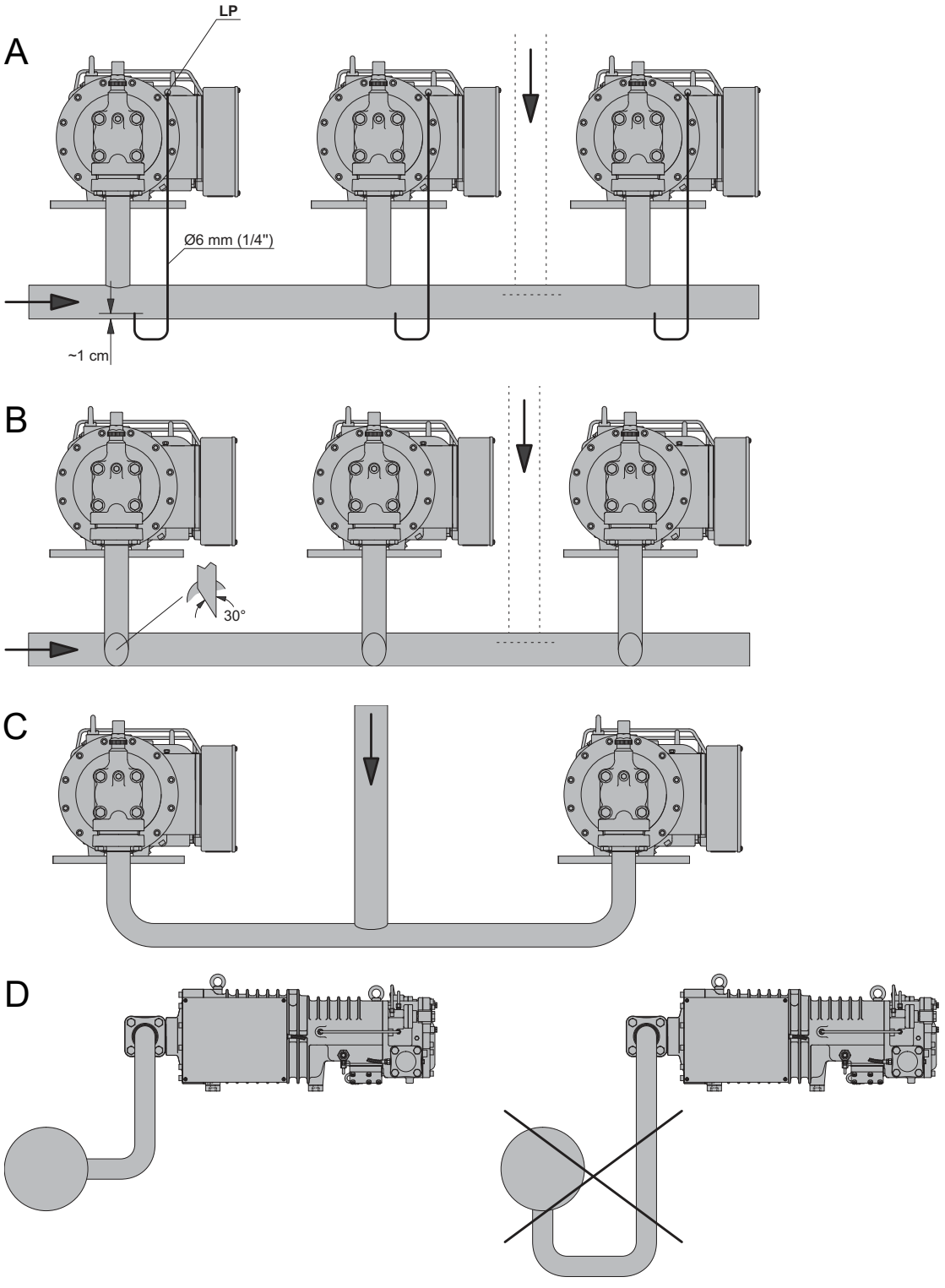


Abb. 16: Führung des Saugkollektors bei Parallelverbund mit Saugkollektor unterhalb des Verdichterniveaus. Das Bild zeigt HS. Verdichter, gilt aber sinngemäß auch für OS. Verdichter – allerdings nicht für R717-Anwendungen, dafür siehe Technische Information *AT-640*.

A: Stumpfer Rohrabgang mit separater Ölrückführung

B: Tauchrohre angeschrägt

C: Parallelverteilung (beschränkt auf 2 Verdichter)

D: Seitlicher Rohrabgang – Rohrabgang nach unten ist unzulässig.

Saugkollektor oberhalb des Verdichterniveaus

Diese Anordnung sollte nur gewählt werden, wenn der Platz für eine Rohrführung von unten fehlt. Sie erfordert eine besondere Rohrleitungsführung wie hier dargestellt.

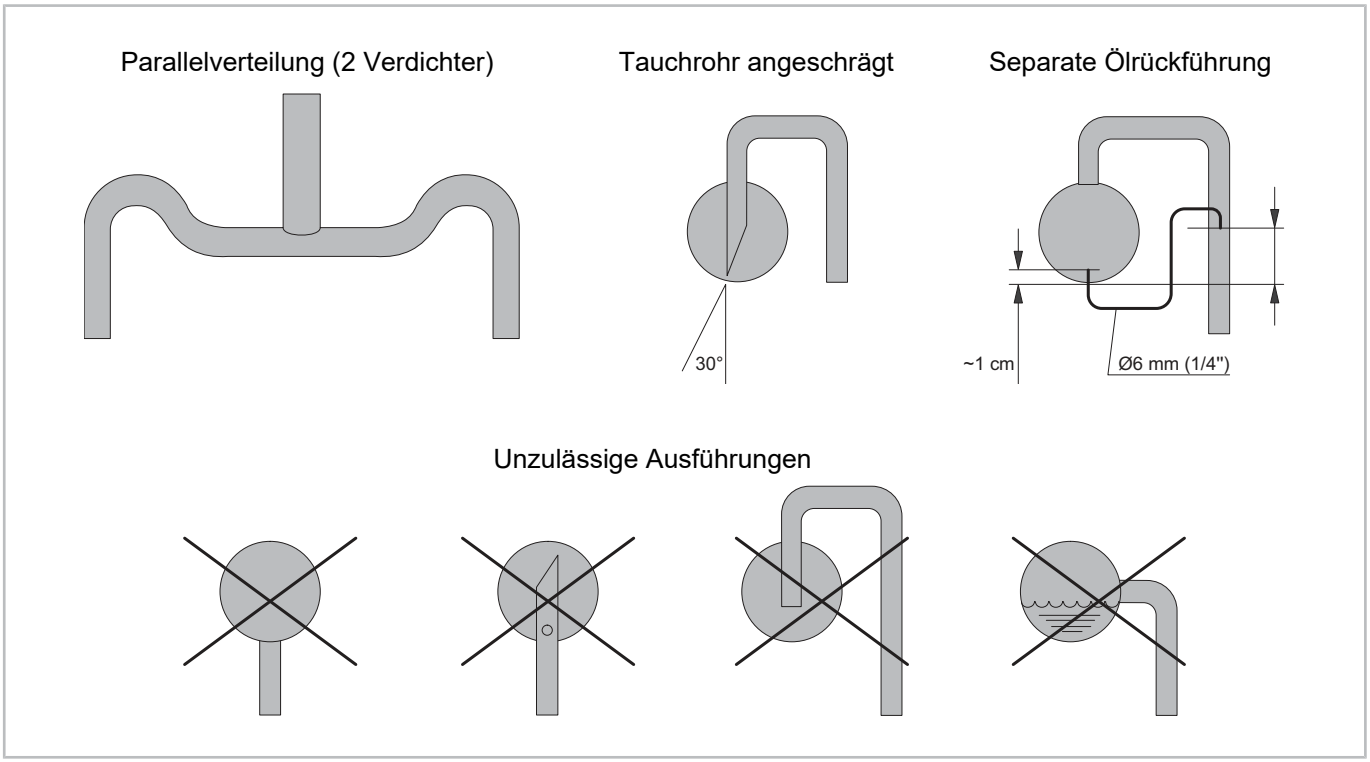


Abb. 17: Führung des Saugkollektors bei Parallelverbund mit Saugkollektor oberhalb des Verdichterniveaus. Diese Anordnung ist im Allgemeinen **nicht** empfohlen – für R717-Anlagen siehe Technische Information *AT-640*).

15.2 Druckkollektor

Die Zuleitungen in den Kollektor sollten sinngemäß so ausgeführt sein wie für Einzelverdichter empfohlen (*Ölabscheider HS. und OS.*):

- Ölabscheider unterhalb des Verdichterniveaus oder
- Ölniveau im Ölabscheider unterhalb der Einspritzstelle am Verdichter

Die Druckgasleitung muss ausreichend Gefälle bis zum Druckkollektor haben, um einen freien Abfluss sicherzustellen. Leitungsabschnitte am Eintritt in den Druckkollektor vorzugsweise um ca. 45° geneigt zur Strömungsrichtung verlegen (siehe folgende Abb.) oder auch rechtwinklig.

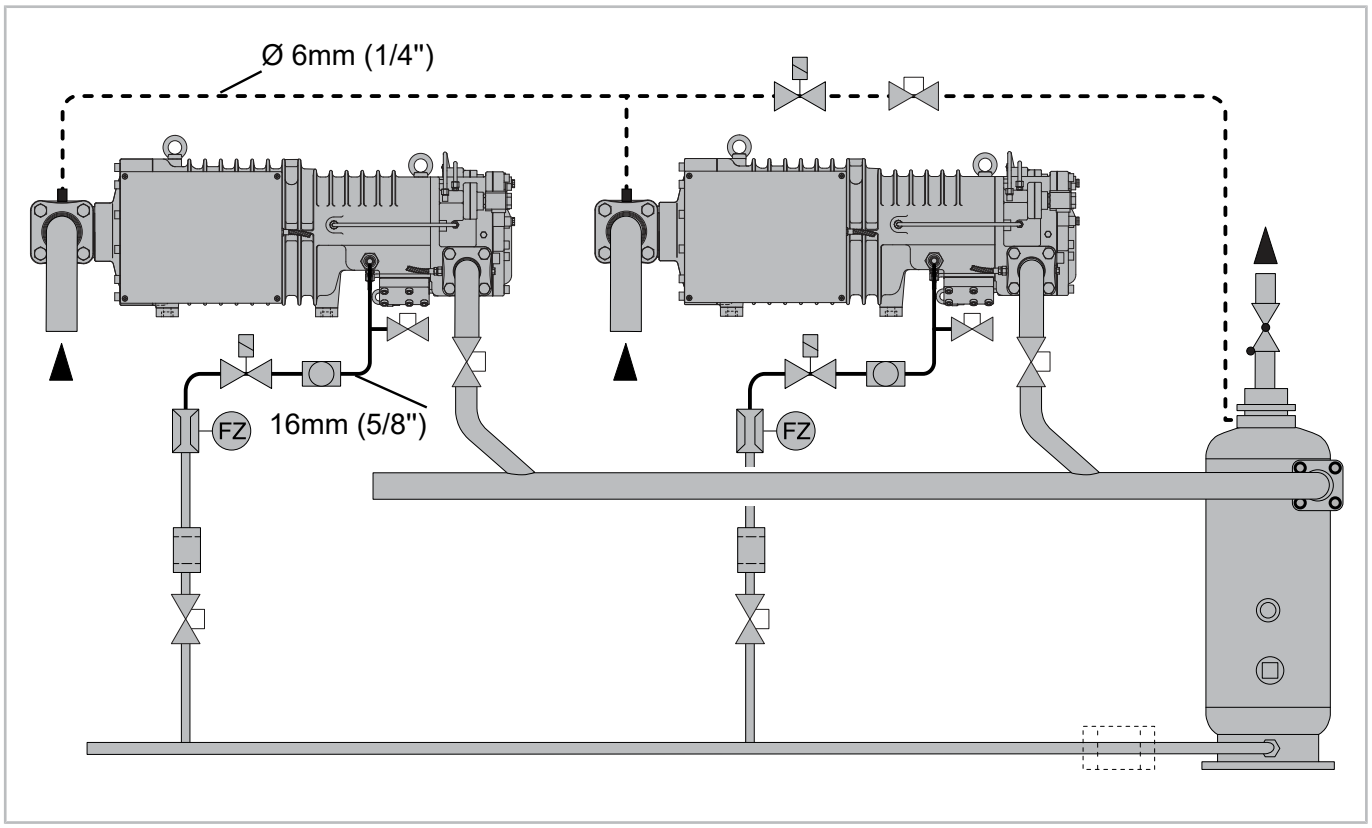


Abb. 18: Anordnung des Druckkollektors bei Parallelverbund. Das Bild zeigt HS. Verdichter, gilt aber sinngemäß auch für OS. Verdichter.

Legende	
	Schauglas
	Regelventil
	Magnetventil
	Rückschlagventil
	Absperrventil
FZ	Durchflussschalter

Um Verdichter später einfach tauschen zu können, empfiehlt es sich, zusätzliche Absperrventile einzubauen.

Druckkollektor als Querverbindung mit einseitigem Abgang ausführen und wie gezeigt in den Ölabscheider einleiten. Falls der Druckgaseintritt in den Ölabscheider oberhalb des Niveaus des Druckkollektors liegt, sinngemäß wie oben beschrieben verrohren (*Ölniveau im Ölabscheider unterhalb der Einspritzstelle am Verdichter*).

Ölsammelleitung

Ölsammelleitung über die gesamte Länge mit gleichbleibendem Durchmesser montieren. Die Rohrstränge zu den einzelnen Verdichtern sollten gleichartig und so kurz wie möglich sein.

- Anstelle einzelner Ölfilter kann auch ein Sammelfilter entsprechender Größe eingesetzt werden (gestrichelte Darstellung).
- Für eine einfache Wartung sind Absperrventile in den Rohrsträngen zu den Verdichtern zu empfehlen (niedriger Druckverlust – vorzugsweise Kugelventile).

15.3 Anwendungsbeispiele

Parallelverbund mit gemeinsamem Ölabscheider und Ölkühler

Diese Varianten sind ausführlich beschrieben

- in der Technischen Information *ST-140* und
- speziell für Anlagen mit R717 in der Technischen Information *AT-640*.

Verbund für unterschiedliche Verdampfungstemperaturen

Die Abbildungen hier gelten für HS. und OS. Verdichter mit den meisten Kältemitteln. Bei CS. Verdichtern ist der Ölabscheider im Verdichter integriert, daher sind sie hier nicht aufgeführt. Für OS.A Verdichter mit R717 (Ammoniak) siehe Technische Information *AT-640*!

Beispiel für HS.53 .. 74 und OS.53 .. 74:

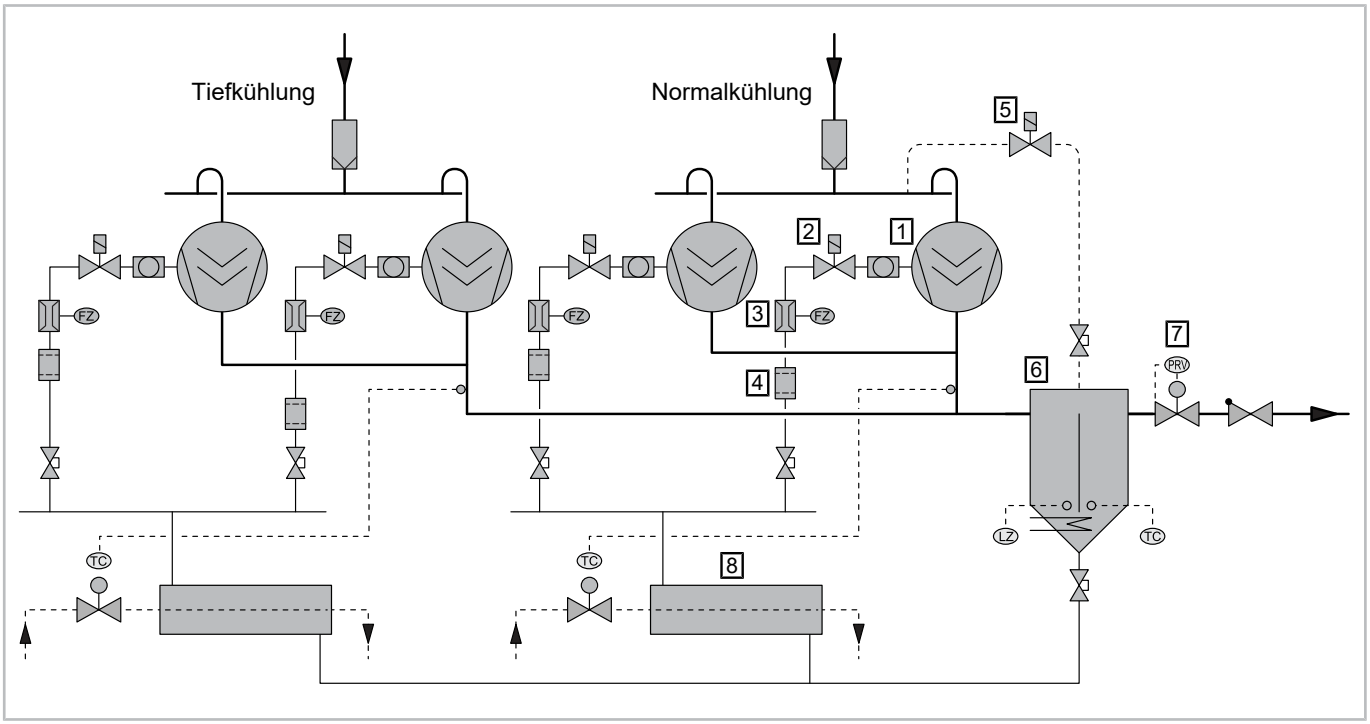


Abb. 19: Verbund für unterschiedliche Verdampfungstemperaturen, HS.53 .. 74 und OS.53 .. 74 (außer mit R717). Je nach Anlage kann auch ein gemeinsamer Ölkühler sinnvoll sein (siehe Technische Information *ST-140*).

Beispiel für HS.85 und OS.85:

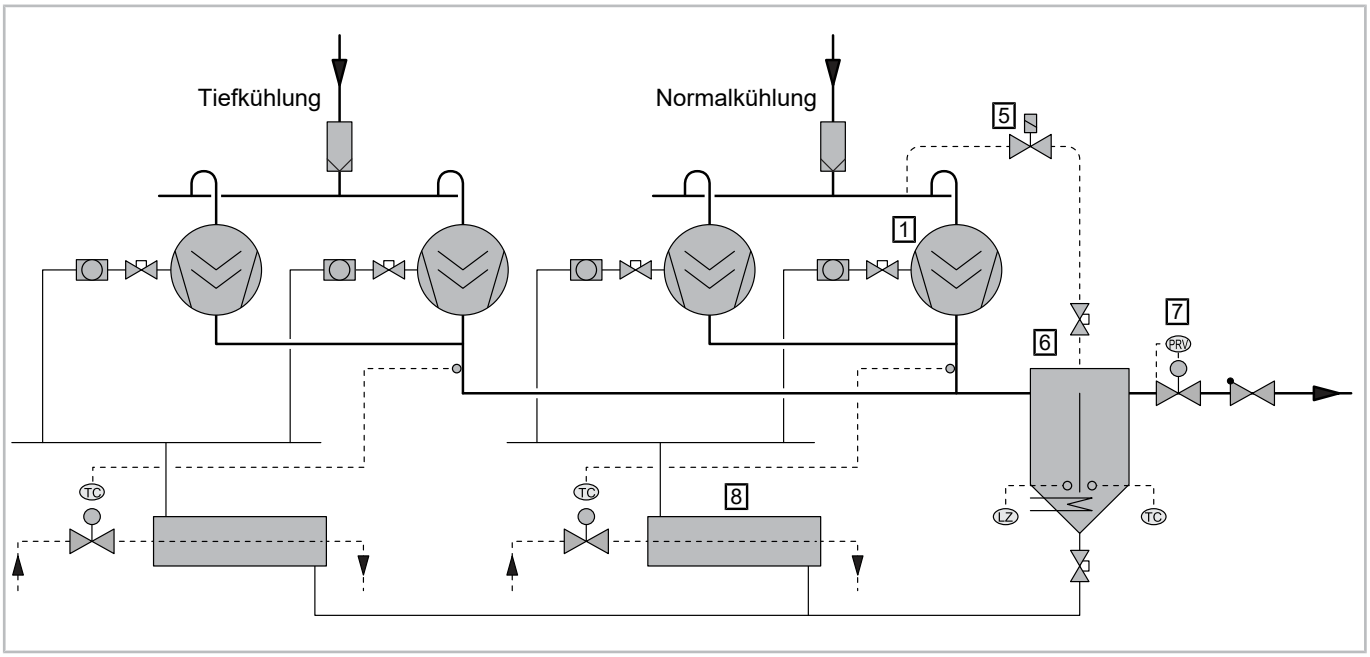


Abb. 20: Verbund für unterschiedliche Verdampfungstemperaturen, HS.85 und OS.85 (außer mit R717). Je nach Anlage kann auch ein gemeinsamer Ölkühler sinnvoll sein (siehe Technische Information *ST-140*).

Legende	
1	Verdichter
2	Ölmagnetventil
3	Öldurchflusswächter
4	Ölfilter
5	Stillstandsbypass (bei Bedarf)
6	Ölabscheider mit Heizung und Ölniveauwächter
7	Differenzdruckventil (bei Bedarf)
8	Wassergekühlter Ölkühler (bei Bedarf)
9	Verflüssiger
10	Luftgekühlter Ölkühler
11	Ölpumpe (bei Bedarf)
12	Mischventil (bei Bedarf)
	Sauggasfilter
	Schauglas
	Regelventil
	Magnetventil
	Rückschlagventil
	Absperrventil
PRV	Druckregelventil
LZ	Niveauwächter
FZ	Durchflussschalter
PC	druckgeregelt
TC	temperaturgeregelt

Tab. 6: Legende für Kältekreislauf HS./OS.53 .. 85 (außer mit R717)

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Table of contents

1 Introduction 34

2 Safety 34

2.1 General safety references 35

2.2 Cleanliness of pipes 36

3 Pipe works 36

3.1 Vibrations 36

3.2 To be noted for R717 37

4 Example circuits 39

4.1 HS./OS.53 to 74 39

4.2 HS./OS.85 40

4.3 HS./OS.95 42

4.4 CS. compressor 44

5 Suction gas line 44

6 Discharge gas line 47

7 ECO and LI 47

8 Oil separators HS. and OS. 47

8.1 Oil separator below compressor level 48

8.2 Oil level in the oil separator below the injection point on the compressor 50

8.3 Oil level in the oil separator above the injection point on the compressor 51

8.4 Standstill bypass for oil separator 51

9 Oil cooler 52

10 Evaporator and expansion valve 52

11 Pump down system 52

12 Systems with flooded evaporator 55

13 Systems with multi-circuit condensers and/or evaporators 55

14 Systems with reverse cycling and hot gas defrosting 56

15 HS. and OS. parallel compounding 56

15.1 Suction header 57

15.2 Pressure collector 59

15.3 Application examples 61

1 Introduction

Screw compressors of the HS. and OS. series can be used for all common refrigeration systems. They are integrated into the refrigeration circuit in a similar way as reciprocating compressors, but the specific characteristics of the oil circuit must be taken into account. The capacity range can be considerably extended by the simple and economical BITZER compound technology.

The compact screw compressors of the CS. series are primarily designed for mass-produced systems with low system volume and low refrigerant charge (liquid chillers, compact air conditioners and heat pumps). Using them in extended systems (e.g. with remotely located condenser) is possible, but only with additional measures and individual testing. Systems with several compressors should be designed with separate circuits. Parallel operation is possible, but requires special measures for oil equalisation (design information on request).

Also observe the following technical documentsn

AT-320: Connections and shut-off valves for BITZER compressors
AT-640: Use of ammonia (R717) in BITZER compressors
ST-140: External oil cooling for BITZER screw compressors
ST-420: Operation of BITZER screw compressors with external frequency inverters
ST-430: Capacity control of BITZER screw compressors
ST-500: BITZER refrigeration compressor oils for compact screw compressors CS., CSV.
ST-610: ECO operation with screw compressors

2 Safety

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.

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!

2.1 General safety references

DANGER
Risk of bursting of components and pipes due to liquid overpressure.
Serious injuries are possible.
Make sure not to exceed maximum admissible pressures!

NOTICE
Risk of refrigerant loss!
Prior to commissioning the system, check newly mounted pipes for pressure strength and tightness!

NOTICE
Risk of compressor damage!
Generously sized filter dryers should be used to ensure a high degree of dehydration and to maintain the chemical stability of the circuit. Make sure to choose a suitable quality (molecular sieves with specially adapted pore sizes).

NOTICE
Risk of compressor damage!
Mount a cleaning filter on the suction side, especially for systems with longer pipes, when brazing/welding without shielding gas or when dirt is to be expected in the pipes for other reasons!
Mesh size: 25 µm

NOTICE
Risk of damages caused by vibrations!
Securely fasten each pipe.
Check the vibration behaviour during operation!

NOTICE
Do not start the compressor if it was flooded with oil due to faulty operation! It is absolutely necessary to empty it!
Internal components may be damaged.
Close shut-off valves, depressurize the compressor and drain oil via drain plug on the compressor.

Information
The blanking plates are only designed to serve as a transport protection. They are not suitable as a separation between different system sections during the strength pressure test.

2.2 Cleanliness of pipes

Use only pipes and system components

- which are clean and dry inside: free from slag, metal filings, rust and phosphate coatings
- and which are delivered with an air-tight seal.

3 Pipe works

The explanations here apply to most screw compressors and most refrigerants. For OS.A compressors with R717 (ammonia) see Technical Information *AT-640*!

Screw compressors are very robust, reliable and comparatively insensitive to liquid slugging during operation. However, the compressors must not be flooded with oil or liquid refrigerant during standstill. This leads to uncontrollably high hydraulic pressures when starting and, in extreme cases, to damage to the bearings, the compressor and the oil solenoid valve. Discharge gas and suction gas lines should therefore lead downwards from the compressor first (except in R717 systems: *To be noted for R717*). To maintain the compressor's operational reliability and lifetime, it must also be protected against contamination.

What has to be minded with parallel compounding is described below (*HS. and OS. parallel compounding*).

3.1 Vibrations

NOTICE
Risk of damages caused by vibrations!
Securely fasten each pipe.
Check the vibration behaviour during operation!

Vibrations of the compressor and pressure pulsations are usually very low. However, they can cause resonant frequencies in pipes and heat exchangers (i.e. hit the natural frequency of parts of the system), resulting in sound, vibrations and possibly fatigue and leakage of pipes. Possible sources of vibration are:

- Pressure pulsations in the discharge gas line
- Torque fluctuations acting on the compressor mounting or the flange connections of the lines
- Pressure pulsations in the economiser line

The vibrations can lead to sound emissions which, if the pipe layout is unfavourable, can be transmitted to the housing or components via the suction and discharge gas lines. In addition, rotational and tilting movements can occur when starting and during operation. Therefore, the pipes must be sufficiently flexible and vibration-damped at the fixing points.

It is favourable to lay the pipe parallel to the compressor axis, the discharge gas line should first be led downwards. The distance to the compressor axis should be as small as possible and the parallel pipe section should be more than half the compressor length. In addition, pipe bends should generally be installed with a large radius (no angles).

Critical pipe lengths whose natural frequencies resonate with the compressor vibrations must be avoided (± 15% of the critical pipe length). The calculation must at least take into account the operating conditions, the refrigerant (sonic speed) and the frequency of the compressor.

- The frequency transmitted to the pipes depends, among other things, on the design of the compressor's rotors and the operating frequency. Details upon request from BITZER.
- Higher order frequencies (double, triple, etc.) should also be checked upon final pipe layout.

In case of particularly high demands on the vibration level as well as in case of longer pipe runs, a pulsation muffler should be mounted in the discharge gas line, immediately downstream of the compressor discharge.

The entire system, especially the pipes and capillary tubes, must be checked for abnormal vibrations. The pipes must be flexible enough that there is no stress on the pipe joints when the compressor is switched on and off. If necessary, take additional safety measures. For vibrations during operation with an external frequency inverter, see Technical Information *ST-420* or consult BITZER.

Pulsation mufflers are available as accessories, e.g. in the *ePARTS* spare parts catalogue. For details, see Operating Instructions *DB-400*; for use in the ECO line, see Technical Information *ST-610*.

3.2 To be noted for R717



DANGER
Danger to life in case of refrigerant leakage!
Ammonia (R717) is toxic and, when present in high concentration, causes burns to the skin, mucous membranes and eyes and leads to paralysis and suffocation!
In liquid form, it can cause frostbite on contact with the skin!
When working on the system: Wear personal protective equipment!
Equip the machinery room and the hazardous area according to EN378-3, 5.17!

- From a refrigerant charge of 50 kg, install a gas warning system!
- From a refrigerant charge of 500 kg, take additional measures to detect possible ammonia contamination in all connected water or liquid circuits!

Since ammonia (R717) is lighter than air, the contaminated air must be extracted below the ceiling and supply air is introduced at floor level.

For refrigeration systems with R717 (ammonia) there are some important differences to consider, which are mainly due to the special properties of R717. The following (among other requirements) applies to the pipe network:

- Refrigerant lines, heat exchangers and fittings should be made of steel or stainless steel (or aluminium if necessary).
- Pipes and fittings need a test certificate according to DIN EN10204/3.1.
- Use resistant plastic materials or elastomers.
- Piping, refrigerant pumps and control components are dimensioned relatively small.
- Use high quality shaft seals, gaskets and packing gland.
- Install automatic venting device.
- Use short, well-insulated suction gas lines (for low pressure losses).
- Run suction gas lines with a gradient and above the compressors - not below as is usual with other refrigerants.
- Due to the high electrical conductivity, observe special requirements for electrical components within the refrigeration circuit (e.g. canned pumps).

- Since R717 ist very soluble in many oils, special oils must be used.
- Adapt heat exchanger and expansion elements to mass flow and volume ratios. Design heat exchangers for small temperature differences (low pressure ratio) and low suction gas superheat.
- Preferably, heat exchangers should be of the flooded or pumped type.
- In the case of flooded evaporators, use highly efficient oil separators and ensure oil return from the system (automatically or manually during regular maintenance).
- For compact units with dry or partially flooded evaporators, use oils with good flow properties, if necessary with special oil separation and recirculation devices.
  In systems with a dry evaporator, the highest demands are placed on the refrigerant distribution, especially in the case of highly subcooled liquid (e.g. 2-stage, economiser operation).
- Take suitable protective measures against wet operation and liquid hammer (use suction accumulators and expansion devices with stable control behaviour).

NOTICE
Ammonia (R717) is strongly hygroscopic!
Work carefully and avoid penetration of water and/or air humidity into the system!
A high water content in ammonia systems modifies the evaporation temperature and reduces system efficiency, especially for low temperature applications!
Moreover, water can only be removed with great effort using so-called system cleaners or by renewing the refrigerant charge!

- When draining R717 into water, use a check valve.
- System parts to be opened must be flushed with dry nitrogen first.
- Avoid the formation of condensate! Let cold components warm up.
- Evacuate the system carefully before (re-)commissioning.
- Due to the special conditions in compact air conditioning systems, high demands are placed on the dryness (use R717 with a water content of max. 400 ppm)!

For detailed information on the use of R717, see Technical Information *AT-640*.

4 Example circuits

The explanations here apply to most screw compressors and most refrigerants. For OS.A compressors with R717 (ammonia) see Technical Information *AT-640*!

4.1 HS./OS.53 to 74

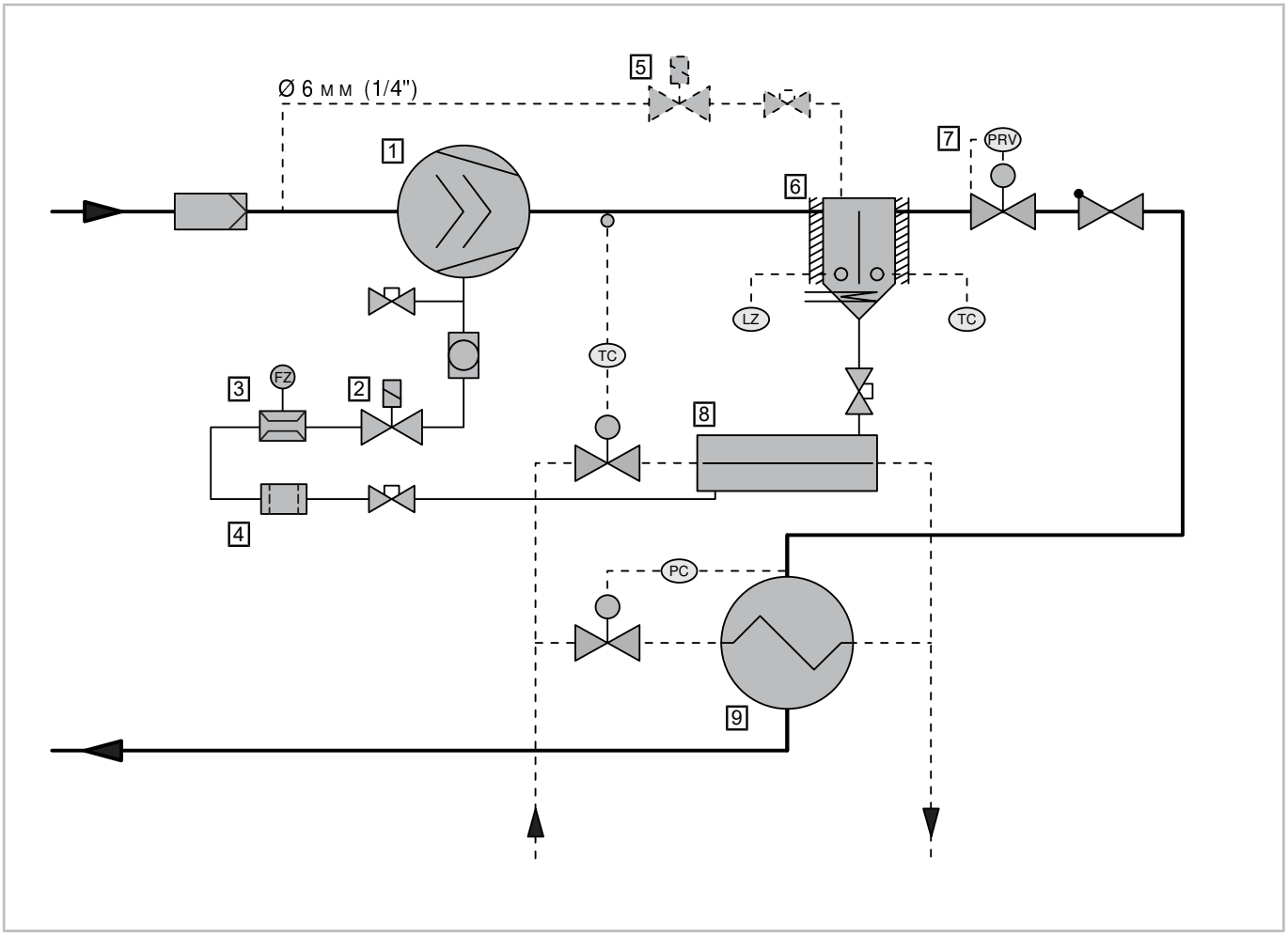


Fig. 2: Example circuit: Single compressor HS.53 to 74 or OS.53 to 74 (except with R717) with water cooled condenser and oil cooler. Simplified representation.

Legend	
1	Compressor
2	Oil solenoid valve
3	Oil flow switch
4	Oil filter
5	Standstill bypass (if required)
6	Oil separator with heating and oil level switch
7	Differential pressure valve (if required)
8	Water cooled oil cooler (if required)
9	Condenser
10	Air cooled oil cooler
11	Oil pump (if required)

Legend	
12	Mixing valve (if required)
	Suction gas filter
	Sight glass
	Control valve
	Solenoid valve
	Check valve
	Shut-off valve
PRV	Pressure regulating valve
LZ	Level monitor
FZ	Flow limiter
PC	Pressure-controlled
TC	Temperature-controlled

Tab. 1: Legend for refrigerant circuit HS./OS.53 to 85 (except with R717)

Legend contains connection positions that do not appear in every diagram.

4.2 HS./OS.85

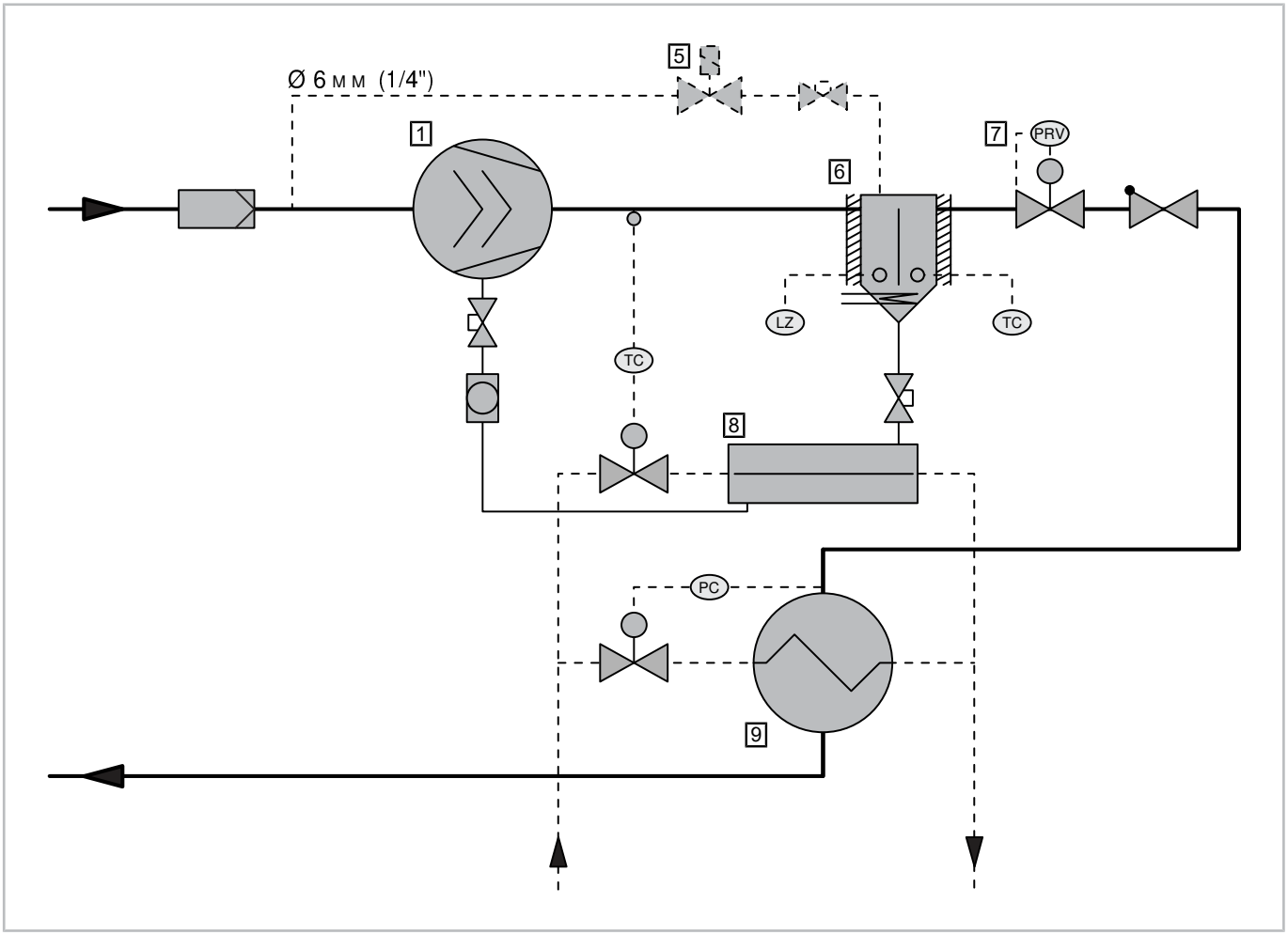


Fig. 3: Example circuit: Single compressor HS.85 or OS.85 (except with R717) with water cooled condenser and oil cooler. Simplified representation. Oil stop valve, oil filter, oil filter monitoring and oil supply monitoring are integrated in the compressor.

Legend	
1	Compressor
2	Oil solenoid valve
3	Oil flow switch
4	Oil filter
5	Standstill bypass (if required)
6	Oil separator with heating and oil level switch
7	Differential pressure valve (if required)
8	Water cooled oil cooler (if required)
9	Condenser
10	Air cooled oil cooler
11	Oil pump (if required)
12	Mixing valve (if required)
	Suction gas filter
	Sight glass
	Control valve
	Solenoid valve
	Check valve
	Shut-off valve
PRV	Pressure regulating valve
LZ	Level monitor
FZ	Flow limiter
PC	Pressure-controlled
TC	Temperature-controlled

Tab. 2: Legend for refrigerant circuit HS./OS.53 to 85 (except with R717)

Legend contains connection positions that do not appear in every diagram.

4.3 HS./OS.95

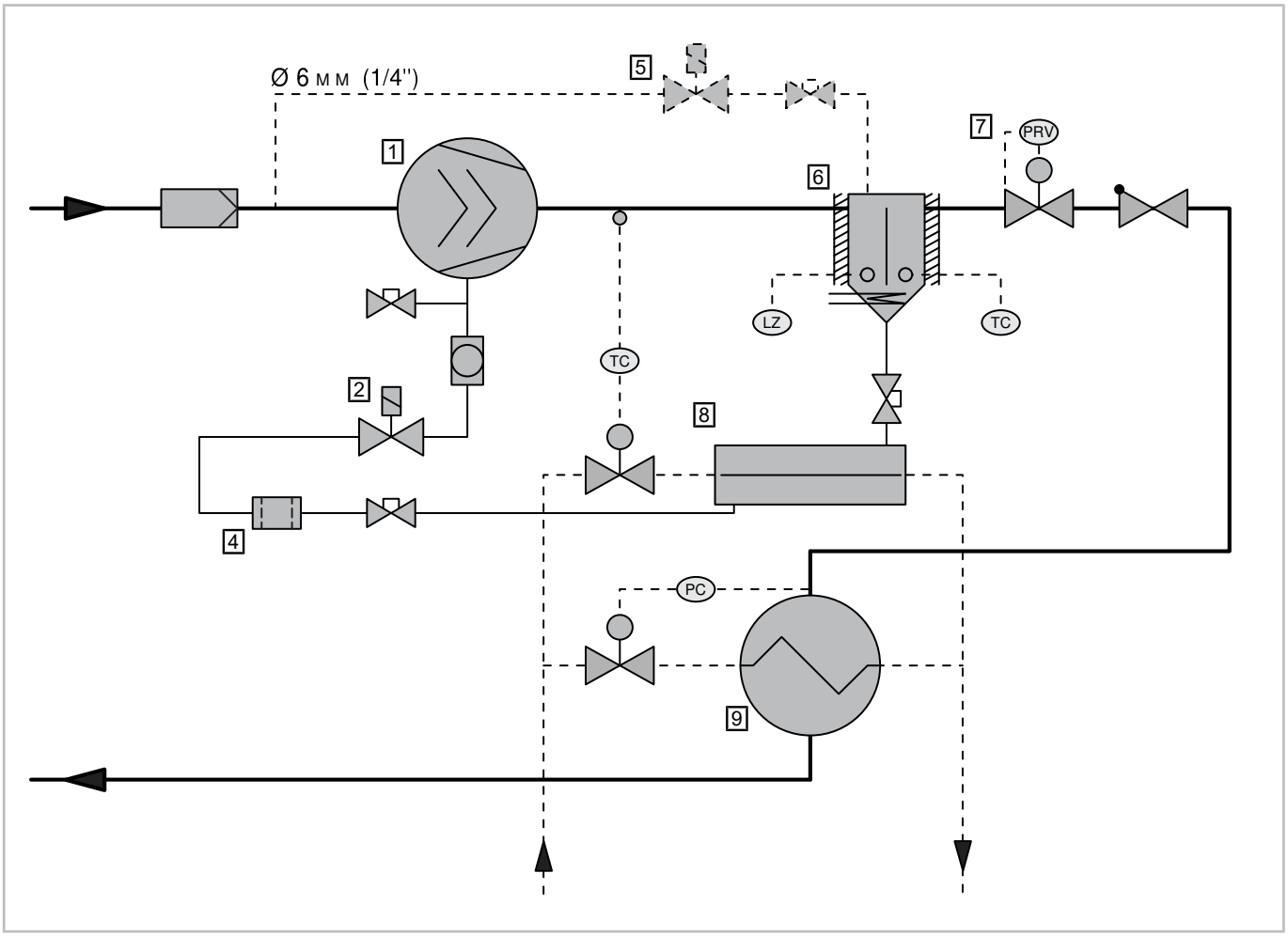


Fig. 4: Example circuit: Single compressor HS.95 or OS.95 (except with R717) with water cooled condenser and oil cooler. Simplified representation. The circuit is very similar to that for HS.53 to 74 and OS.53 to 74, only the monitoring of the oil supply is integrated in the compressor here.

Legend	
1	Compressor
2	Oil solenoid valve
3	Oil flow switch
4	Oil filter
5	Standstill bypass (if required)
6	Oil separator with heating and oil level switch
7	Differential pressure valve (if required)
8	Water cooled oil cooler (if required)
9	Condenser
10	Air cooled oil cooler
11	Oil pump (if required)
12	Mixing valve (if required)
	Suction gas filter
	Sight glass

Legend	
	Control valve
	Solenoid valve
	Check valve
	Shut-off valve
PRV	Pressure regulating valve
LZ	Level monitor
FZ	Flow limiter
PC	Pressure-controlled
TC	Temperature-controlled

Tab. 3: Legend for refrigerant circuit HS./OS.53 to 85 (except with R717)

Legend contains connection positions that do not appear in every diagram.

4.4 CS. compressor

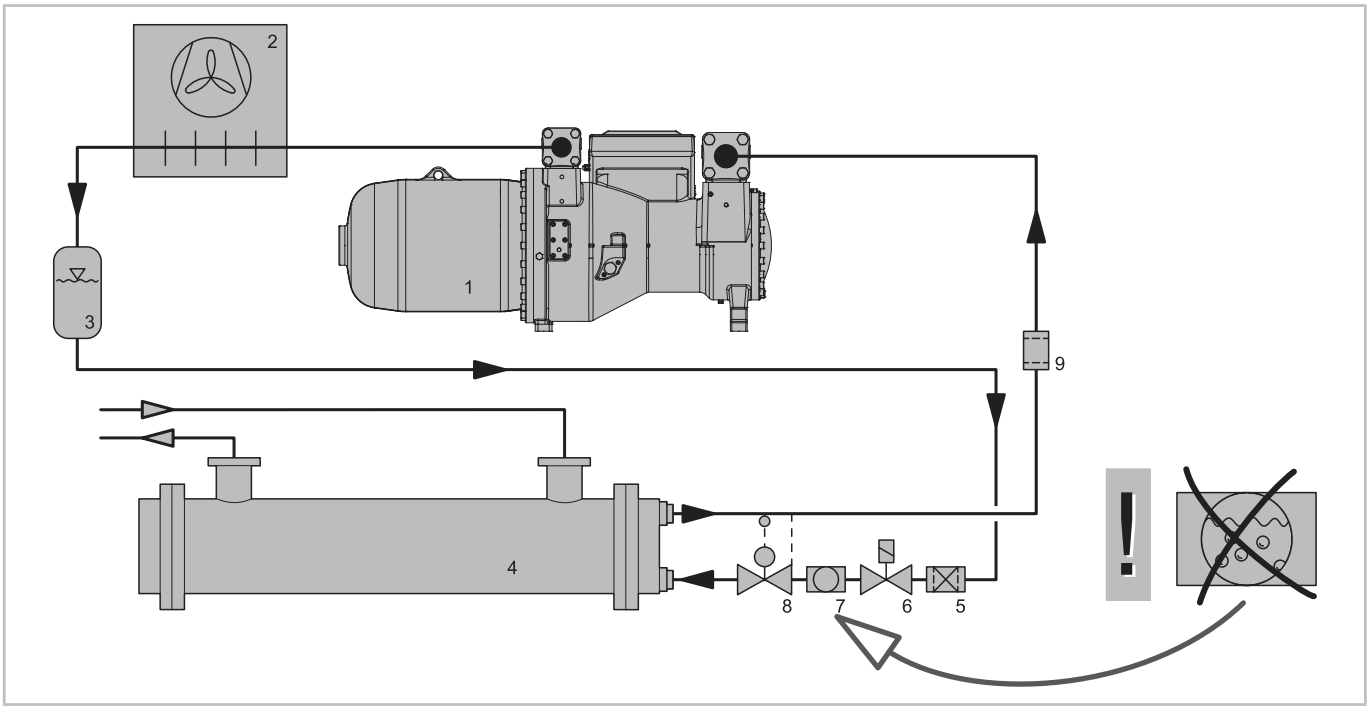


Fig. 5: Example circuit: Liquid chiller with CS. compressor, simplified illustration. The oil separator is integrated in the compressor and therefore not shown in the diagram.

Legend	
1	Compressor (oil separator integrated)
2	Condenser
3	Liquid receiver
4	Evaporator
5	Filter drier
6	Liquid solenoid valve
7	Sight glass
8	Expansion valve
9	Cleaning filter (if required)

Tab. 4: Legend for refrigerant circuit CS.

5 Suction gas line

The explanations here apply to most screw compressors and most refrigerants. For OS.A compressors with R717 (ammonia) see Technical Information *AT-640*!

In the case of widely branched pipe works, depending on the pipe layout, static backflow of oil can occur in the suction gas line during standstill, the compressor is flooded with oil. As with discharge gas lines, it is therefore recommended that the suction gas line should also preferably approach the compressor from below.

For systems with dry evaporation, the following additional measures are necessary (cf. *Systems with flooded evaporator*):

- Raise the suction gas line downstream of the evaporator (swan neck) or
- install the compressor above the evaporator (not mandatory for pump down system).

- Also mount a solenoid valve in the liquid line immediately upstream of the expansion valve.

This also serves as protection against liquid slugging when starting.

The following figures show examples of suitable pipe layout.

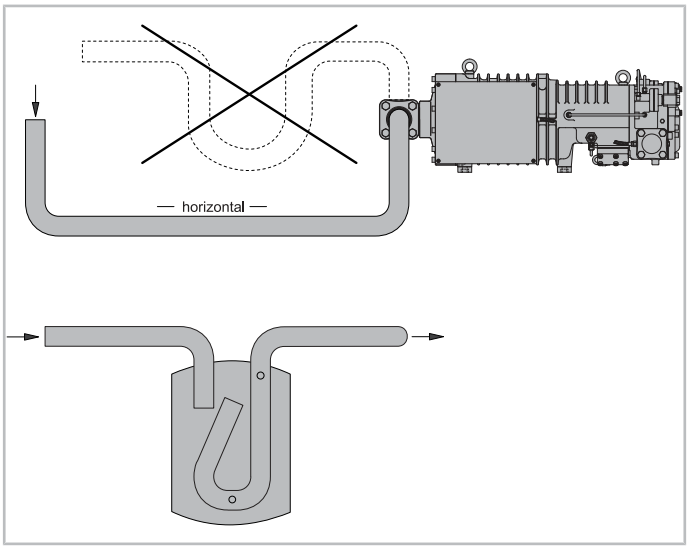


Fig. 6: Examples of suitable pipe layout of the suction gas line for single compressors. The picture shows an HS. compressor, but applies analogously to OS. (except with R717) and CS. compressors.
Upper partial figure: The horizontal pipe section must have sufficient volume and must not have a gradient towards the compressor.
Lower partial figure: The pipe layout shown in the suction accumulator and, above all, the small bores ensure that oil gradually returns to the compressor in portions.

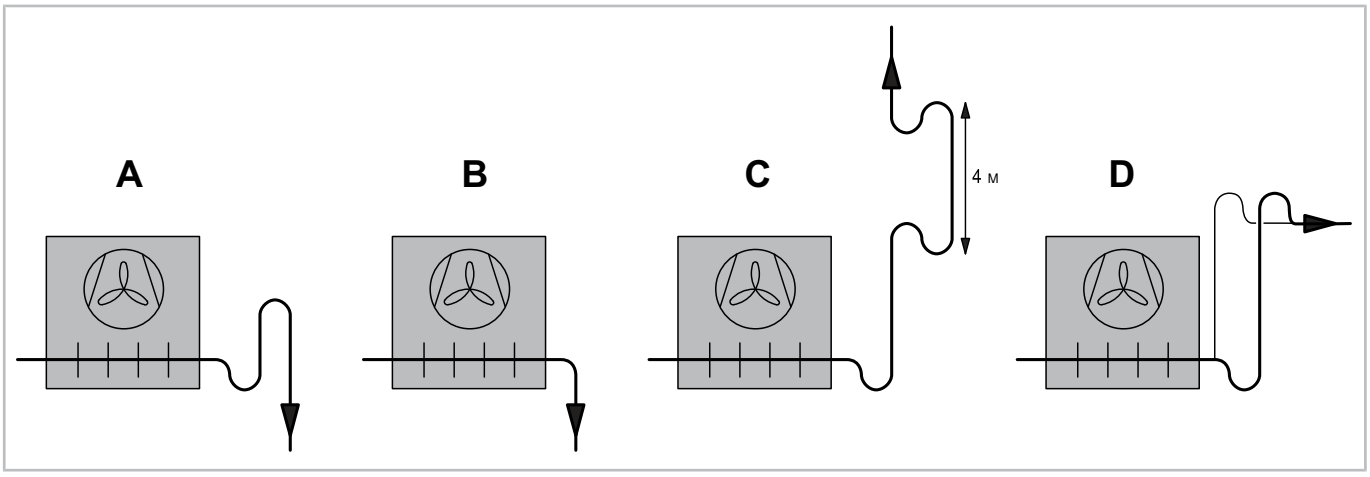


Fig. 7: Examples of suction gas line arrangement
A: Raised suction gas line (swan neck)
B: Falling suction line – single pump down system or specific evaporator design required
C: Rising line
D: Split rising line for part load resp. systems with capacity control (e.g. compound operation or operation with external frequency inverter)

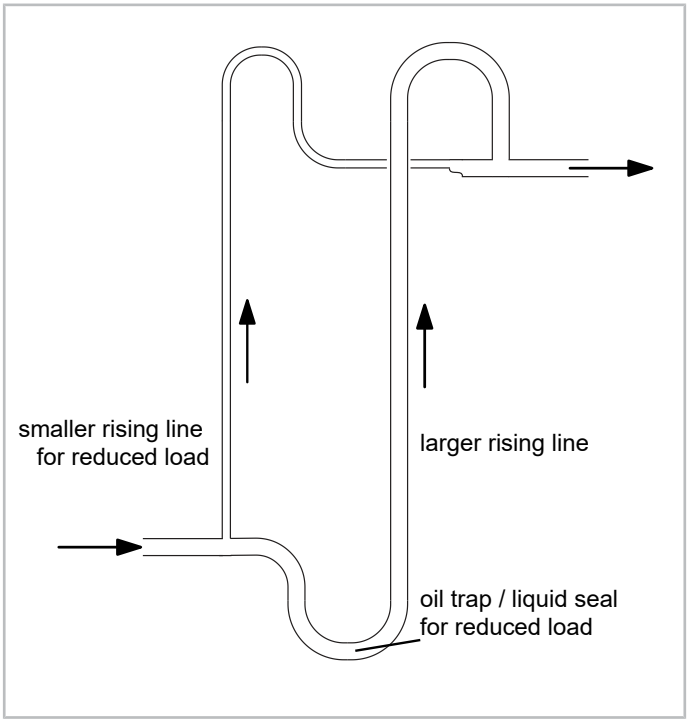


Fig. 8: Split rising line for part load resp. systems with capacity control: At low capacity (reduced load), the oil is trapped and seals off the larger riser, so that only the smaller riser is used. At high capacity (full load), both lines carry refrigerant and oil back to the compressor.

NOTICE
Risk of compressor damage!
Mount a cleaning filter on the suction side, especially for systems with longer pipes, when brazing/welding without shielding gas or when dirt is to be expected in the pipes for other reasons!
Mesh size: 25 µm

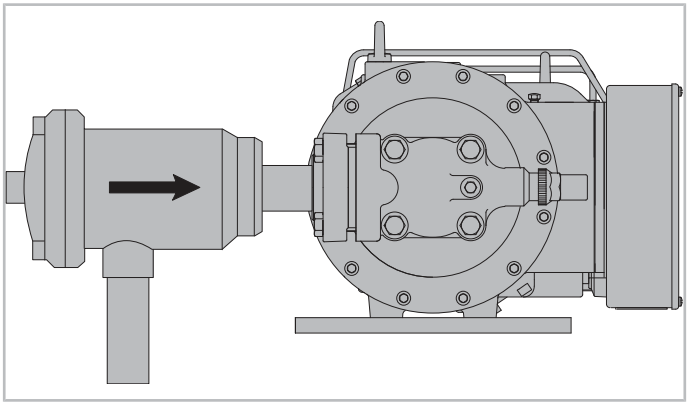


Fig. 9: Example for suction side cleaning filter (mind flow direction!)

6 Discharge gas line

For a good oil supply and a high efficiency of the oil separator, a closely stepped or stepless pressure control in the discharge gas line downstream of the compressor is necessary. Rapid pressure reduction can lead to strong oil foam formation, oil migration and shutdown by oil monitoring. If the pressure in the discharge gas line is too low or is built up with a delay, this can also lead to insufficient oil supply and thus to safety cut-outs. Additional pressure regulators in the discharge gas line downstream of the oil separator or an oil pump may be necessary for the following applications, among others:

- Extreme part load and/or longer shut-off periods with outdoor installation of the condenser and low ambient temperatures
- High suction-side starting pressures with low heat transfer medium temperatures on the high pressure side (critical starting conditions) – alternative here: Suction pressure regulator for rapid reduction of the suction pressure
- *Systems with reverse cycling and hot gas defrosting*
- Booster application (low pressure difference)

7 ECO and LI

Economiser operation (ECO) and its combination with liquid injection (LI) is described in detail

- in the Technical Information *ST-610* and,
- especially for systems with R717, in the Technical Information *AT-640*.

8 Oil separators HS. and OS.

The figures here apply to HS. and OS. compressors with most refrigerants. With CS. compressors, the oil separator is integrated in the compressor, therefore they are not listed here. For OS.A compressors with R717 (ammonia), see Technical Information *AT-640*.

The discharge gas line should first be installed with a downward gradient from the shut-off valve on the compressor and the oil separator should be mounted in the discharge gas line immediately downstream of the compressor.

For BITZER oil separators, see also *DB-300* operating instructions.



NOTICE
Danger of compressor failure due to flooding with oil at standstill!
Place the solenoid valve in the oil injection line directly next to the compressor (exceptions are OS.85 and HS.85, they have an internal oil stop valve).
For CS. compressors: Position the solenoid valve directly before the oil inlet connection of the compressor and control it electrically in parallel with the compressor contactor (i.e. the solenoid valve is closed when the compressor is stopped).

8.1 Oil separator below compressor level

The safest arrangement: Install the oil separator below the compressor level and lay the discharge gas line with a downward gradient (see following figure). This ensures that oil can drain out of the discharge gas side of the compressor towards the oil separator even during standstill.

Example for HS.53 to 74:

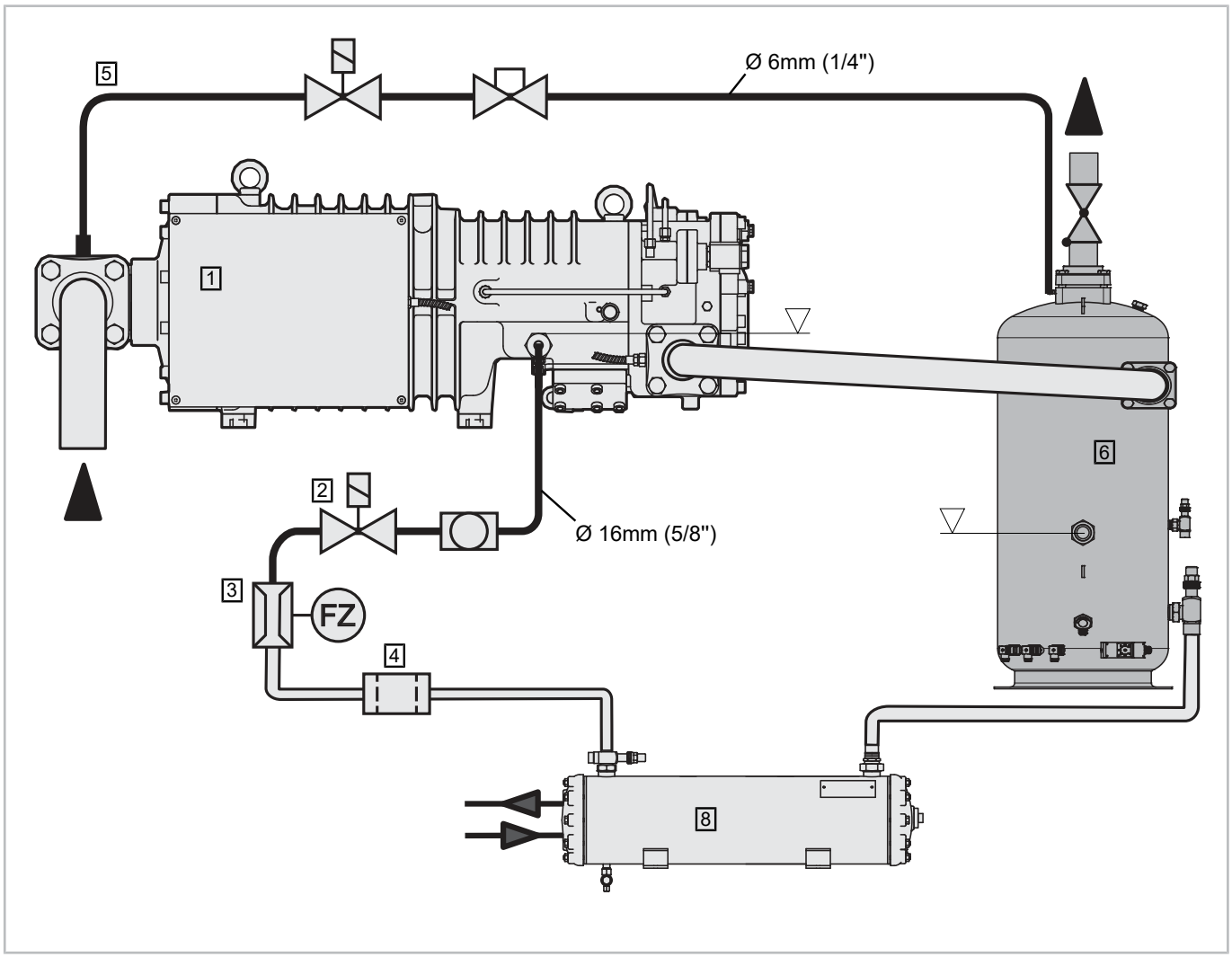


Fig. 10: Arrangement of oil separator, discharge gas line and oil injection line with oil separator **below compressor level**. The picture shows an HS. compressor, but applies analogously to OS. compressors. For OS.A compressors with R717 (ammonia), see Technical Information *AT-640*.

Example for HS.85:

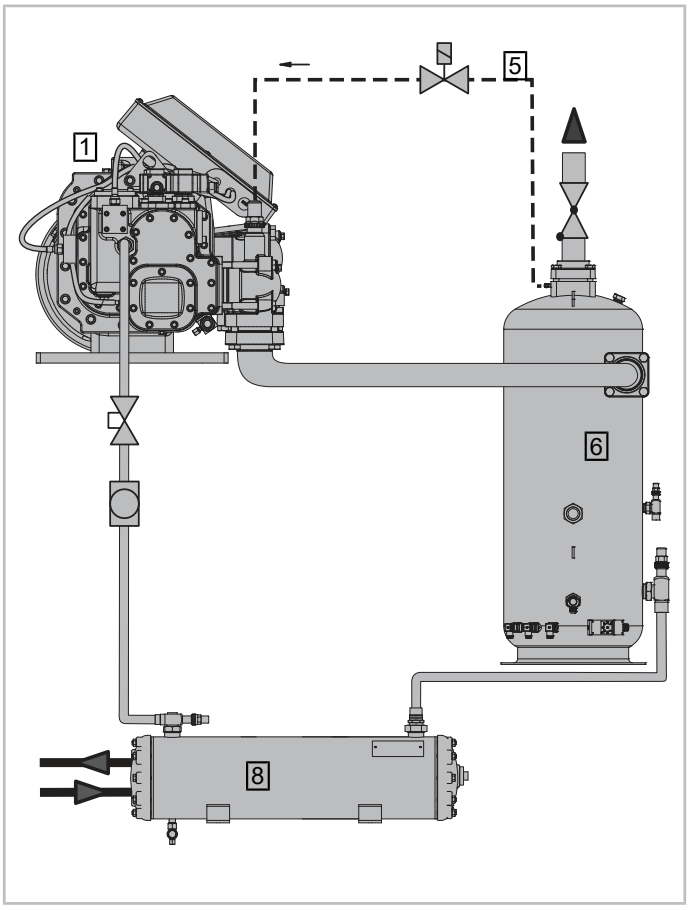


Fig. 11: Arrangement of oil separator, discharge gas line and oil injection line with oil separator **below compressor level**, example with HS.85 compressor. It is recommended that the discharge gas line from the compressor to the oil separator be installed with some gradient – horizontal laying as shown here is a borderline case, because no oil should flow back into the compressor.

Legend	
1	Compressor
2	Oil solenoid valve
3	Oil flow switch
4	Oil filter
5	Standstill bypass (if required)
6	Oil separator with heating and oil level switch
7	Differential pressure valve (if required)
8	Water cooled oil cooler (if required)
9	Condenser
10	Air cooled oil cooler
11	Oil pump (if required)
12	Mixing valve (if required)
	Suction gas filter
	Sight glass
	Control valve
	Solenoid valve
	Check valve

Legend	
⋈	Shut-off valve
PRV	Pressure regulating valve
LZ	Level monitor
FZ	Flow limiter
PC	Pressure-controlled
TC	Temperature-controlled

Tab. 5: Legend for refrigerant circuit HS./OS.53 to 85 (except with R717)

Legend contains connection positions that do not appear in every diagram.

For single compressors, a standstill bypass should also lead from the inlet of the oil separator to the suction side of the compressor. Detailed description: *Standstill bypass for oil separator*.

Only pipe bends with large radii should be used for oil lines and there should be few deflections. The oil solenoid valve must be close to the injection point and correctly dimensioned. This also applies to the following versions.

8.2 Oil level in the oil separator below the injection point on the compressor

The arrangement in the following figure also offers a relatively good prerequisite for safe operation.

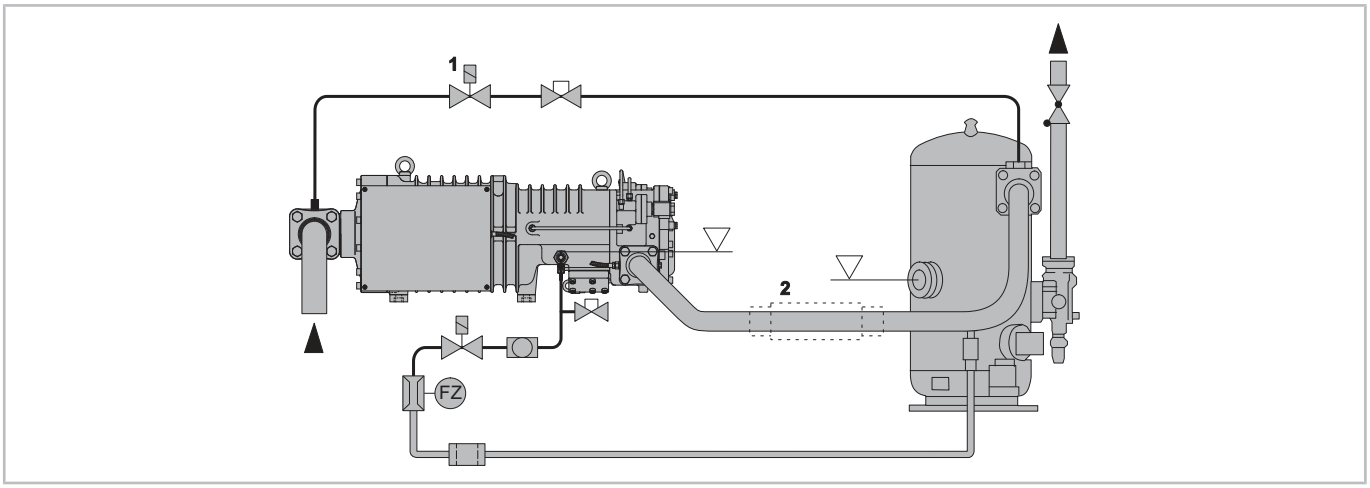


Fig. 12: Arrangement of oil separator, discharge gas line and oil injection line with oil level in the oil separator **below the injection point on the compressor** (here without oil cooler). The picture shows an HS. compressor, but applies analogously to OS. compressors. For OS.A compressors with R717 (ammonia), see Technical Information *AT-640*.

1: Standstill bypass

2: Pulsation muffler (if required)

The oil level in the oil separator is lower here than the injection point on the compressor, which also prevents oil flooding during pressure equalisation. However, it is imperative that the discharge gas line first leads downwards here so that no oil or liquid refrigerant accumulates in the pressure chamber of the compressor.

8.3 Oil level in the oil separator above the injection point on the compressor

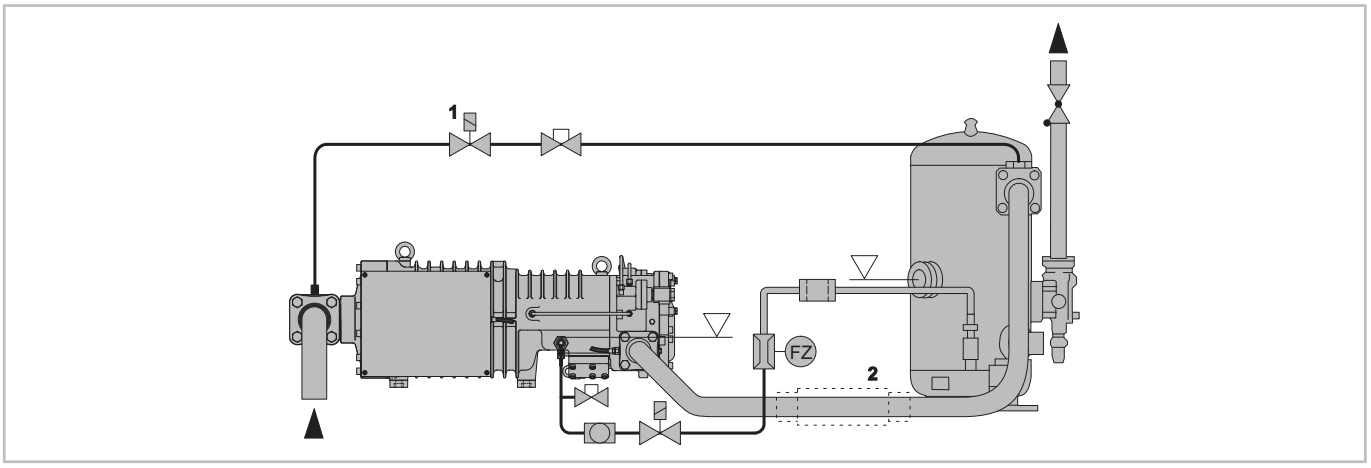


Fig. 13: Arrangement of oil separator, discharge gas line and oil injection line with oil level in the oil separator **above the injection point on the compressor** (here without oil cooler). The picture shows an HS. compressor, but applies analogously to OS. compressors. For OS.A compressors with R717 (ammonia), see Technical Information *AT-640*.

1: Standstill bypass

2: Pulsation muffler (if required)

This arrangement should only be selected in exceptional cases and only for systems with single compressors. An important prerequisite for a largely reliable system is that the oil line is raised to the upper edge of the sight glass. In addition, the discharge gas line – as in the version with oil level below the injection point at the compressor – must first be led downwards.

8.4 Standstill bypass for oil separator

- A standstill bypass is particularly important for large compressors and systems with longer shut-off periods where there is no pressure equalisation between the high and low pressure sides during standstill.
- In systems that are switched on for a long time and where the oil cools down only slightly during the short breaks in operation (e.g. compound systems in supermarkets), a standstill bypass is often not necessary.

The standstill bypass relieves the oil separator of suction pressure after the compressor is shut off. This reduces the refrigerant saturation of the oil and maximum oil viscosity is assured for the next start. In addition, oil and refrigerant migration into the compressor are avoided. With many compressors, the standstill bypass also leads to additional start unloading.

Required components/pipe works:

- Check valve downstream of the oil separator
- Pressure equalisation line between oil separator and suction gas line
  - Diameter 6 mm – 1/4"
  - Controlled by solenoid valve
  - Opened only at standstill – with parallel compounding, the solenoid valve may only be opened when **all** compressors are switched off (*HS. and OS. parallel compounding*)

A standstill bypass in conjunction with an automatic pump down system (*Pump down system*) can lead to an increased cycling rate. This must be limited to max. six starts per hour by setting the low pressure switch and the pause time (time relay). Depending on the operation mode, a single pump-down before shut-off may also be sufficient.

With CS. compressors, the oil separator is integrated in the compressor, therefore no bypass is necessary.

9 Oil cooler

The integration of the oil cooler into the refrigerant circuit is described in detail

- in the Technical Information *ST-140* and,
- especially for systems with R717, in the Technical Information *AT-640*.

10 Evaporator and expansion valve

The explanations here apply to most screw compressors and most refrigerants. For OS.A compressors with R717 (ammonia) see Technical Information *AT-640*!

The expansion valve and evaporator must be coordinated with the greatest care, especially in systems with a large control range (e.g. capacities of 50 to 100% or 25 to 100%, cf. *ST-430*). Sufficient suction gas superheat and stable operation must be assured at both full load and part load. After switching from part to full load, there is a risk of liquid slugging. Therefore, the evaporator and expansion valve must be dimensioned in such a way that oil is not separated in the evaporator even at part load.

Depending on the design and capacity range of the evaporator, it may therefore be necessary to divide it into several refrigerating circuits (*Systems with multi-circuit condensers and/or evaporators*).

If electronic expansion valves with a shut-off function are used, the control must be programmed so that the valve closes tightly immediately after the compressor is shut off or, for example, in the event of a power failure.

11 Pump down system

In the case of a pump down system, the thermostat or the superior controller switches the solenoid valve upstream of the expansion valve. The compressor continues to pump down refrigerant until it is shut off by a low pressure switch. This reduces the amount of liquid in the evaporator. When the solenoid valve opens, the evaporator is fed. The suction pressure rises and the low pressure switch switches on the compressor.

With pump down systems, it is also possible to safely operate systems in which there can be strong liquid displacement in the evaporator, suction gas line or compressor during longer shut-off periods. The risk of liquid displacement also exists in systems whose compressors or suction-side pipe sections and suction accumulators can become colder than the evaporator(s). The pump down system is designed to protect compressors from liquid slugging and frequent operation with liquid in the refrigerant being drawn in.

A distinction is made between:

- Automatic pump down system (also called "pump-down"): Extraction of refrigerant, carried out repeatedly if necessary.
- Single pump down system (also called "pump-out"): One-time extraction of refrigerant.
  An additional auxiliary contactor ensures that no further pumping operations are possible after suction and compressor shutdown. Only upon the request of the room thermostat or after completion of a defrost cycle can it be switched on again.

The following recommendation applies to flooded evaporators:

- Mount the solenoid valve directly at the outlet of the suction gas line from the evaporator,
- with combined start-up regulator function,
- closed when the system is at a standstill.

Raised standstill pressure can be avoided, if necessary, by means of a draining device to the high pressure side. Mind the collector volume.

For water as a coolant, minimum pressure limits must be minded which refer to a saturation temperature of the refrigerant of >0 °C in order to avoid damage to the heat exchanger.

For the low pressure setting, the minimum pressure must be taken into account, which refers to the lowest evaporation temperature of the application limits.

Schematic wiring diagrams

The following schematic wiring diagrams show control examples for automatic and single pump down systems. The simplified wiring diagrams only show the relevant details – the rest of the control structure corresponds to the schematic wiring diagrams, e.g. in the Technical Information *AT-300*.

If there is a load demand during standstill, the liquid injection to the evaporator concerned is opened first, e.g. via solenoid valve M20. The suction pressure rises to a preset value at which the compressor is switched on via a low pressure switch (B55). When the load decreases, the process is reversed: The solenoid valve closes, thereby "pumping down" the evaporator to a pressure that is also preset. Only then is the compressor shut off.

Components F01 to F03, B10, B11, B32, B41, B42, B53, B60 to B62 as well as the time relay K02T must be arranged in the safety chain upstream of the control devices of the pump down system. This ensures that the solenoid valve (M20) cannot open during fault shutdowns and during the pause time. Separate activation of the solenoid valve can lead to liquid flooding of the evaporator in the cases mentioned above.

With the automatic pump down system, the auxiliary relay K14 (optional) enables combined control. The compressor is always switched on directly, the pump down system is then active mainly during standstill. This circuit variant protects against liquid flooding of the evaporator even if the values of the low pressure switch of the pump down system (B55) cannot be set sufficiently low. However, an additional low pressure switch (B11) is required to protect the system against insufficient suction pressure.

With automatic gear shift: Limit the cycling rate!
If the pressure rises again from the high to the low pressure side due to leakage when the compressor is at a standstill and the solenoid valve is closed, the compressor will pump down again with an automatic pump down system. This can lead to undesirably frequent switching. Therefore, the low pressure switch (B55) and the time relay for the minimum shut-off period (K02T) must be set so that each compressor can start max. six times per hour. If necessary, this function is assured by the compressor protection device (see Technical Information *CT-120*).

NOTICE
Danger of motor damage due to excessive cycling rate!
Select the setting values of the low pressure switch for the pump down system (B55) accordingly or secure the minimum level and minimum running times in the superior controller.

The switch-on value of the low pressure switch (B55) must be lower than the saturation pressure on the suction side which can occur during standstill. The saturation pressure on the suction side usually corresponds to the temperature of the evaporator package. If the pressure setting is too high, refrigerant can condense in the cold evaporator before the compressor switches on.

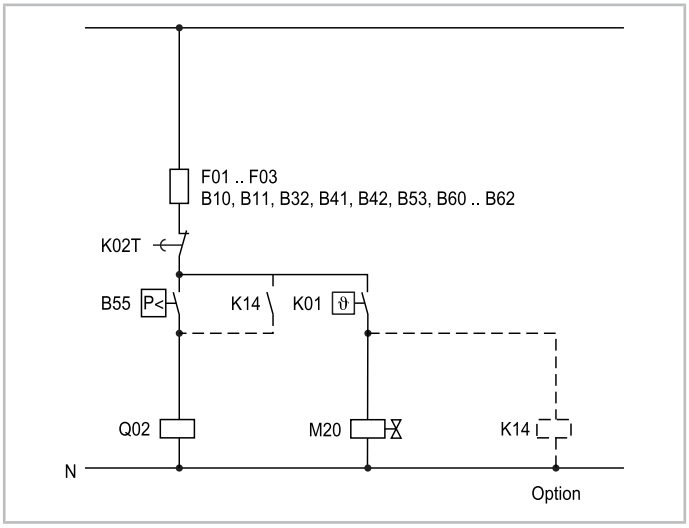


Fig. 14: Automatic pump down system (simplified schematic representation).
B61 is not always present.
For further wiring diagrams, see https://www.bitzer.de/document-view.jsp?P=/html/at-300/en-GB&N=index.html&utm_source=BitzerSW&utm_campaign=html&utm_medium=Verweis.

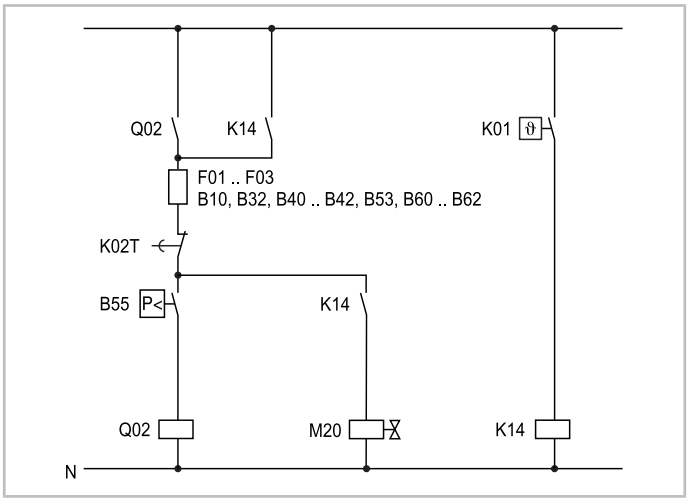


Fig. 15: Single pump down system (simplified schematic representation).
B61 is not always present.
For further wiring diagrams, see *AT-300*.

	Component
B10	High pressure switch
B11	Low pressure switch
B32	Oil level switch at oil separator
B40	Differential oil pressure limiter
B41	Oil filter monitoring
B42	Oil flow switch
B53	ECO switch-on
B55	Low pressure switch for pump down system
B60	Overload protective device
B61	Overload protective device for second part winding
B62	Rotation direction monitoring

	Component
F01	Main fuse
F02	Compressor fuse
F03	Control circuit fuse
F05	Fuse of oil heater
K01	Superior controller
K02T	Time relay for minimum shut-off period of compressor
K14	Auxiliary relay
M20	SV for liquid line
Q02	Contactor for first part winding (PW) or main contactor (Y/Δ) or compressor contactor (DOL)
Q06	Overload protective device
Q07	Overload protective device for second part winding

12 Systems with flooded evaporator

NOTICE
Risk of large concentration shifts in the flooded evaporator, and as a result also in the circulating refrigerant mass flow.
Only use refrigerant blends without a significant temperature glide (azeotropic refrigerants) in systems with flooded evaporator!

The use of flooded evaporators requires separate oil return from the evaporator or low-pressure separator and is only possible with refrigerants without significant temperature glide. The oil-refrigerant mixture should be taken at several tapping points, from the oil-rich phase of the liquid level.

The refrigerant must first be evaporated with the aid of a heat exchanger, e.g. in counterflow to the warm refrigerant liquid. The oil is then fed back into the suction gas line. If the liquid level fluctuates greatly, it may be useful to tap at the lowest point or downstream of the circulation pumps. However, it must then be checked individually whether the oil and refrigerant are sufficiently miscible under the operating conditions in the evaporator or separator – with some combinations, there are pronounced miscibility gaps (see Technical Information *ST-500*). Depending on the oil circulation rate, phase separation can occur, with the oil depositing on the liquid level – therefore the previously described arrangement of the tapping points is usually mandatory.

To achieve the minimum oil circulation, oil separators must always be individually designed for systems with flooded evaporators (upon request). Depending on the system design and operating conditions, a secondary oil separator may be necessary.

Note for systems with R717 (ammonia)

In R717 systems, the oil is always taken from the lowest point of the evaporator or suction accumulator. The oil has a higher density than liquid R717 and therefore collects under the liquid refrigerant and is returned from there directly to the suction side of the compressor(s). In the usual design of R717 systems, primary and secondary oil separators connected in series are necessary (design with the *BITZER SOFTWARE*).

For details on R717 systems, see Technical Information *AT-640*.

13 Systems with multi-circuit condensers and/or evaporators

In these systems, each compressor should have its own refrigerating circuit – the pipes of the different circuits then run through the evaporator and/or condenser in parallel, if necessary. Each circuit receives its own expansion and solenoid valve and can be adapted to the respective load conditions with appropriate control. Among other things, the mutual influence due to the thermal connection in the heat exchangers must be taken into account.

During the shutdown times of individual circuits, the risk of liquid refrigerant being displaced into the evaporator increases in these systems (no temperature and pressure equalisation possible). In such cases, a check valve downstream of the oil separator and a standstill bypass (*Standstill bypass for oil separator*) should be used. In the case of compound connection, the compressors should be controlled with automatic sequency change.

In critical cases, additional suction accumulators on the suction side or a pump down system may be necessary (*Pump down system*).

The same applies to individual units where temperature and pressure equalisation cannot occur during longer standstills.

14 Systems with reverse cycling and hot gas defrosting

Here, individual measures are necessary to protect the compressor from strong liquid slugging, increased oil carry over (e.g. due to rapid pressure reduction in the oil separator) and lack of oil. To do this, it must be ensured that the oil temperature when switching – depending on the refrigerant – is at least 20 to 30 K above the condensing temperature. In addition, the entire system must be carefully tested. A suction accumulator on the suction side is recommended to protect against liquid slugging. In addition, a pressure regulator immediately downstream of the oil separator (downstream of the compressor in the case of CS.) is recommended to limit the pressure drop.

The compressor should be stopped shortly before the changeover and restarted after pressure equalisation. Observe start and stop sequences, pause times and, if necessary, start unloading in accordance with the operating instructions. It must be ensured that no liquid is sucked into the compressor after switching and that it is operated again within the application limits as quickly as possible (see *BITZER SOFTWARE*).

For start-up procedures for BITZER compressors, see Technical Information *AT-330*; for operation with a frequency inverter, see Technical Information *ST-420*.

15 HS. and OS. parallel compounding

BITZER screw compressors of the HS. and OS. series are particularly suitable for parallel operation because the oil reservoir is located outside the compressor – thus a common oil separator can be used. Parallel compounding with CS. compressors requires a special oil management design. Systems with R717 (ammonia) are not described here, but in the Technical Information *AT-640*.

Essential advantages of the BITZER compound technology:

- Extension of the capacities specified by single compressors
- Compounding of compressors of identical or different capacities and designs
- Combination of different temperature levels if necessary
- Lossless capacity control
- Optimum oil distribution due to common supply
- Low mains load when starting
- High operational reliability
- Simple and cost-effective installation, oil separator and other accessories are available

It is essential to mind the parallel compounding:

- Arrangement of oil separator, oil cooler, suction and pressure collector and further design as described in this document.
- The distance between compressor, oil separator and oil cooler should be small.
- For designs with oil coolers, also mind Technical Information *ST-140*.

15.1 Suction header

Suction header below compressor level

As already recommended for single compressors (*Suction gas line*), the suction header should also preferably be fed to the compressors from below in the case of parallel compounding, so that the compressors are not flooded with oil when they are at a standstill.

For systems with potentially stronger liquid surges (e.g. hot gas defrosting, systems with long standstill under pressure difference), the suction header must also be able to take over the function of a suction accumulator. A radial inlet with baffle plate and a blunt pipe outlet to the top with separate oil return is recommended (see the following figure, part A).
Alternatively, a vertically arranged vessel with a blunt pipe outlet and separate oil return can be used (suction gas inlet from above). The pipe lengths to the compressors may be different. This design is also suitable for use on ships – with regard to inclinations.

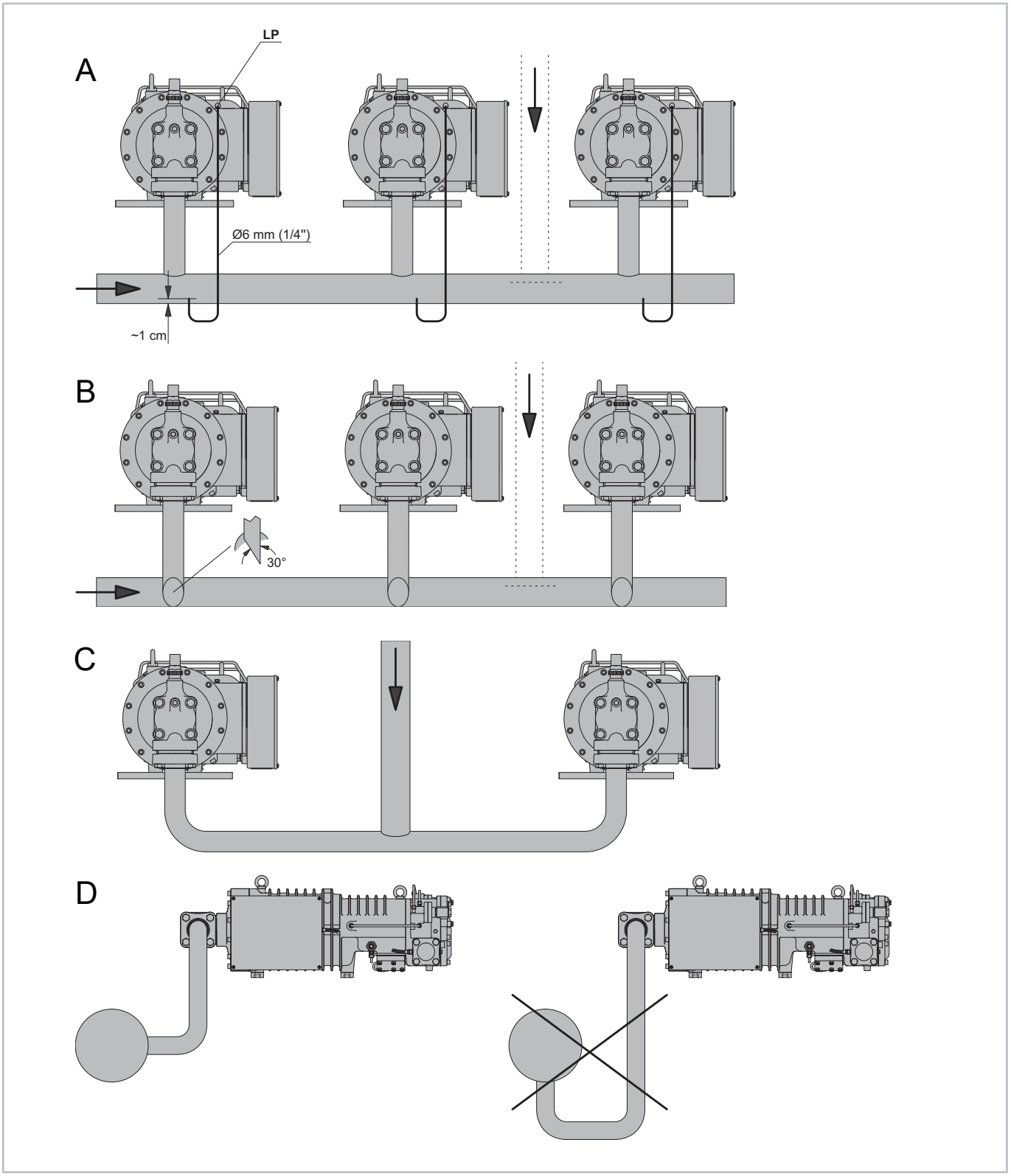


Fig. 16: Guidance of the suction header in parallel compounding with the suction header below the compressor level. The picture shows HS. compressors, but applies analogously to OS. compressors – but not for R717 applications, see Technical Information *AT-640*.

A: Blunt pipe outlet with separate oil return

B: Bevelled dip tubes

C: Parallel distribution (limited to two compressors)

D: Lateral pipe outlet – pipe exit downwards is not permitted.

Suction header above compressor level

This arrangement should only be chosen if there is no space for pipe layout from below. It requires a special pipe layout as shown here.

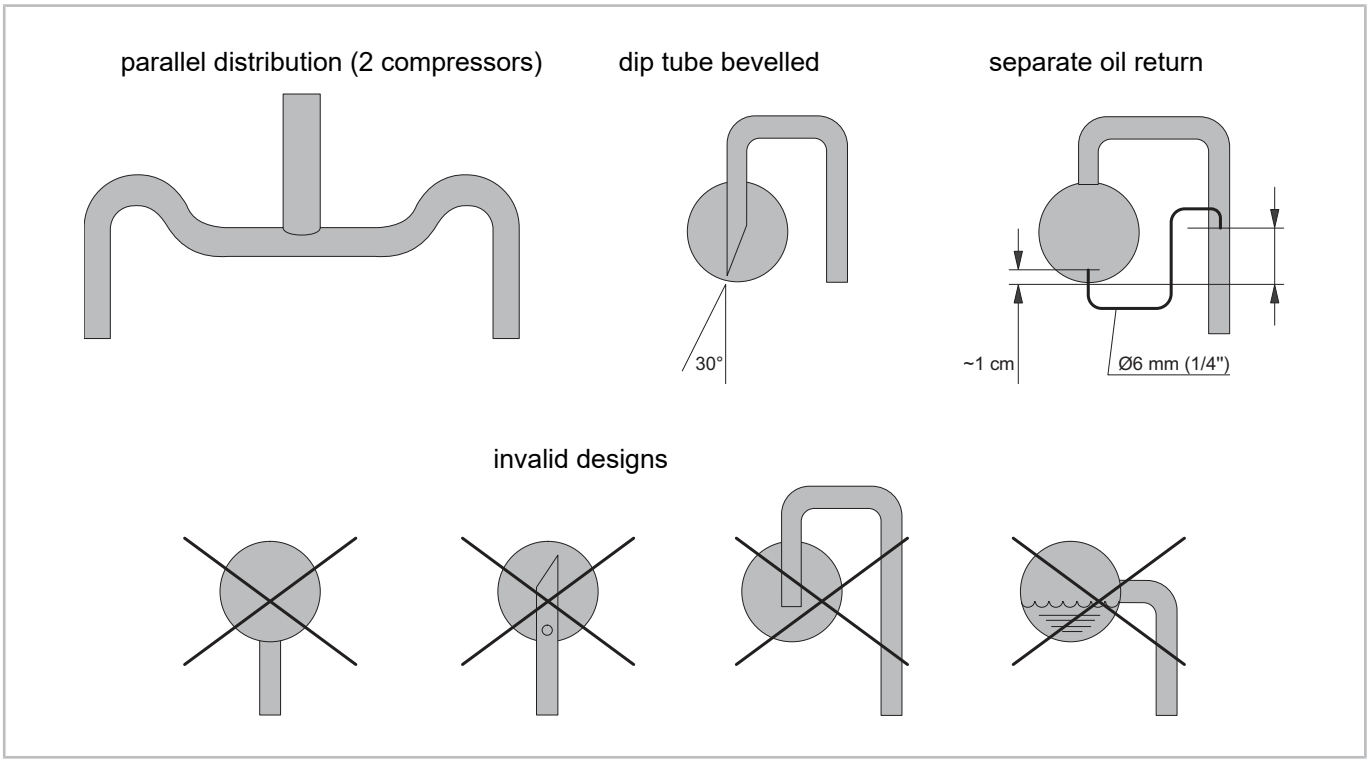


Fig. 17: Guidance of the suction header in parallel compounding with the suction header above the compressor level. This arrangement is generally **not** recommended – for R717 systems, see Technical Information *AT-640*.

15.2 Pressure collector

The feed lines to the collector should be designed in the same way as recommended for single compressors (*Oil separators HS. and OS.*):

- Oil separator below the compressor level or
- oil level in the oil separator below the injection point on the compressor

The discharge gas line must have a sufficient gradient up to the pressure collector to ensure free drainage. Install the pipe sections at the inlet to the pressure collector, preferably tilted approx. 45° to the flow direction (see following figure) or at right angles.

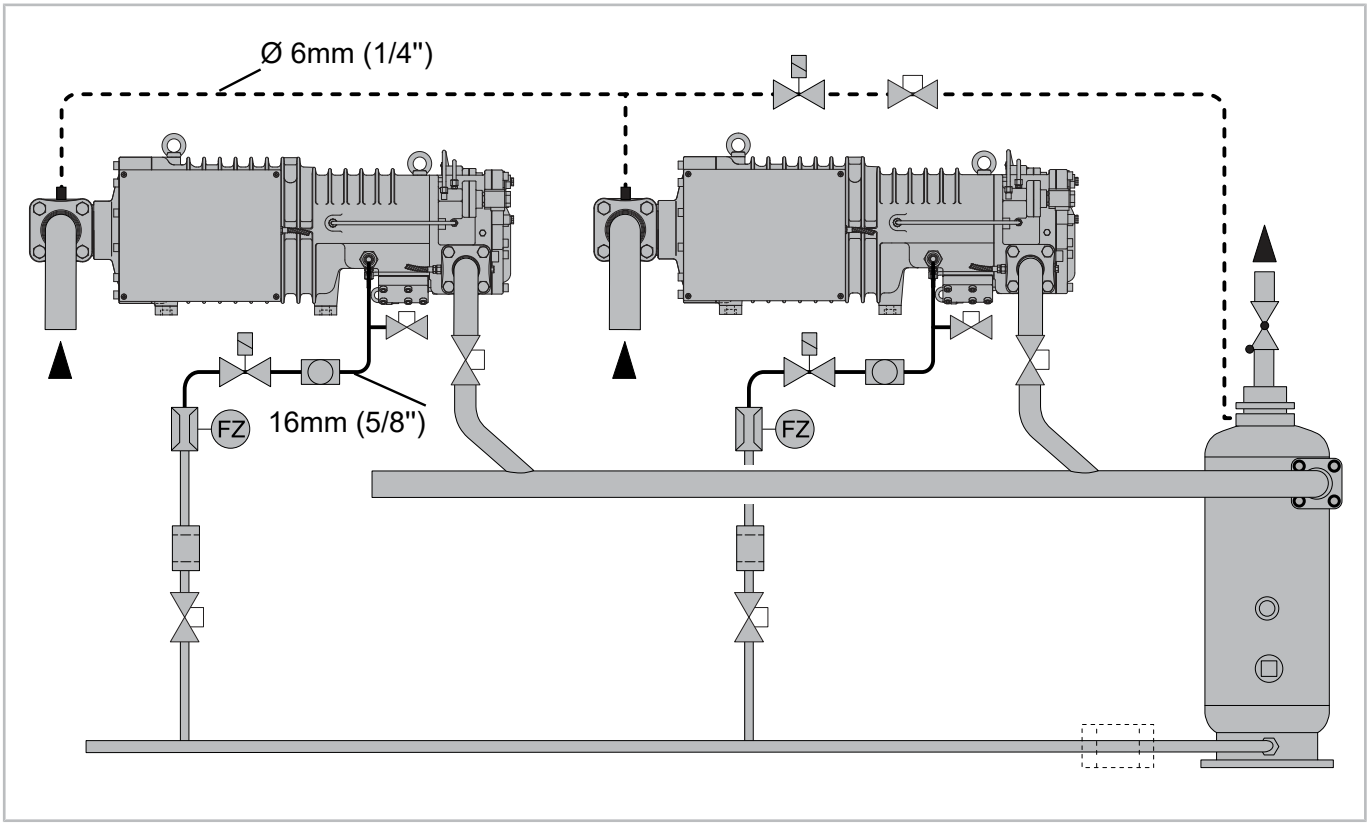


Fig. 18: Arrangement of the pressure collector with parallel compounding. The picture shows an HS. compressor, but also applies to OS. compressors.

Legend	
	Sight glass
	Control valve
	Solenoid valve
	Check valve
	Shut-off valve
FZ	Flow limiter

In order to be able to easily replace compressors later, mounting additional shut-off valves is recommended.

Design the pressure collector as a cross connection with an outlet on one side and feed it into the oil separator as shown. If the pressurised gas inlet to the oil separator is above the level of the pressure collector, pipe as described above (*Oil level in the oil separator below the injection point on the compressor*).

Oil collection line

Mount the oil collector line over the entire length with a constant diameter. The pipe runs to the individual compressors should be of the same type and as short as possible.

- Instead of individual oil filters, a collective filter of corresponding size can also be used (dashed illustration).
- For easy maintenance, shut-off valves in the pipe runs to the compressors are recommended (low pressure drop – preferably ball valves).

15.3 Application examples

Parallel compounding with common oil separator and oil cooler

These versions are described in detail

- in the Technical Information *ST-140* and,
- especially for systems with R717, in the Technical Information *AT-640*.

Compounding for different evaporation temperatures

The figures here apply to HS. and OS. compressors with most refrigerants. With CS. compressors, the oil separator is integrated in the compressor, therefore they are not listed here. For OS.A compressors with R717 (ammonia), see Technical Information *AT-640*.

Example for HS.53 to 74 and OS.53 to 74:

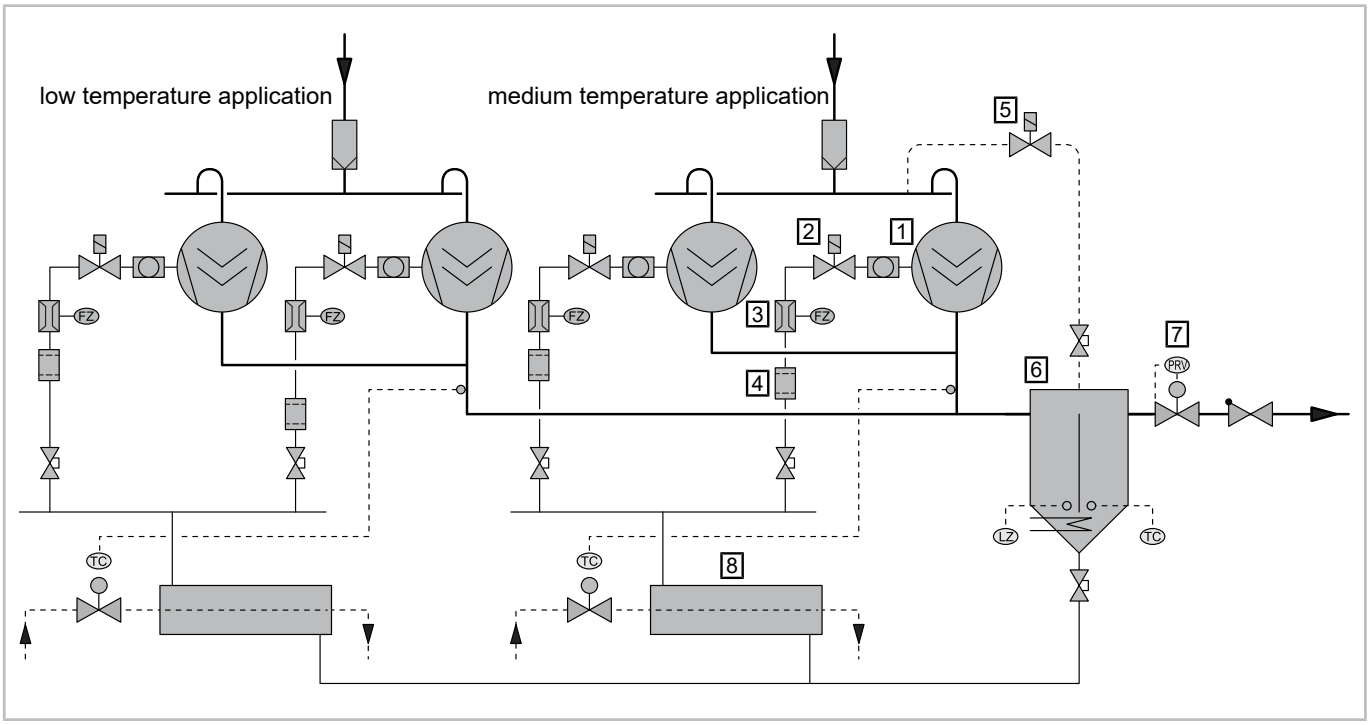


Fig. 19: Compounding for different evaporation temperatures, HS.53 to 74 and OS.53 to 74 (except with R717). Depending on the system, a common oil cooler may also be useful (see Technical Information *ST-140*).

Example for HS.85 and OS.85:

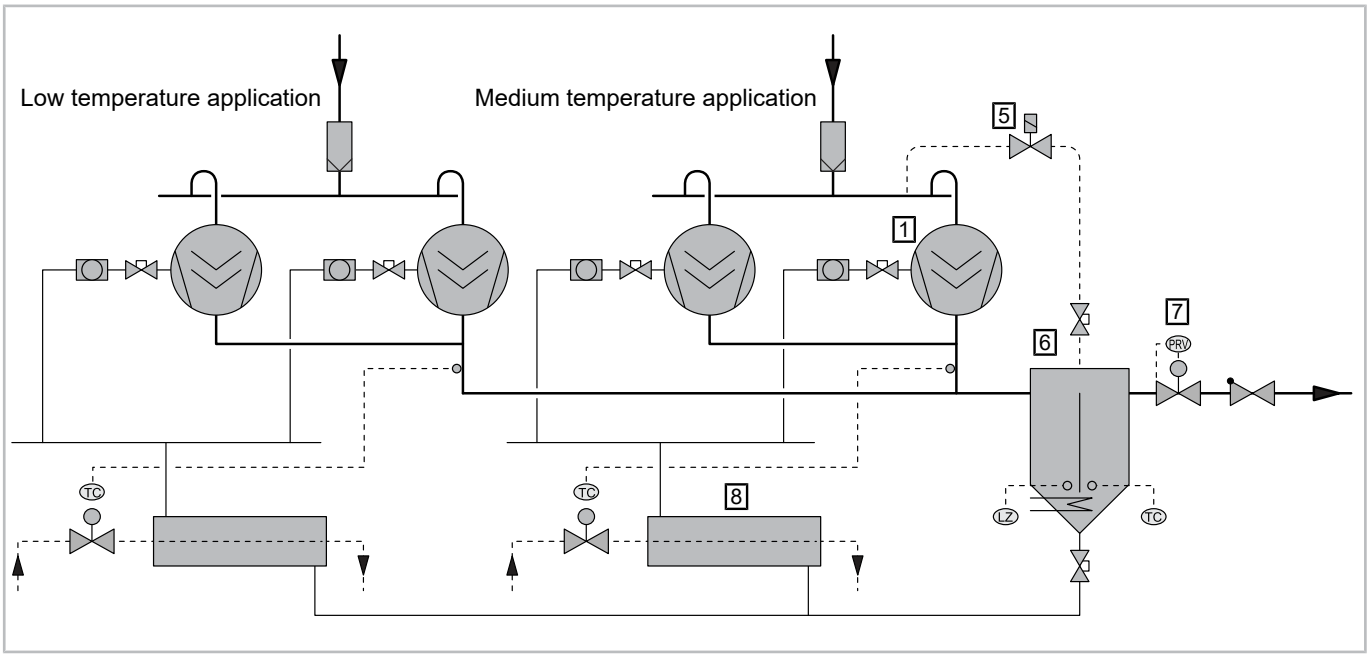


Fig. 20: Compounding for different evaporation temperatures, HS.85 and OS.85 (except with R717). Depending on the system, a common oil cooler may also be useful (see Technical Information *ST-140*).

Legend	
1	Compressor
2	Oil solenoid valve
3	Oil flow switch
4	Oil filter
5	Standstill bypass (if required)
6	Oil separator with heating and oil level switch
7	Differential pressure valve (if required)
8	Water cooled oil cooler (if required)
9	Condenser
10	Air cooled oil cooler
11	Oil pump (if required)
12	Mixing valve (if required)
	Suction gas filter
	Sight glass
	Control valve
	Solenoid valve
	Check valve
	Shut-off valve
PRV	Pressure regulating valve
LZ	Level monitor
FZ	Flow limiter
PC	Pressure-controlled
TC	Temperature-controlled

Tab. 6: Legend for refrigerant circuit HS./OS.53 to 85 (except with R717)

Legend contains connection positions that do not appear in every diagram.

Содержание

1 Введение ... 65

2 Безопасность ... 65

2.1 Общие указания по технике безопасности ... 66

2.2 Чистота трубопроводов ... 67

3 Планировка трубопроводов ... 67

3.1 Вибрации ... 67

3.2 Следует учитывать для R717 ... 68

4 Примеры контуров ... 70

4.1 HS./OS.53 до 74 ... 70

4.2 HS./OS.85 ... 72

4.3 HS./OS.95 ... 73

4.4 CS. компрессор ... 75

5 Линия всасывания ... 75

6 Линия нагнетания ... 77

7 ECO и LI ... 78

8 Маслоотделители HS. и OS. ... 78

8.1 Маслоотделитель ниже уровня компрессора ... 78

8.2 Уровень масла в маслоотделителе ниже точки впрыска в компрессор ... 81

8.3 Уровень масла в маслоотделителе выше точки впрыска в компрессор ... 82

8.4 Байпас при простое для маслоотделителя ... 82

9 Маслоохладитель ... 83

10 Испаритель и расширительный клапан ... 83

11 Система вакуумирования ... 83

12 Системы с затопленным испарителем ... 86

13 Системы с многоконтурными конденсаторами и/или испарителями ... 87

14 Реверсивные системы и системы с оттайкой горячим газом ... 87

15 HS. и OS. в параллельном соединении ... 87

15.1 Коллектор на всасывании ... 88

15.2 Коллектор на нагнетании ... 90

15.3 Примеры применения ... 92

1 Введение

Винтовые компрессоры HS. и OS. серий могут применяться во всех распространенных системах охлаждения. Они интегрируются в холодильный контур так же, как и поршневые компрессоры, но при этом необходимо учитывать специфические характеристики масляного контура. Диапазон производительности может быть значительно расширен с помощью простой и экономичной технологии параллельного объединения BITZER.

Компактные винтовые компрессоры CS. предназначены в первую очередь для систем массового производства с малым объемом системы и малой заправкой хладагентом (жидкостные чиллеры, компактные кондиционеры и тепловые насосы). Их использование в разветвленных системах (например, с удаленно расположенным конденсатором) возможно, но только с дополнительными мерами и индивидуальным тестированием. Системы с несколькими компрессорами предпочтительно компоновать с индивидуальными контурами для каждого компрессора. Подключение в параллельное соединение возможно. Для этого требуется специальная система выравнивания уровня масла (рекомендации по планировке по запросу).

Также соблюдайте требования следующей технической документации

AT-320: Присоединения и запорные клапаны для компрессоров BITZER
AT-640: Применение аммиака (R717) с компрессорами BITZER
ST-140: Внешние маслоохладители для винтовых компрессоров BITZER
ST-420: Использование внешних преобразователей частоты с винтовыми компрессорами BITZER
ST-430: Регулирование производительности винтовых компрессоров BITZER
ST-500: Холодильные масла BITZER для компактных винтовых компрессоров CS., CSV.
ST-610: Работа экономайзера с винтовыми компрессорами

2 Безопасность

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 серьёзным травмам персонала или смерти.

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

2.1 Общие указания по технике безопасности

ОПАСНОСТЬ
Риск разрыва компонентов и трубопроводов по причине избыточного гидравлического давления.
Возможны серьезные травмы.
Не превышайте максимальное допустимое давление!

УВЕДОМЛЕНИЕ
Риск утечки хладагента!
Перед вводом системы в эксплуатацию проверьте вновь смонтированные трубопроводы на прочность и плотность!

УВЕДОМЛЕНИЕ
Возможно повреждение компрессора!
Для обеспечения высокой степени осушения холодильного контура и для поддержания химической стабильности системы следует применять фильтры-осушители большой емкости. Обязательно выберайте подходящего качества (молекулярные фильтры со специально подобранным размером ячеек).

УВЕДОМЛЕНИЕ
Риск выхода компрессора из строя!
Установите фильтр очиститель на стороне всасывания, особенно для систем с протяженными трубопроводами, при пайке/сварке без защитного газа или если по другим причинам в трубопроводах возможно появление грязевых отложений!
Размер ячеек: 25 µm

УВЕДОМЛЕНИЕ
Риск повреждений из-за вибрации!
Надежно закрепите каждый трубопровод.
Проверьте вибрацию во время работы!

УВЕДОМЛЕНИЕ
Не запускайте компрессор, если он был залит маслом из-за неисправности! Абсолютно необходимо слить это масло!
Возможно повреждение внутренних компонентов.
Закройте запорные клапаны, сбросьте давление в компрессоре и слейте масло через сливную пробку в компрессоре.

Информация
Заглушки предназначены только для защиты при транспортировке. Они не подходят для разделения между различными секциями системы во время испытания давлением на прочность.

2.2 Чистота трубопроводов

Используйте только трубопроводы и компоненты системы

- чистые и сухие внутри: без шлака, металлической стружки, ржавчины и фосфатного покрытия
- поставляемые с герметичным уплотнением.

3 Планировка трубопроводов

Приведенные здесь пояснения относятся к большинству винтовых компрессоров и большинству хладагентов. По компрессорам OS.A с R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*!

Винтовые компрессоры очень прочны, надежны и сравнительно нечувствительны к гидравлическим ударам во время работы. При этом не допускается запуск компрессоров, залитых маслом или жидким хладагентом во время простоя. Такой пуск приведет к неконтролируемо высокому гидравлическому давлению и, в экстремальных случаях, к повреждению подшипников, компрессора и соленойдного масляного клапана. Поэтому линии нагнетаемого и всасываемого газа должны сначала идти вниз от компрессора (за исключением систем на R717: *Следует учитывать для R717*). Чтобы сохранить эксплуатационную надежность и срок службы компрессора, его также необходимо защитить от загрязнений.

На что следует обратить внимание при параллельном соединении, см. ниже по тексту (*HS. и OS. в параллельном соединении*).

3.1 Вибрации

УВЕДОМЛЕНИЕ
Риск повреждений из-за вибрации!
Надежно закрепите каждый трубопровод.
Проверьте вибрацию во время работы!

Вибрации компрессора и пульсации давления обычно имеют очень низкий уровень. Тем не менее, они могут вызывать резонансные частоты в трубопроводах и теплообменниках (то есть войти в соответствие с

естественной частотой системы), что приводит к шуму системы, вибрации и, возможно, к усталости и утечке на трубопроводах. Возможные источники вибраций:

- Пульсации давления в линии нагнетания газа
- Крутящие колебания, действующие на опоры компрессора или на фланцы присоединений трубопроводов
- Пульсации давления в линии экономайзера

Вибрации могут привести к излучению шума, которые в случае неблагоприятной планировки трубопроводов могут передаваться строению или строительным элементам через трубопроводы всасывания и нагнетания. Кроме того, при запуске и во время работы могут возникать крутящие и опрокидывающие движения. Поэтому, трубопроводы должны быть достаточно гибкими и должны изолироваться от вибраций в точках крепления.

Трубопроводы целесообразно прокладывать параллельно оси компрессора, линию нагнетательного газа сначала следует вести вниз. Расстояние до оси компрессора должно быть как можно меньше, а параллельный участок трубопровода должен быть больше половины длины компрессора. Кроме того, как правило, следует устанавливать отводы трубопроводов с большим радиусом (без углов).

Следует избегать критических длин трубопроводов, чьи естественные частоты находятся в резонансе с пульсациями компрессора (± 15% от критической длины трубопровода). Расчет должен, по крайней мере, учитывать условия эксплуатации, хладагент (скорость звука) и частоту пульсации компрессора.

- Частота, передаваемая трубопроводам, зависит, среди прочего, от конструкции роторов компрессора и рабочей частоты. Подробности от BITZER по запросу.
- Частоты более высокого порядка (двойные, тройные и т. д.) также должны проверятся после завершения монтажа трубопроводов.

В случае особо высоких требований к уровню вибрации, а также в случае протяженных участков трубопроводов следует устанавливать гасители пульсаций на линии нагнетания газа, сразу после нагнетания компрессора.

Вся система, особенно трубопроводы и капиллярные трубки, должны быть проверены на наличие аномальных вибраций. Трубопроводы должны быть достаточно гибкими, чтобы обеспечить нормальный пуск и останов компрессора без чрезмерной нагрузки на трубные соединения. При необходимости примите дополнительные меры безопасности. По вибрациям при работе с внешним преобразователем частоты, см. Техническую информацию *ST-420* или обратитесь в BITZER.

Гасители пульсации доступны в качестве аксессуаров, например в *ePARTS* каталоге запчастей. Для получения подробной информации см. Инструкцию по эксплуатации *DB-400*; для применения на ECO линии см. Техническую информацию *ST-610*.

3.2 Следует учитывать для R717



ОПАСНОСТЬ
Опасность для жизни в случае утечки хладагента!
Аммиак (R717) токсичен при высоких концентрациях вызывает ожоги кожи, слизистых оболочек и глаз и приводит к параличу и удушью!
Может вызвать обморожение при попадании на кожу в жидком виде!
При работе с системой: Используйте средства индивидуальной защиты!
Оборудуйте машинное отделение и опасную зону в соответствии с EN378-3, 5.17!

- При заправке хладагента от 50 кг установите газоанализатор!
- Начиная с заправки хладагента от 500 кг, примите дополнительные меры для обнаружения возможного растворения аммиака во всех подключенных водяных или жидкостных контурах!

Поскольку аммиак (R717) легче воздуха, воздух с аммиаком должен удаляться из под потолка, а приточный воздух должен подаваться на уровне пола.

Для холодильных систем на R717 (аммиак) необходимо учитывать некоторые важные отличия, которые в основном связаны с особыми свойствами R717. К планировке трубопроводов относится следующее (среди прочих требований):

- Линии хладагента, теплообменники и фитинги должны быть изготовлены из стали или из нержавеющей стали (или алюминия, при необходимости).
- Трубопроводы и фитинги должны иметь сертификат испытаний в соответствии с DIN EN10204/3.1.
- Используйте стойкие пластмассы или эластомеры.
- Трубопроводы, насосы хладагента и регулирующие компоненты имеют относительно небольшие размеры.
- Используйте высококачественные уплотнения вала, прокладки и сальниковое уплотнение.
- Установите автоматическое вентиляционное устройство.
- Используйте короткие, хорошо изолированные линии всасывания газа (для низких потерь давления).
- Прокладывайте линии всасывания газа под уклоном и выше компрессоров - не ниже, как в системах с другими хладагентами.
- Из-за высокой электропроводности соблюдайте особые требования к электрическим компонентам холодильного контура (например, к герметичным насосам).
- Поскольку R717 хорошо растворяется во многих маслах, необходимо использовать специальные масла.
- Подбирайте теплообменник и расширительные элементы по массовому расходу и разности давления. Подбирайте теплообменники для небольших перепадов температур (низкая степень сжатия) и низкого перегрева всасываемого газа.
- Предпочтительно применять теплообменники для затопленных или насосных систем.
- В случае затопленных испарителей используйте высокоэффективные маслоотделители и обеспечьте возврат масла из системы (автоматически или вручную при регулярном техническом обслуживании).
- Для компактных агрегатов с испарителями с перегревом (dry evaporator) или с частично затопленными испарителями используйте масла с хорошей текучестью, при необходимости со специальными маслоотделителями и устройствами рециркуляции.
  В системах с испарителем с перегревом самые высокие требования предъявляются к распределению хладагента, особенно в случае сильно переохлажденной жидкости (например, 2-ступенчате сжатие, работа с экономайзером).
- Примите соответствующие меры защиты от работы с влажным ходом и от гидравлического удара (используйте отделители жидкости на всасывании и расширительные устройства со стабильным регулированием).

УВЕДОМЛЕНИЕ
Аммиак (R717) сильно гигроскопичен!
Работайте осторожно и избегайте попадания воды и/или влажного воздуха в систему!
Высокое содержание воды в аммиачных системах изменяет температуру испарения и снижает эффективность системы, особенно в низкотемпературных применениях!
Более того, удалить воду можно только со значительными усилиями, используя так называемые очистители системы или за счет замены всего хладагента!

- При сливе R717 в воду используйте обратный клапан.
- Открываемые части системы необходимо предварительно продуть сухим азотом.
- Избегайте образования конденсата! Дайте холодным компонентам прогреться.
- Тщательно вакуумируйте систему перед (повторным) вводом в эксплуатацию.
- Из-за особых условий для компактных систем кондиционирования предъявляются высокие требования к сухости (используйте R717 с содержанием воды макс. 400 ppm)!

Подробную информацию по применению R717 см. в Технической информации *AT-640*.

4 Примеры контуров

Приведенные здесь пояснения относятся к большинству винтовых компрессоров и большинству хладагентов. По компрессорам OS.A с R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*!

4.1 HS./OS.53 до 74

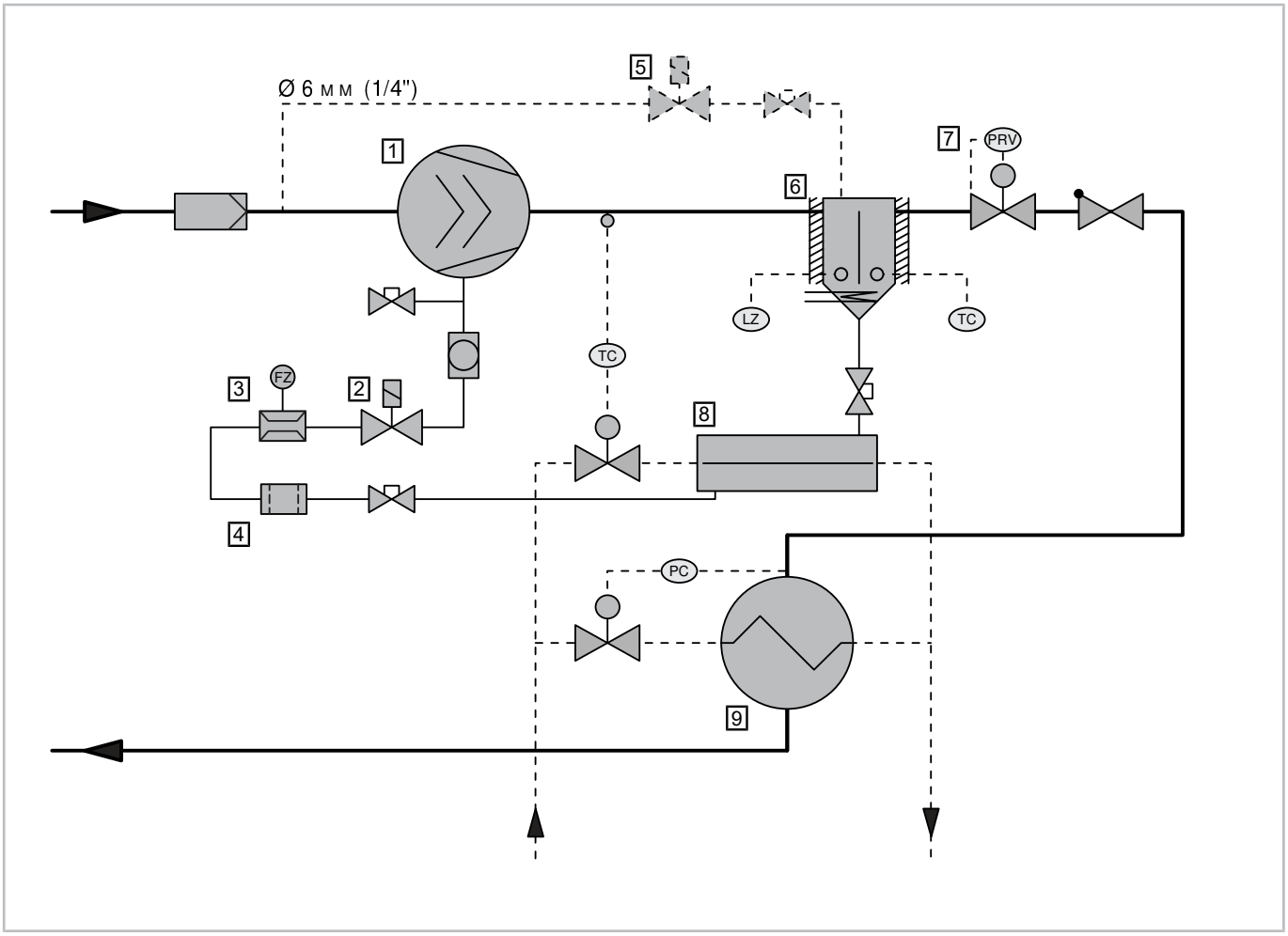


Рис. 2: Пример контура: Один компрессор HS.53 до 74 или OS.53 до 74 (кроме R717) с конденсатором с водяным охлаждением и маслоохладителем. Упрощенное представление.

Условные обозначения	
1	Компрессор
2	Масляный соленойдный клапан
3	Реле протока масла
4	Масляный фильтр
5	Байпас при простое (при необходимости)
6	Маслоотделитель с подогревателем и датчиком уровня масла

Условные обозначения	
7	Клапан поддержания давления до себя (при необходимости)
8	Маслоохладитель с водяным охлаждением (при необходимости)
9	Конденсатор
10	Маслоохладитель с воздушным охлаждением
11	Масляный насос (при необходимости)
12	Смесительный клапан (при необходимости)
	Фильтр всасываемого газа
	Смотровое стекло
	Регулирующий клапан
	Соленоидный клапан
	Обратный клапан
	Запорный клапан
PRV	Клапан поддержания давления до себя
LZ	Датчик уровня
FZ	Реле протока
PC	Регулятор давления
TC	Регулятор температуры

Табл. 1: Условные обозначения для контура хладагента HS./OS.53 до 85 (кроме R717)

Условные обозначения содержат позиции присоединений, которые не отображаются на каждой схеме.

4.2 HS./OS.85

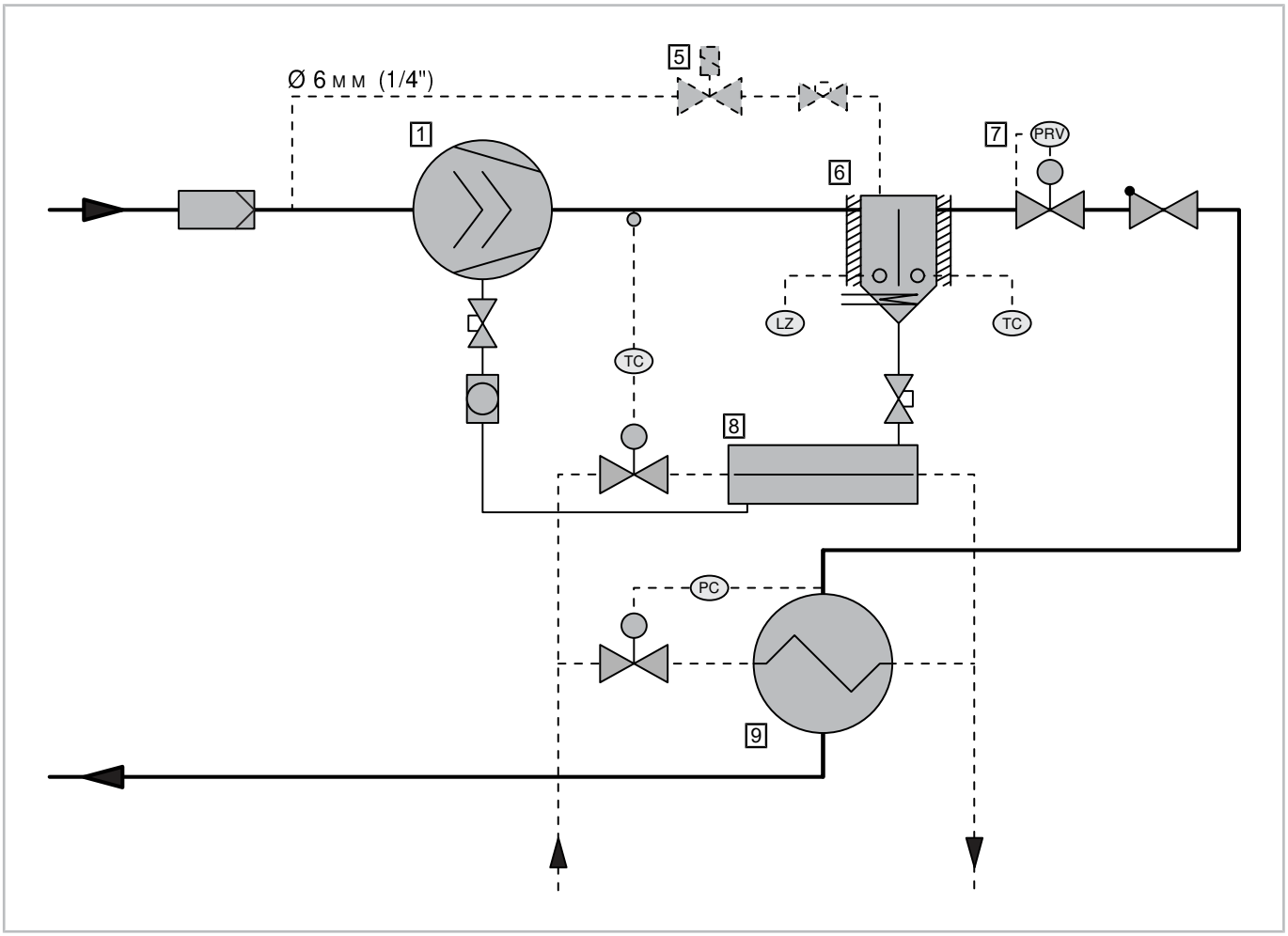


Рис. 3: Пример контура: Один компрессор HS.85 или OS.85 (кроме R717) с конденсатором с водяным охлаждением и маслоохладителем. Упрощенное представление. Автоматический масляный клапан, масляный фильтр, мониторинг масляного фильтра и контроль подачи масла интегрированы в компрессор.

Условные обозначения	
1	Компрессор
2	Масляный соленойдный клапан
3	Реле протока масла
4	Масляный фильтр
5	Байпас при простое (при необходимости)
6	Маслоотделитель с подогревателем и датчиком уровня масла
7	Клапан поддержания давления до себя (при необходимости)
8	Маслоохладитель с водяным охлаждением (при необходимости)
9	Конденсатор
10	Маслоохладитель с воздушным охлаждением
11	Масляный насос (при необходимости)
12	Смесительный клапан (при необходимости)

Условные обозначения	
	Фильтр всасываемого газа
	Смотровое стекло
	Регулирующий клапан
	Соленоидный клапан
	Обратный клапан
	Запорный клапан
PRV	Клапан поддержания давления до себя
LZ	Датчик уровня
FZ	Реле протока
PC	Регулятор давления
TC	Регулятор температуры

Табл. 2: Условные обозначения для контура хладагента HS./OS.53 до 85 (кроме R717)

Условные обозначения содержат позиции присоединений, которые не отображаются на каждой схеме.

4.3 HS./OS.95

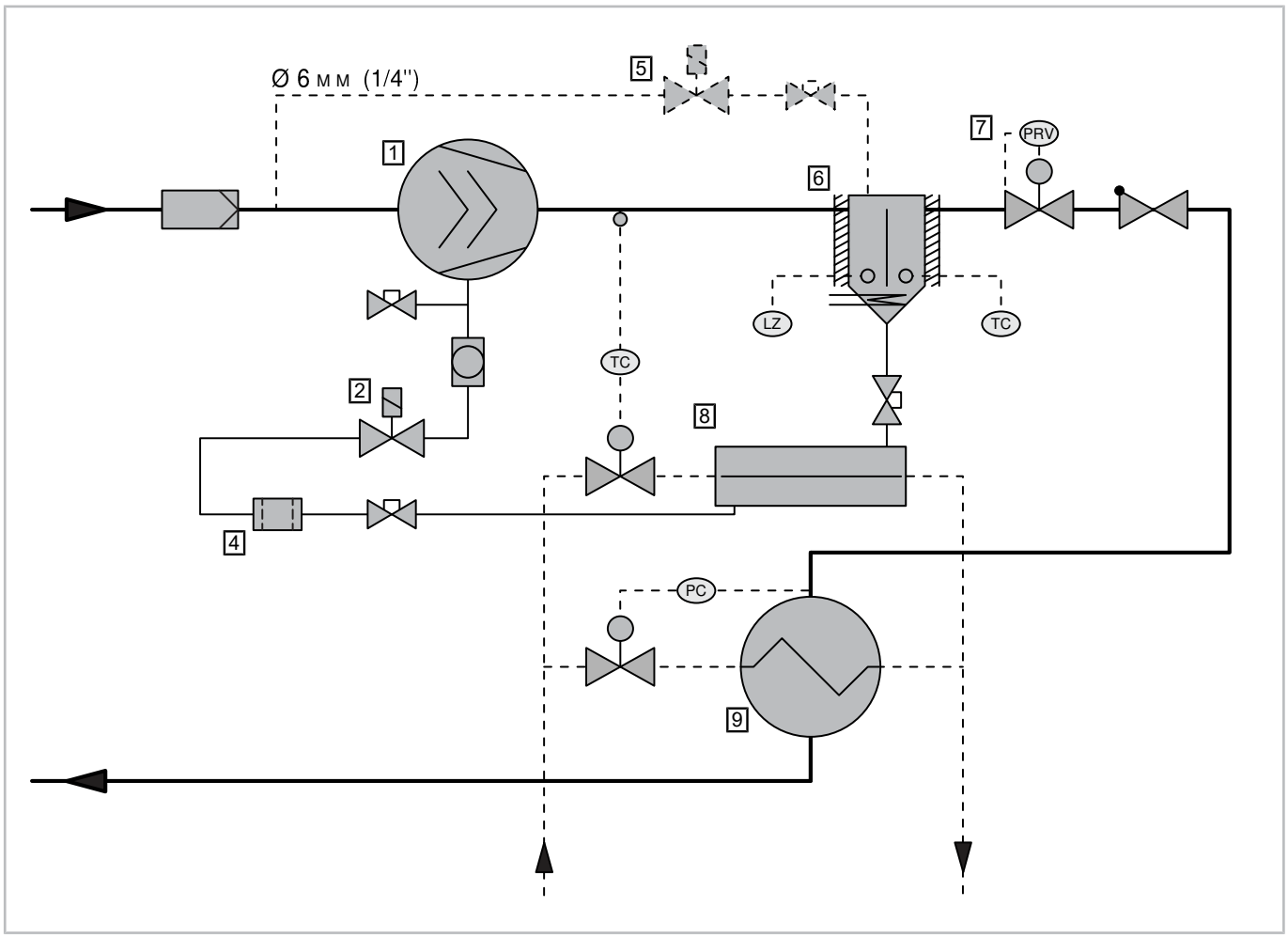


Рис. 4: Пример контура: Один компрессор HS.95 или OS.95 (кроме R717) с конденсатором с водяным охлаждением и маслоохладителем. Упрощенное представление. Схема очень похожа на схему для HS.53 до 74 и для OS.53 до 74, только здесь в компрессор интегрировано реле протока масла.

Условные обозначения	
1	Компрессор
2	Масляный соленойдный клапан
3	Реле протока масла
4	Масляный фильтр
5	Байпас при простое (при необходимости)
6	Маслоотделитель с подогревателем и датчиком уровня масла
7	Клапан поддержания давления до себя (при необходимости)
8	Маслоохладитель с водяным охлаждением (при необходимости)
9	Конденсатор
10	Маслоохладитель с воздушным охлаждением
11	Масляный насос (при необходимости)
12	Смесительный клапан (при необходимости)
	Фильтр всасываемого газа
	Смотровое стекло
	Регулирующий клапан
	Соленоидный клапан
	Обратный клапан
	Запорный клапан
PRV	Клапан поддержания давления до себя
LZ	Датчик уровня
FZ	Реле протока
PC	Регулятор давления
TC	Регулятор температуры

Табл. 3: Условные обозначения для контура хладагента HS./OS.53 до 85 (кроме R717)

Условные обозначения содержат позиции присоединений, которые не отображаются на каждой схеме.

4.4 CS. компрессор

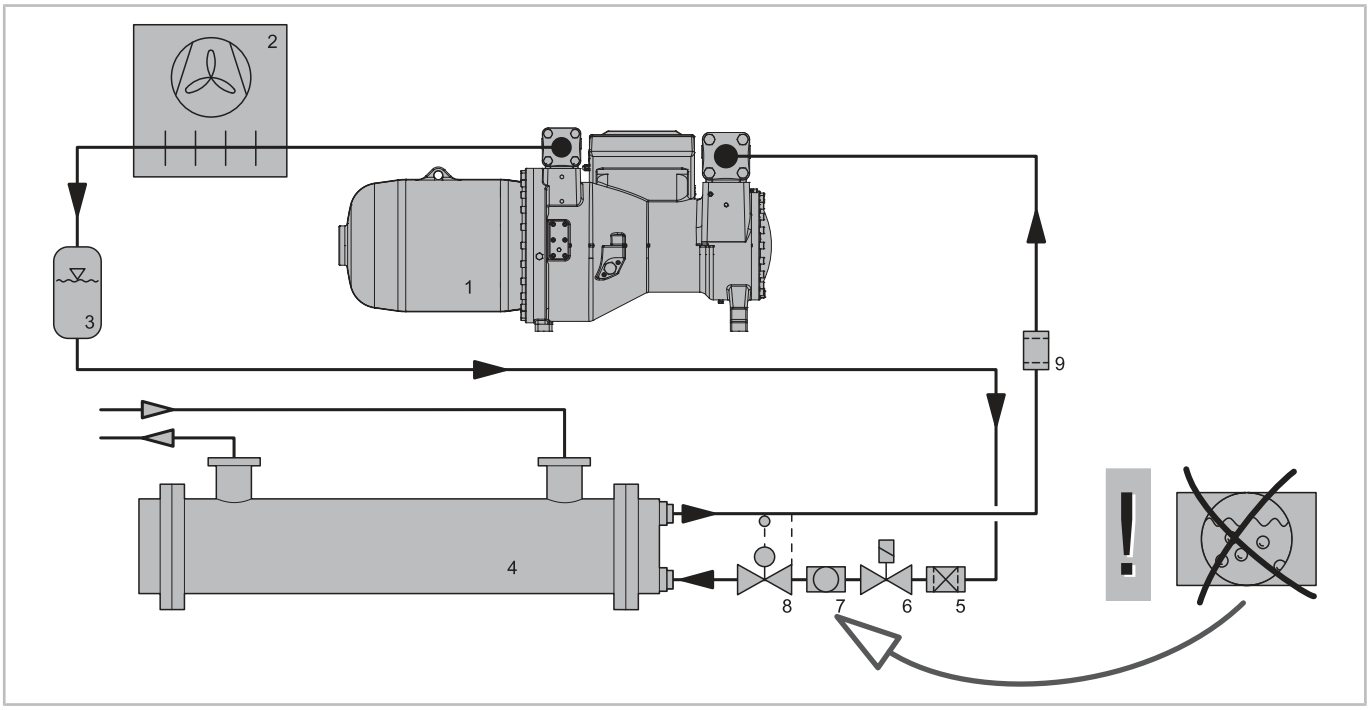


Рис. 5: Пример контура: Охладитель жидкости с CS. компрессором, упрощенная иллюстрация. Маслоотделитель встроен в компрессор и поэтому не показан на схеме.

Условные обозначения	
1	Компрессор (встроенный маслоотделитель)
2	Конденсатор
3	Ресивер жидкости
4	Испаритель
5	Фильтр-осушитель
6	Соленойдный клапан для жидкости
7	Смотровое стекло
8	Расширительный клапан
9	Фильтр-очиститель (при необходимости)

Табл. 4: Условные обозначения для контура хладагента CS.

5 Линия всасывания

Приведенные здесь пояснения относятся к большинству винтовых компрессоров и большинству хладагентов. По компрессорам OS.A с R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*!

В случае широко разветвленных трубопроводов, в зависимости от планировки трубопроводов, во время простоя может возникнуть статический противоток масла в линии всасывания газа с заливом компрессора маслом. Поэтому, как и в случае с линией нагнетания, также рекомендуется подвод линии всасывания к компрессору снизу.

Для систем с испарением с перегревом необходимы следующие дополнительные меры (также для затопленных систем, см. *Системы с затопленным испарителем*):

- Поднимите линию всасывания газа после испарителя (лебединая шея) или

- установите компрессор над испарителем (не обязательно для систем с автоматическим вакуумированием).
- Также установите соленойдный клапан на жидкостной линии непосредственно перед расширительным клапаном.

Данная мера также обеспечит защиту от гидравлических ударов при пуске.

На следующих рисунках показаны примеры планировок трубопроводов.

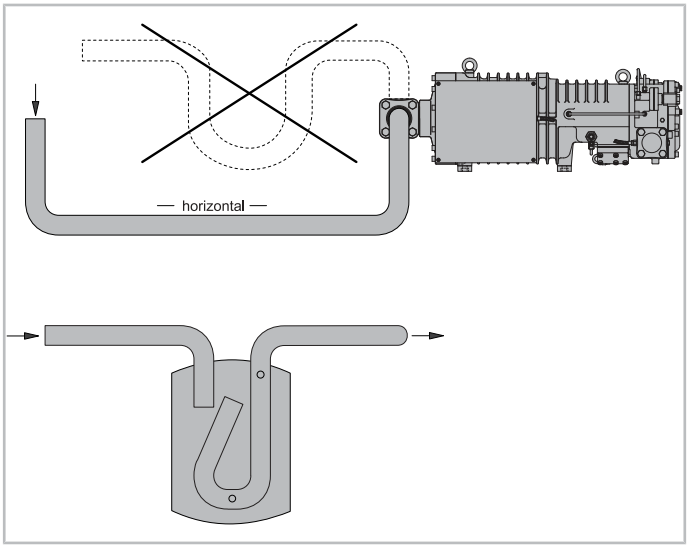


Рис. 6: Примеры планировок трубопроводов линии всасывания для одиночных компрессоров. На рисунке показан HS. компрессор, также аналогично применяется к OS. (кроме R717) и CS. компрессорам.
Верхняя часть рисунка: Горизонтальный участок трубопровода должен иметь достаточный объем и не должен иметь уклона в сторону компрессора.
Нижняя часть рисунка: Планировка трубопроводов, показанная в отделителе жидкости, и, главным образом, небольшие отверстия обеспечивают постепенный порционный возврат масла в компрессор.

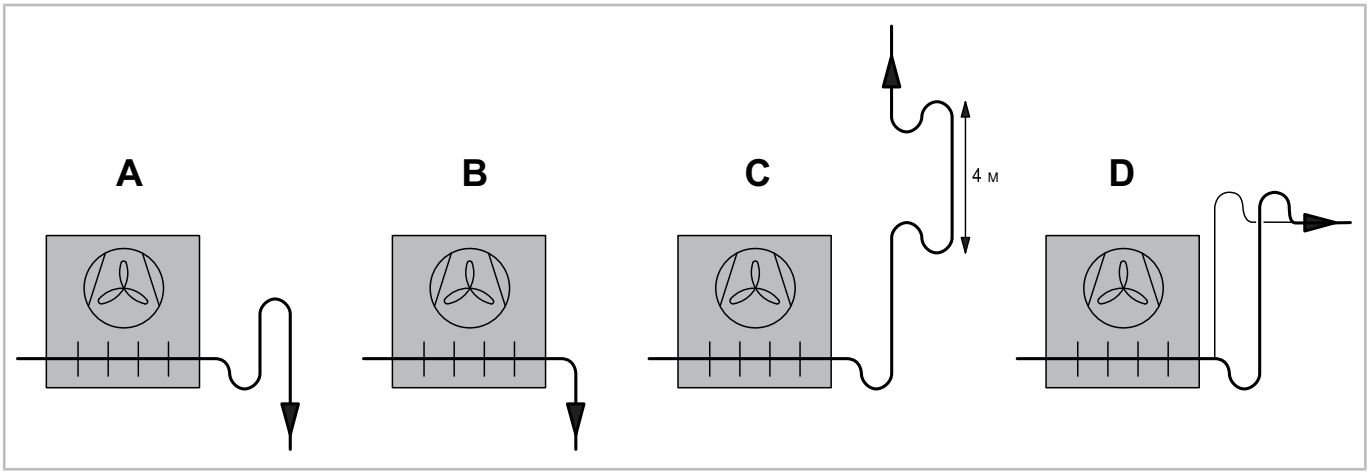


Рис. 7: Примеры планировки линии всасывания
A: Восходящая линия всасывания (лебединая шея)
B: Ниспадающая линия всасывания — требуется однократная система откачки или испаритель особой конструкции
C: Восходящая линия
D: Раздельная восходящая линия для частичной нагрузки для систем с регулированием производительности (например, параллельная работа или работа с внешним преобразователем частоты)

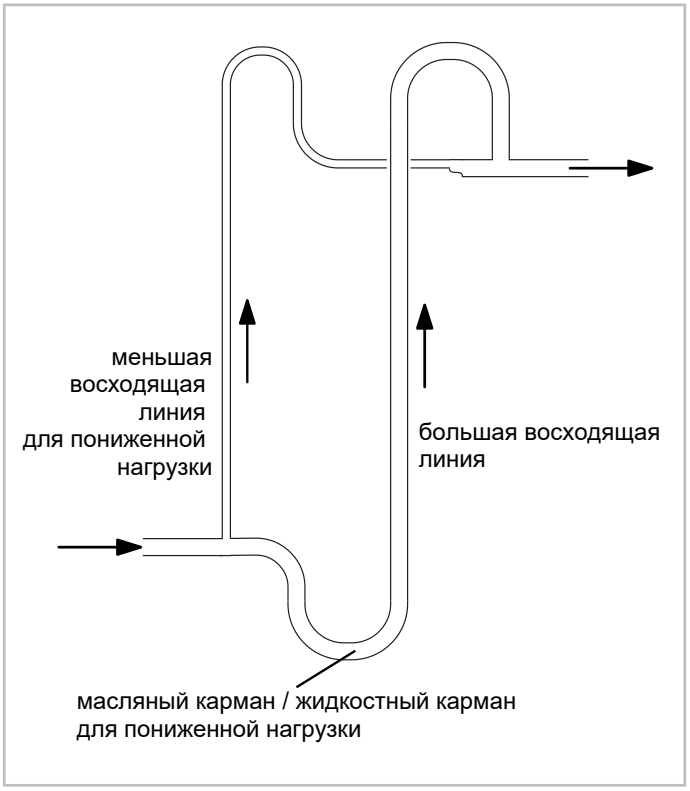


Рис. 8: Раздельная восходящая линия для частичной нагрузки для систем с регулированием производительности: при малой производительности (сниженной нагрузке) масло скапливается и блокирует линию большего диаметра, при этом используется только линия меньшего диаметра. При высокой производительности (полной нагрузке) обе линии возвращают хладагент и масло обратно в компрессор.

УВЕДОМЛЕНИЕ
Риск выхода компрессора из строя!
Установите фильтр очиститель на стороне всасывания, особенно для систем с протяженными трубопроводами, при пайке/сварке без защитного газа или если по другим причинам в трубопроводах возможно появление грязевых отложений!
Размер ячеек: 25 µm

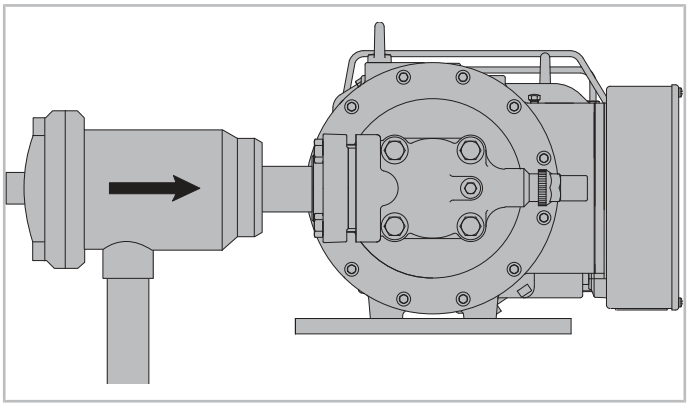


Рис. 9: Пример фильтра-очистителя на стороне всасывания (обратите внимание на направление потока!)

6 Линия нагнетания

Для стабильной подачи масла и высокой эффективности маслоотделения необходимо практически бесступенчатое или плавное регулирование давления в линии нагнетания газа после компрессора. Быстрое сни-

жение давления может привести к образованию сильной масляной пены, уносу масла и остановке по реле протока масла. Если давление в линии нагнетания слишком низкое или растет с задержкой, это также может привести к недостаточной подаче масла и, следовательно, к аварийным отключениям. Дополнительные регуляторы давления на линии нагнетания газа после маслоотделителя или масляного насоса могут потребоваться, среди прочего, для следующих применений:

- Очень низкая нагрузка и/или длительные периоды отключения при наружной установке конденсатора и низких температурах окружающей среды
- Высокое давление на стороне всасывания при пуске, при низкой температуре теплоносителя (гликоля) на стороне высокого давления (критические условия пуска) – альтернатива для данного случая: Регулятор давления всасывания для быстрого снижения давления всасывания
- *Реверсивные системы и системы с оттайкой горячим газом*
- Бустер применение (низкая разность давления)

7 ECO и LI

Работа экономайзера (ECO) и ее комбинация с впрыском жидкости (LI) подробно описана

- в Технической информации *ST-610* и,
- для систем на R717, в Технической информации *AT-640*.

8 Маслоотделители HS. и OS.

Данные приведены для HS. и OS. компрессоров и для большинства хладагентов. В CS. компрессорах маслоотделитель встроен в компрессор, поэтому он здесь не приводится. По компрессорам OS.A на R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*.

Линия нагнетания газа сначала должна идти с уклоном вниз от запорного клапана на компрессоре, а маслоотделитель должен устанавливаться на линии нагнетания сразу после компрессора.

По маслоотделителям Bitzer, см. также *DB-300* инструкцию по эксплуатации.

УВЕДОМЛЕНИЕ
Опасность выхода компрессора из строя из-за залива маслом при простое!
Установите соленойдный клапан на линии впрыска масла непосредственно рядом с компрессором (исключениями являются OS.85 и HS.85, они имеют встроенный масляный запорный клапан).
Для CS. компрессоров: Расположите соленойдный клапан непосредственно на входе масла в компрессор и задействуйте его параллельно с контактором компрессора (т. е. соленойдный клапан закрыт, когда компрессор остановлен).

8.1 Маслоотделитель ниже уровня компрессора

Наиболее безопасное расположение: Установите маслоотделитель ниже уровня компрессора и проложите линию нагнетания газа с уклоном вниз (см. следующий рисунок). Это гарантирует, что масло может стекать со стороны нагнетания компрессора в маслоотделитель даже во время простоя.

Пример для HS.53 до 74:

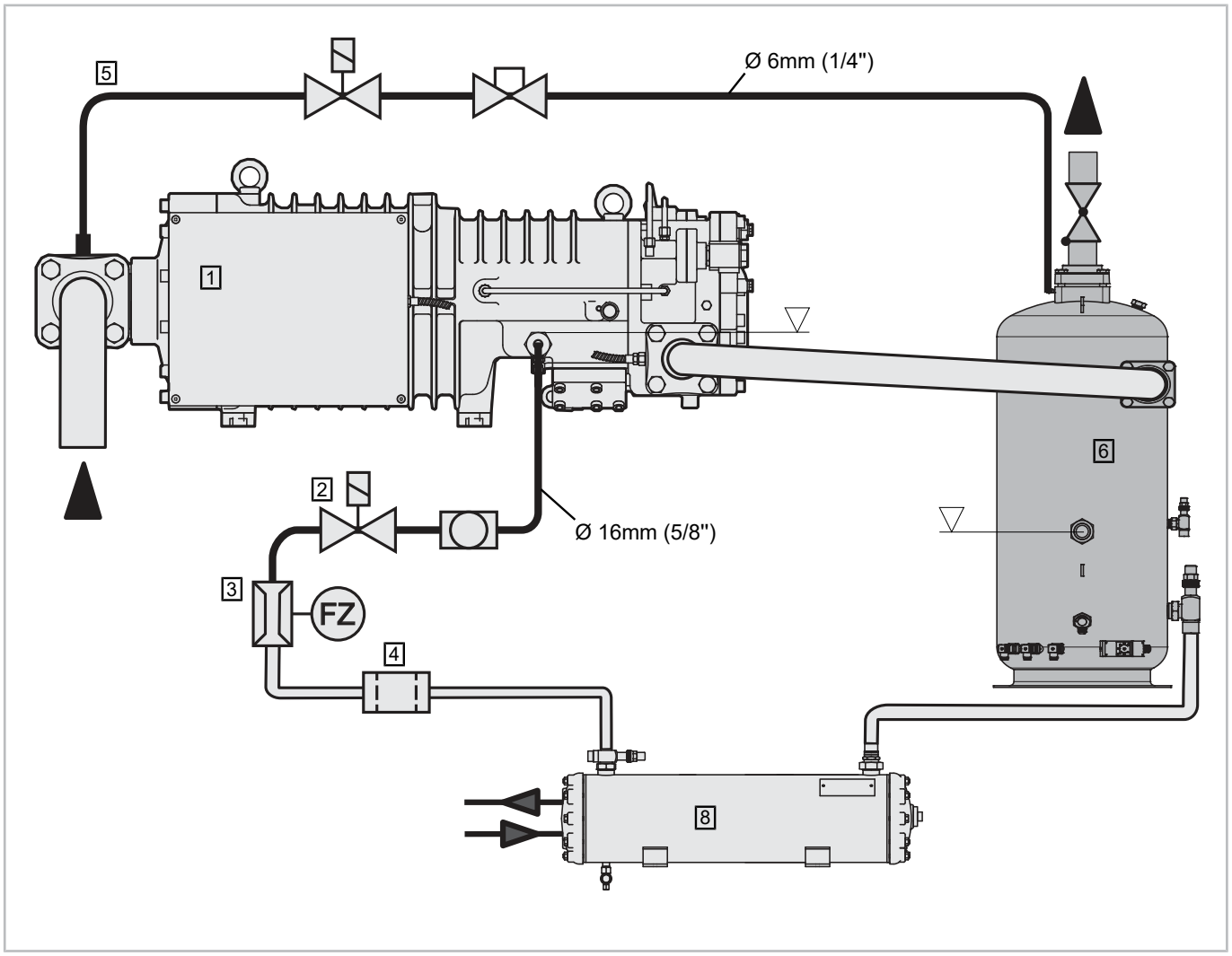


Рис. 10: Расположение маслоотделителя, линии нагнетания и линии впрыска масла с маслоотделителем **ниже уровня компрессора**. На рисунке показан HS. компрессор, также аналогично применяется к OS. компрессорам. По компрессорам OS.A на R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*.

Пример для HS.85:

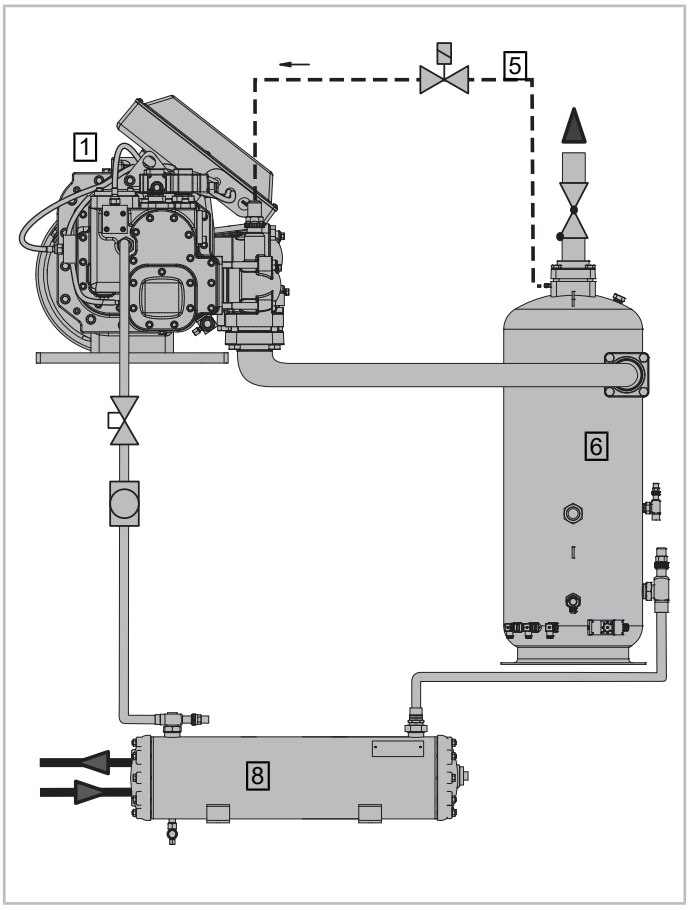


Рис. 11: Расположение маслоотделителя, линии нагнетания и линии впрыска масла с маслоотделителем **ниже уровня компрессора**, пример для HS.85 компрессора. Рекомендуется, чтобы линия нагнетания от компрессора к маслоотделителю прокладывалась с некоторым уклоном – горизонтальная прокладка, как показано здесь, является пограничным случаем, поскольку масло не будет стекать обратно в компрессор.

Условные обозначения	
1	Компрессор
2	Масляный соленойдный клапан
3	Реле протока масла
4	Масляный фильтр
5	Байпас при простое (при необходимости)
6	Маслоотделитель с подогревателем и датчиком уровня масла
7	Клапан поддержания давления до себя (при необходимости)
8	Маслоохладитель с водяным охлаждением (при необходимости)
9	Конденсатор
10	Маслоохладитель с воздушным охлаждением
11	Масляный насос (при необходимости)
12	Смесительный клапан (при необходимости)
	Фильтр всасываемого газа
	Смотровое стекло

Условные обозначения	
	Регулирующий клапан
	Соленоидный клапан
	Обратный клапан
	Запорный клапан
PRV	Клапан поддержания давления до себя
LZ	Датчик уровня
FZ	Реле протока
PC	Регулятор давления
TC	Регулятор температуры

Табл. 5: Условные обозначения для контура хладагента HS./OS.53 до 85 (кроме R717)

Условные обозначения содержат позиции присоединений, которые не отображаются на каждой схеме.

Для одиночных компрессоров байпас при простое также должен прокладываться от входа в маслоотделитель на сторону всасывания компрессора. Подробное описание: *Байпас при простое для маслоотделителя*.

Для масляных линий следует использовать только отводы с большим радиусом, также следует ограничить количество изгибов. Масляный соленойдный клапан необходимо располагать близко к точке впрыска и иметь соответствующий типоразмер. Это также относится к следующим версиям.

8.2 Уровень масла в маслоотделителе ниже точки впрыска в компрессор

Расположение на следующем рисунке также является относительно хорошим условием для безопасной эксплуатации.

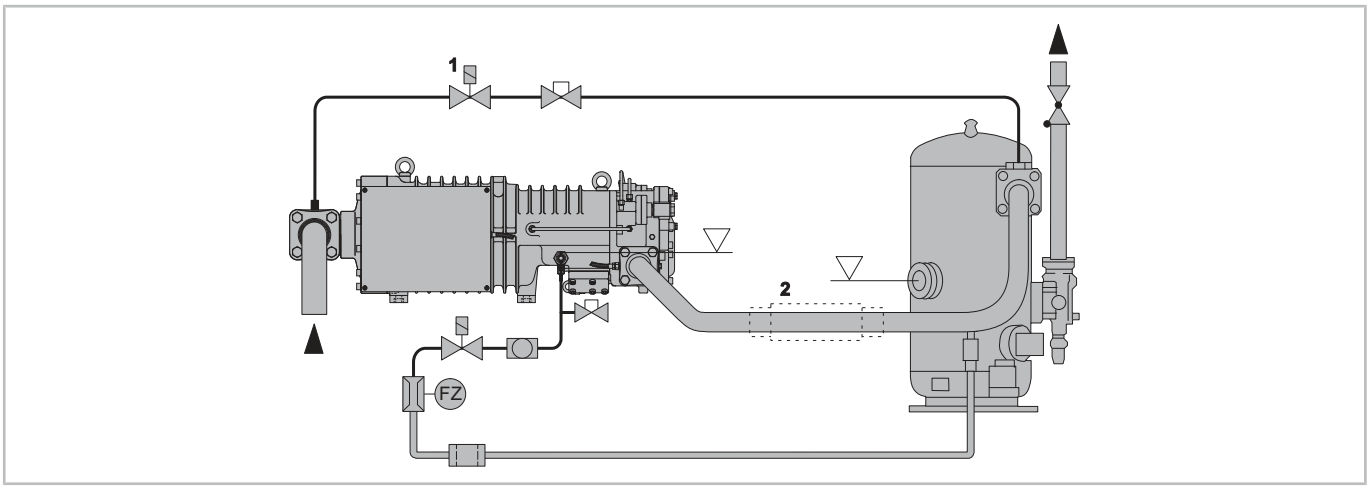


Рис. 12: Расположение маслоотделителя, линии нагнетания газа и линии впрыска масла с уровнем масла в маслоотделителе **ниже точки впрыска в компрессор** (здесь без маслоохладителя). На рисунке показан HS. компрессор, также аналогично применяется к OS. компрессорам. По компрессорам OS.A на R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*.

1: Байпас при простое

2: Гаситель пульсаций (при необходимости)

Уровень масла в маслоотделителе здесь ниже точки впрыска в компрессор, что также предотвращает залив маслом при выравнивании давления. При этом, крайне важно, чтобы линия нагнетания сначала шла вниз, чтобы масло или жидкий хладагент не скапливались в камере нагнетания компрессора.

8.3 Уровень масла в маслоотделителе выше точки впрыска в компрессор

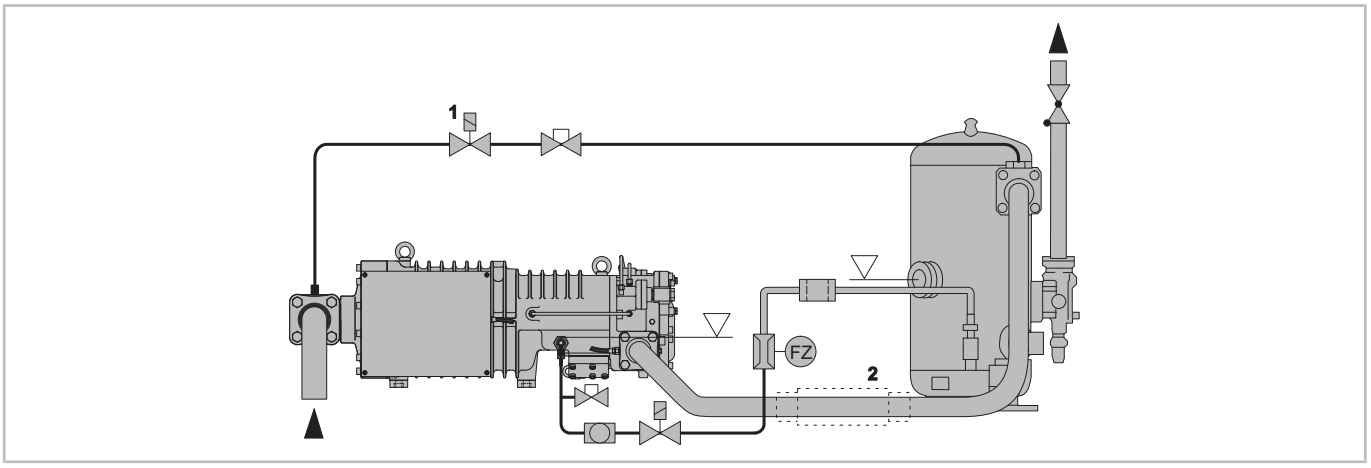


Рис. 13: Расположение маслоотделителя, линии нагнетания газа и линии впрыска масла с уровнем масла в маслоотделителе **выше точки впрыска в компрессор** (здесь без маслоохладителя). На рисунке показан HS. компрессор, также аналогично применяется к OS. компрессорам. По компрессорам OS.A на R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*.

1: Байпас при простое

2: Гаситель пульсаций (при необходимости)

Это расположение следует выбирать только в исключительных случаях и только для систем с одним компрессором. Важным условием для большей надежности системы является поднятие масляной линии до верхнего края смотрового стекла. Кроме того, линия нагнетания – как и в версии с уровнем масла ниже точки впрыска в компрессор – должна сразу опускаться вниз.

8.4 Байпас при простое для маслоотделителя

- Байпас при простое особенно важен для больших компрессоров и систем с длительными периодами простоя, где, во время простоя, не выравнивается давление между сторонами высокого и низкого давления.
- В системах, которые после пуска находятся в работе в течение длительного времени и в которых масло остывает незначительно во время коротких перерывов в работе (например, многокомпрессорные системы в супермаркетах), байпас при простое зачастую не требуется.

Байпас при простое сбрасывает давление в маслоотделителе на сторону всасывания после останова компрессора. Это снижает насыщение масла хладагентом и обеспечивает максимальную вязкость масла при следующем пуске. Кроме того, предотвращается миграция масла и хладагента в компрессор. Во многих компрессорах байпас при простое также обеспечивает дополнительную разгрузку при пуске.

Требуемые компоненты/трубопроводы:

- Обратный клапан после маслоотделителя
- Линия выравнивания давления между маслоотделителем и линией всасывания
  - Диаметр 6 mm – 1/4"
  - Управляется соленойдным клапаном
  - Открывается только при простое – при параллельном соединении соленойдный клапан можно открывать только тогда, когда **все** компрессоры выключены (*HS. и OS. в параллельном соединении*)

Байпас при простое в сочетании с автоматической системой вакуумирования (*Система вакуумирования*) может привести к увеличению частоты пусков. Количество пусков должно ограничиваться макс. шестью пусками в час путем настройки реле низкого давления и времени паузы (реле задержки времени). В зависимости от режима работы, однократное вакуумирование может стать достаточным перед отключением.

В CS. компрессорах маслоотделитель встроен в компрессор, поэтому байпас не требуется.

9 Маслоохладитель

Интеграция маслоохладителя в контур хладагента подробно описана

- в Технической информации *ST-140* и,
- для систем на R717, в Технической информации *AT-640*.

10 Испаритель и расширительный клапан

Приведенные здесь пояснения относятся к большинству винтовых компрессоров и большинству хладагентов. По компрессорам OS.A с R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*!

Расширительный клапан и испаритель необходимо подбирать с особой тщательностью, особенно в системах с широким диапазоном регулирования (например, с производительностью от 50 до 100 % или от 25 до 100 %, см. *ST-430*). Достаточный перегрев всасываемого газа и стабильная работа должны обеспечиваться как при полной, так и при частичной нагрузке. После переключения с частичной на полную нагрузку существует риск гидравлических ударов. Поэтому размеры испарителя и расширительного клапана должны быть такими, чтобы масло не скапливалось (отделялось) в испарителе даже при частичной нагрузке.

Поэтому в зависимости от конструкции и диапазона производительности испарителя может возникнуть необходимость разделить его на несколько контуров хладагента (*Системы с многоконтурными конденсаторами и/или испарителями*).

Если используются электронные расширительные клапаны с функцией запорного соленойдного клапана, управление должно быть настроено таким образом, чтобы клапан плотно закрывался сразу после отключения компрессора или, например, в случае сбоя эл. питания.

11 Система вакуумирования

В случае системы с вакуумированием термостат или вышестоящий контроллер закрывает соленойдный клапан перед расширительным клапаном. Компрессор продолжает откачивать хладагент до тех пор, пока он не остановится по реле низкого давления. Это позволяет уменьшить объем жидкого хладагента в испарителе. Когда соленойдный клапан открывается, испаритель получает питание. Давление всасывания повышается, и реле низкого давления запускает компрессор.

С системой вакуумирования также можно безопасно эксплуатировать системы, в которых может происходить значительное скопление жидкого хладагента в испарителе, линии всасывания или в компрессоре во время длительных периодов простоя. Риск скопления жидкого хладагента также существует в системах, в которых компрессоры или участки трубопроводов на стороне всасывания и отделитель жидкости на всасывании могут стать холоднее, чем испаритель(и). Система вакуумирования предназначена для защиты компрессоров от гидравлического удара.

Различают:

- Автоматическая система вакуумирования (также называемая «pump-down»): откачка хладагента, повторяющаяся при необходимости.
- Система с однократным вакуумированием (также называемая «pump-out»): однократная откачка хладагента.
  Дополнительный вспомогательный контактор гарантирует, что после перекрытия всасывания и остановки компрессора последующие пуски для вакуумирования невозможны. Пуск компрессора возможен только по сигналу от контроллера системы или после завершения цикла оттайки.

Следующее относится к затопленным испарителям:

- Установите соленойднный клапан, с комбинированной функцией пускового регулятора,
- непосредственно на выходе линии всасывания газа из испарителя,
- в закрытом положении, при остановленной системе.

Повышения давления при простое можно избежать с помощью перепускного устройства на сторону высокого давления (при необходимости) Обратите внимание на объем коллектора.

Для воды в качестве хладоносителя необходимо учитывать пределы минимального давления, относящегося к температуре насыщения хладагента >0 °C, во избежание повреждения теплообменника.

Для настройки низкого давления необходимо учитывать минимальное давление, которое относится к самой низкой температуре испарения в пределах области применения.

Принципиальные эл. схемы

На следующих эл. схемах показаны примеры управления для автоматической и однократной систем вакуумирования. На принципиальных эл. схемах показаны только важные детали – остальная часть структуры управления соответствует принципиальным эл. схемам, например в Технической информации *AT-300*.

Если во время простоя требуется производительность, сначала осуществляется подача жидкого хладагента в соответствующий испаритель, т.е. через соленойдный клапан M20. Давление всасывания повышается до заданного значения, при котором включается компрессоор (по реле низкого давления (B55). При снижении нагрузки происходит обратный процесс: соленойдный клапан закрывается, тем самым "вакуумируя" испаритель до заданного давления. Только после этого компрессор отключается.

Компоненты F01–F03, B10, B11, B32, B41, B42, B53, B60–B62, а также реле времени K02T должны располагаться в цепи защит перед устройствами управления системой вакууирования. Это гарантирует, что соленойдный клапан (M20) не откроется во время аварийных отключений и во время задержки времени на последующий пуск. Непреднамеренное срабатывание соленойдного клапана может привести к затоплению испарителя жидким хладагентом в указанных выше случаях.

В автоматической системе вакуумирования вспомогательное реле K14 (опционально) обеспечивает комбинированное управление. Компрессор всегда пускается напрямую, в этом случае система вакуумирования активна в основном во время простоя. Этот вариант схемы защищает испаритель от залива жидким хладагентом, даже если значения реле низкого давления системы вакуумирования (B55) невозможно настроить на достаточно низкое значение. Однако для защиты системы от очень низкого давления на всасывании требуется дополнительное реле низкого давления (B11).

При автоматической системе вакуумирования: Ограничьте количество пусков в час!
Если давление снова повышается из-за выравнивания со стороны высокого давления на сторону низкого, ввиду не плотного отсечения, когда компрессор остановлен и соленойдный клапан закрыт, компрессор снова начнет откачку с помощью автоматической системы вакуумирования. Это может привести к нежелательно частым пускам. Поэтому реле низкого давления (B55) и реле задержки времени на последующий пуск (K02T) должны быть настроены так, чтобы каждый компрессор запускался не более шести раз в час. При необходимости эта функция обеспечивается защитным устройством компрессора (см. Техническую информацию *CT-120*).

УВЕДОМЛЕНИЕ
Опасность повреждения мотора из-за слишком частых пусков!
Выберите соответствующие значения настройки реле низкого давления для автоматической системы вакуумирования (B55) или задайте минимальное значение и минимальное время работы в вышестоящем контроллере.

Значение давления срабатывания реле низкого давления (B55) должно быть ниже давления насыщения на стороне всасывания, которое может возникнуть во время простоя. Давление насыщения на стороне всасывания обычно соответствует температуре испарительного блока. Если настроенное значение давления слишком высоко, хладагент может сконденсироваться в холодном испарителе до того, как включится компрессор.

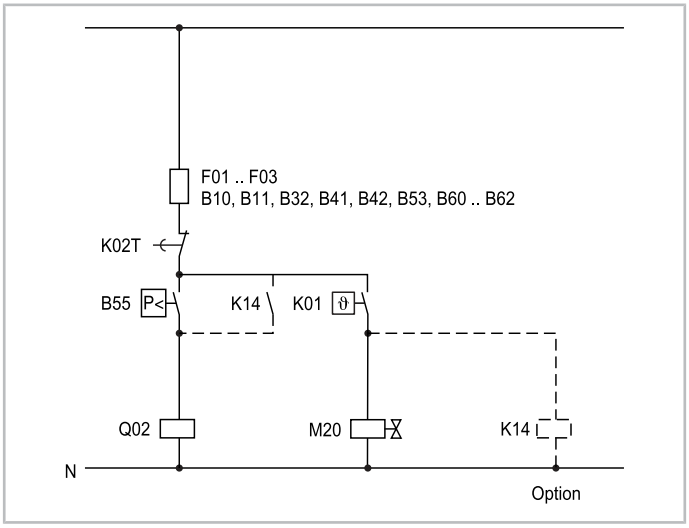


Рис. 14: Автоматическая система вакуумирования (упрощенное схематичное изображение).
B61 не всегда присутствует.
Дополнительные эл. схемы см. в *AT-300*.

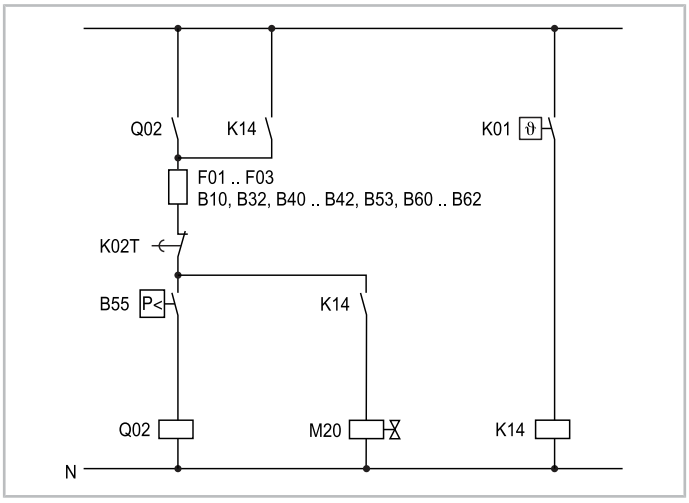


Рис. 15: Система с однократным вакуумированием (упрощенное схематичное изображение).
B61 не всегда присутствует.
Дополнительные эл. схемы см. в *AT-300*.

	Компонент
B10	Реле высокого давления
B11	Реле низкого давления
B32	Реле уровня масла в маслоотделителе
B40	Регулятор-ограничитель дифференциального давления масла
B41	Контроль масляного фильтра
B42	Реле расхода масла
B53	Активация ECO
B55	Реле низкого давления для останова с автоматическим вакуумированием
B60	Устройство защиты от перегрузки
B61	Устройство защиты от перегрузки для второй разделенной обмотки
B62	Контроль направления вращения
F01	Главный предохранитель

	Компонент
F02	Предохранитель компрессора
F03	Предохранитель цепи управления
F05	Предохранитель подогревателя масла
K01	Вышестоящий контроллер
K02T	Реле времени для минимального времени простоя компрессора
K14	Вспомогательное реле
M20	Соленойдный клапан для жидкостной линии
Q02	Контактор для первой разделенной обмотки (PW) или главный контактор (Y/Δ) или контактор компрессора при прямом пуске
Q06	Устройство защиты от перегрузки
Q07	Устройство защиты от перегрузки для второй разделенной обмотки

12 Системы с затопленным испарителем

УВЕДОМЛЕНИЕ
Риск значитеного изменения концентрации в затопленном испарителе и, как следствие, массового расхода циркулирующего хладагента.
В системах с затопленным испарителем используйте только смеси хладагентов без значительного температурного глайда (азеотропные хладагенты)!

Применение затопленных испарителей требует отдельного возврата масла из испарителя или отделителя низкого давления. Данный возврат возможен только с хладагентами без значительного температурного глайда. Смесь масла с хладагентом следует отбирать в нескольких точках отбора по уровню жидкости в фазах со значительной долей масла.

Сначала необходимо испарить хладагент с помощью теплообменника, например в противотоке теплому жидкому хладагенту. Затем масло подается обратно в линию всасывания. Если уровень жидкости сильно колеблется, то может оказаться полезным отбирать смесь хладагента с маслом в самой нижней точке или за циркуляционными насосами. Тем не менее, затем необходимо индивидуально проверить, достаточно ли смешиваются масло и хладагент в рабочих условиях в испарителе или в циркуляционном ресивере – в некоторых сочетаниях имеются явные пробелы в смешиваемости (см. Техническую информацию *ST-500*). В зависимости от объема циркулирующего масла может происходить фазовое расслоение со скоплением масла над уровнем жидкости, поэтому описанное выше расположение точек отбора обычно является обязательным.

Для достижения минимальной циркуляции масла (уноса масла), маслоотделители всегда должны подбираться индивидуально для систем с затопленными испарителями (по запросу). В зависимости от конструкции системы и условий эксплуатации может потребоваться вторичный маслоотделитель.

Следует учитывать для систем с R717 (аммиак)

В R717 системах масло всегда забирается из самой нижней точки испарителя или отделителя жидкости. Масло имеет более высокую плотность, чем жидкий R717, и поэтому собирается под жидким хладагентом и возвращается оттуда непосредственно на сторону всасывания компрессора(ов). В обычной R717 системе необходимы первичный и вторичный маслоотделители, соединенные последовательно (подбор в *BITZER SOFTWARE*).

Подробнее по R717 системам см. в Технической информации *AT-640*.

13 Системы с многоконтурными конденсаторами и/или испарителями

В этих системах каждый компрессор должен иметь свой собственный контур хладагента – трубопроводы разных контуров проходят через испаритель и/или конденсатор параллельно, если это необходимо. Каждый контур имеет свой собственный расширительный и соленойдный клапан и может адаптироваться к соответствующим условиям нагрузки с помощью соответствующего управления. Помимо прочего, необходимо учитывать взаимное влияние за счет теплового взаимодействия в теплообменниках.

Во время отключения отдельных контуров в этих системах возрастает риск скопления жидкого хладагента в испарителе (выравнивание температуры и давления невозможно). В таких случаях следует использовать обратный клапан после маслоотделителя и байпас при простое (*Байпас при простое для маслоотделителя*). В случае параллельного соединения компрессоры должны управляться с автоматическим переключением последовательности.

В критических случаях могут потребоваться дополнительные отделители жидкости на стороне всасывания или система вакуумирования (*Система вакуумирования*).

То же относится и к отдельным агрегатам, в которых отсутствует выравнивание температуры и давления во время длительных простоев.

14 Реверсивные системы и системы с оттайкой горячим газом

Здесь необходимы индивидуальные меры для защиты компрессора от сильных гидравлических ударов, повышенного уноса масла (например, из-за быстрого снижения давления в маслоотделителе) и нехватки масла. Для этого необходимо обеспечить температуру масла при пуске – в зависимости от хладагента – как минимум на 20–30 K выше температуры конденсации. Кроме того, всю систему необходимо тщательно протестировать. Рекомендуется установить отделитель жидкости на стороне всасывании для защиты от гидравлических ударов. Также, рекомендуется установить регулятор давления сразу после маслоотделителя (после компрессора в случае CS.), чтобы поддержать требуемую разность давления.

Компрессор необходимо останавливать незадолго до переключения и перезапускать после выравнивания давления. Соблюдайте последовательность пуска и останова, время пауз и, при необходимости, осуществите разгрузку при пуске в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Необходимо следить за тем, чтобы после перезапуска компрессор не всасывал жидкий хладагент, и чтобы он снова вошел в пределы области применения как можно быстрее (см. *BITZER SOFTWARE*).

Информацию по методам пуска компрессоров Bitzer, см. в Технической информации *AT-330*; по работе с преобразователем частоты см. Техническую информацию *ST-420*.

15 HS. и OS. в параллельном соединении

Винтовые компрессоры HS. и OS. серий особенно подходят для параллельной работы, поскольку в них отсутствует картер с маслом, поэтому возможно применение обычного внешнего маслоотделителя. Параллельное соединение с CS. компрессорами требует разработки специальной системы распределения масла. Системы на R717 (аммиак) здесь не описаны, подробно см. в Технической информации *AT-640*.

Существенные преимущества технологии параллельного объединения BITZER:

- Увеличение производительности, за счет увеличения числа отдельных компрессоров
- Объединение компрессоров как равной, так и разной производительности и конструкции
- Комбинация разных уровней температуры при необходимости
- Изменение производительности без потерь
- Оптимальное распределение масла благодаря общему маслоотделителю
- Низкая нагрузка на эл. сеть при пуске
- Высокая эксплуатационная надежность

- Простой и экономичный монтаж. Доступны маслоотделитель и другие аксессуары.

Важно иметь ввиду при параллельном соединении:

- Планировка маслоотделителя, маслоохладителя, коллекторов на всасывании и нагнетании и рекомендации по проектированию представлены в этом документе.
- Расстояние между компрессором, маслоотделителем и маслоохладителем должно быть минимальным.
- По исполнениям с маслоохладителями также см. Техническую информацию *ST-140*.

15.1 Коллектор на всасывании

Коллектор на всасывании ниже уровня компрессора

Как уже было рекомендовано для одиночных компрессоров (*Линия всасывания*), при параллельном соединении, присоединения от коллектора на всасывании желательно также подводить к компрессорам снизу, для того чтобы предотвратить залив компрессоров маслом при простое.

Для систем с потенциально значительными гидравлическими ударами (например, оттайка горячим газом, системы с длительными простоями без выравнивания давления) коллектор на всасывании также должен выполнять функцию отделителя жидкости. Рекомендуется радиальный вход с перегородкой и прямым (без скоса) выходом наверх с индивидуальным возвратом масла (см. следующий рисунок, часть A).
В качестве альтернативы можно использовать вертикальный вход с прямой (без скоса) трубой и индивидуальным возвратом масла (вход всасываемого газа сверху). Длина трубопроводов к компрессорам может быть разной. Эта конструкция также подходит для использования на кораблях — в отношении уклонов.

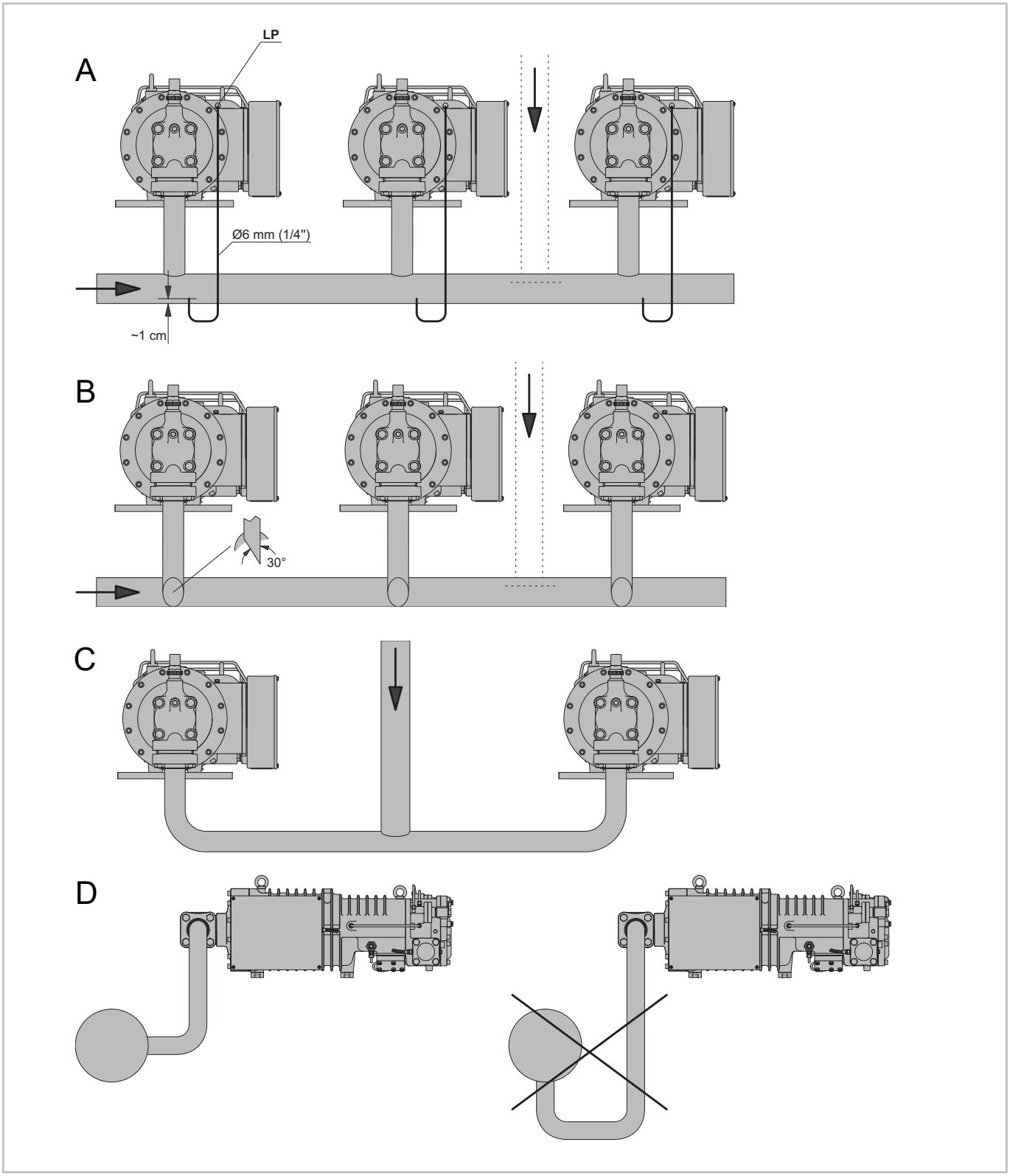


Рис. 16: Направление всасывающего коллектора при параллельном соединении с всасывающим коллектором ниже уровня компрессора. На рисунке показаны HS. компрессоры, также аналогично применяется к OS. компрессорам – подробнее по R717 применениям см. в Технической информации *AT-640*.

A: Прямые (без скоса) трубы с индивидуальным возвратом масла

B: Погружные трубы со скосом

C: Параллельное распределение (ограничено двумя компрессорами)

D: Боковой выход трубы – выход трубы вниз не допускается.

Коллектор на всасывании выше уровня компрессора

Такое расположение следует выбирать только в том случае, если нет места для разводки трубопроводов снизу. Для этого требуется специальная планировка трубопроводов, как показано здесь.

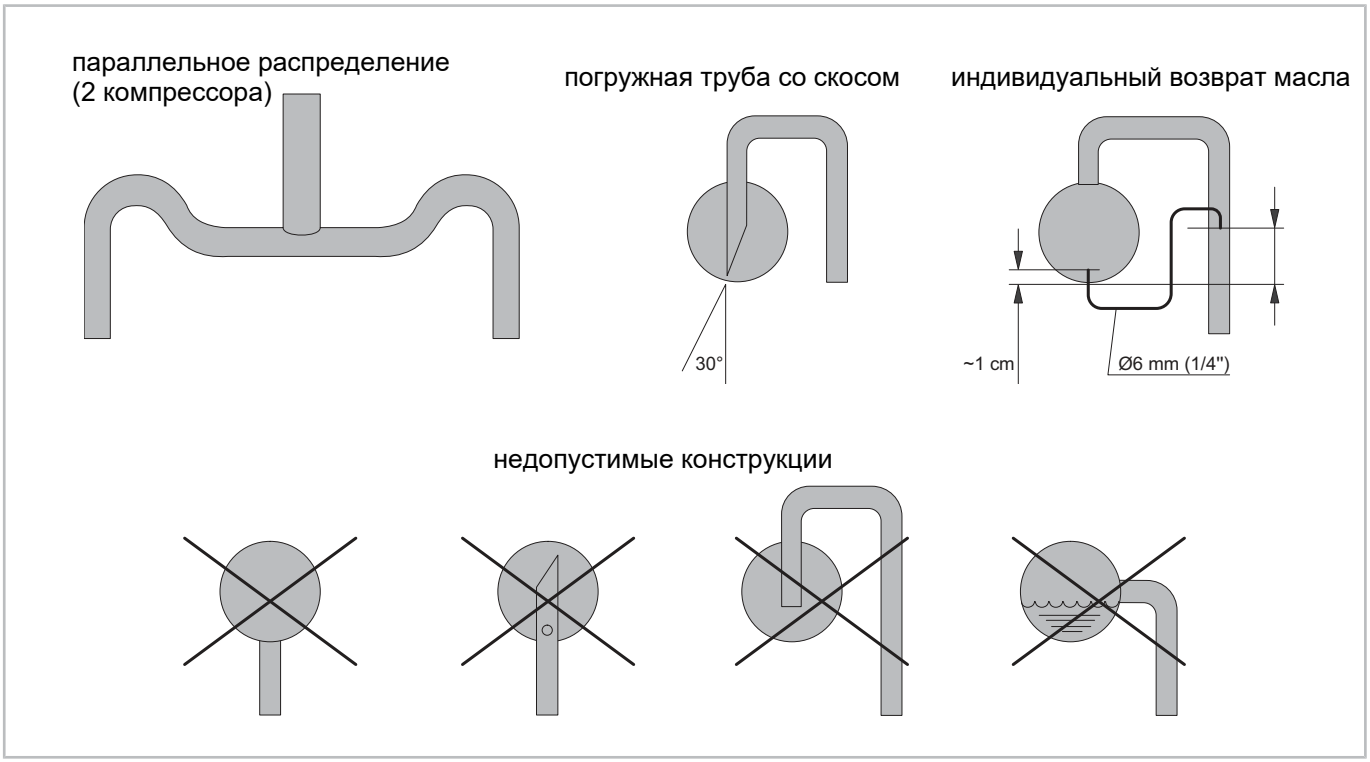


Рис. 17: Направление всасывающего коллектора при параллельном соединении с всасывающим коллектором над уровнем компрессора. Такая планировка обычно **не** рекомендуется — подробно по R717 системам, см. в Технической информации *AT-640*.

15.2 Коллектор на нагнетании

Линии подачи к коллектору должны быть спроектированы так же, как рекомендовано для одиночных компрессоров (*Маслоотделители HS. и OS.*):

- Маслоотделитель ниже уровня компрессора или
- уровень масла в маслоотделителе ниже точки впрыска в компрессоре

Линия нагнетания должна иметь достаточный уклон к коллектору нагнетания для обеспечения свободного дренажа. Смонтируйте секции трубопроводов на входе в коллектор нагнетания, желательно с уклоном прибл. под углом 45° по направлению потока (см. следующий рисунок) или под прямым углом.

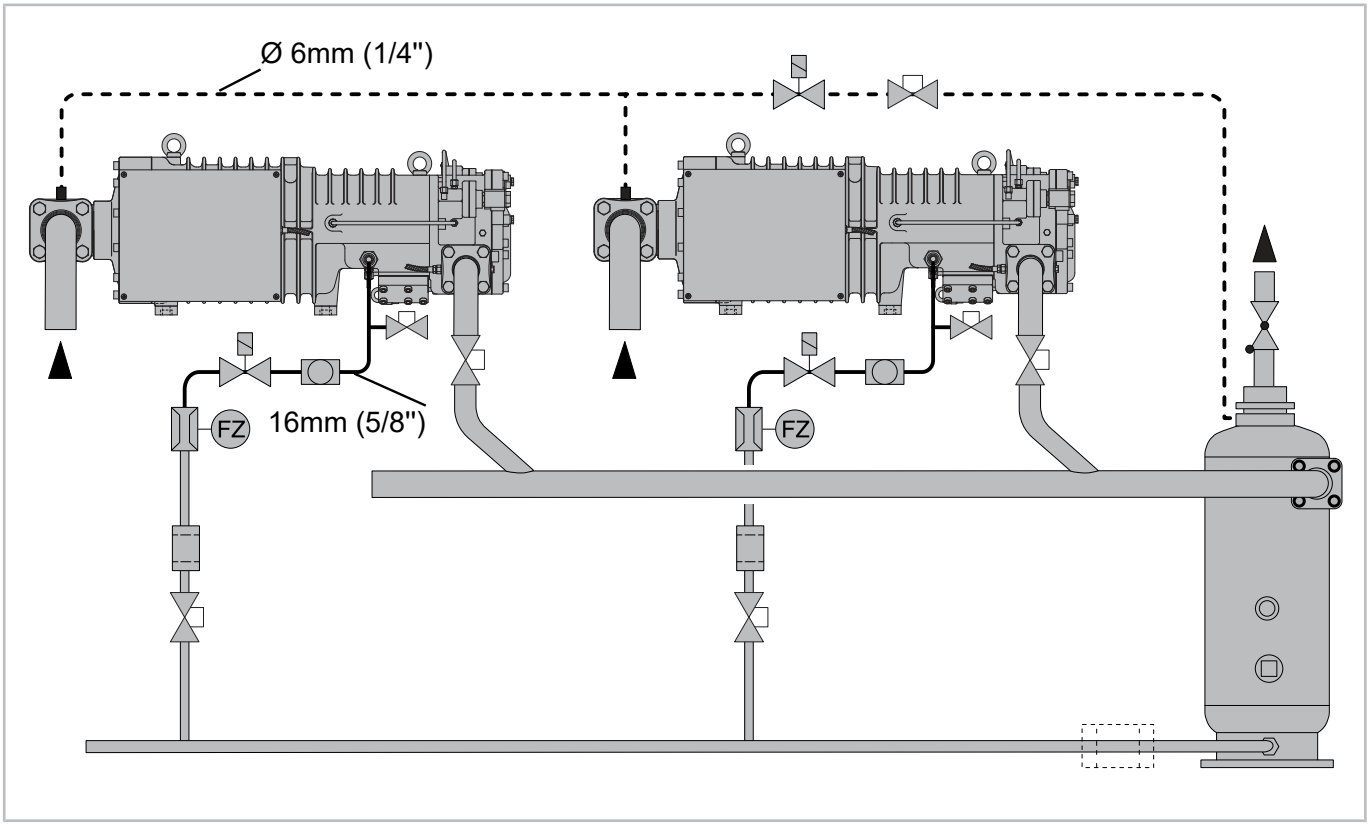


Рис. 18: Планировка коллектора нагнетания при параллельном соединении На рисунке показан HS. компрессор, также аналогично применяется к OS. компрессорам.

Условные обозначения	
	Смотровое стекло
	Регулирующий клапан
	Соленоидный клапан
	Обратный клапан
	Запорный клапан
FZ	Реле протока

Для возможности легкой замены компрессоров впоследствии, рекомендуется установка дополнительных запорных клапанов.

Спроектируйте коллектор на нагнетании в виде перекрестного соединения с выходом нагнетания на одной стороне и выведете его в маслоотделитель, как показано на рисунке. Если вход нагнетаемого в маслоотделитель газа находится выше уровня коллектора нагнетания, выполните планировку трубопроводов, как описано выше (*Уровень масла в маслоотделителе ниже точки впрыска в компрессор*).

Общая масляная линия

Смонтируйте общую масляную линию с постоянным диаметром по всей длине. Трубопроводы к отдельным компрессорам должны быть однотипными и как можно короче.

- Вместо индивидуальных масляных фильтров можно также использовать общий фильтр соответствующего размера (иллюстрация пунктиром).
- Для простоты технического обслуживания рекомендуется использовать запорные клапаны на трубопроводах, ведущих к компрессорам (желательно с шаровыми клапанами - для снижения потерь давления).

15.3 Примеры применения

Параллельное соединение с общим маслоотделителем и маслоохладителем

Эти варианты подробно описаны

- в Технической информации *ST-140* и,
- для систем на R717, в Технической информации *AT-640*.

Объединение для разных температур испарения

Данные приведены для HS. и OS. компрессоров и для большинства хладагентов. В CS. компрессорах маслоотделитель встроен в компрессор, поэтому он здесь не приводится. По компрессорам OS.A на R717 (аммиак) см. Техническую информацию *AT-640*.

Пример для HS.53 до 74 и OS.53 до 74:

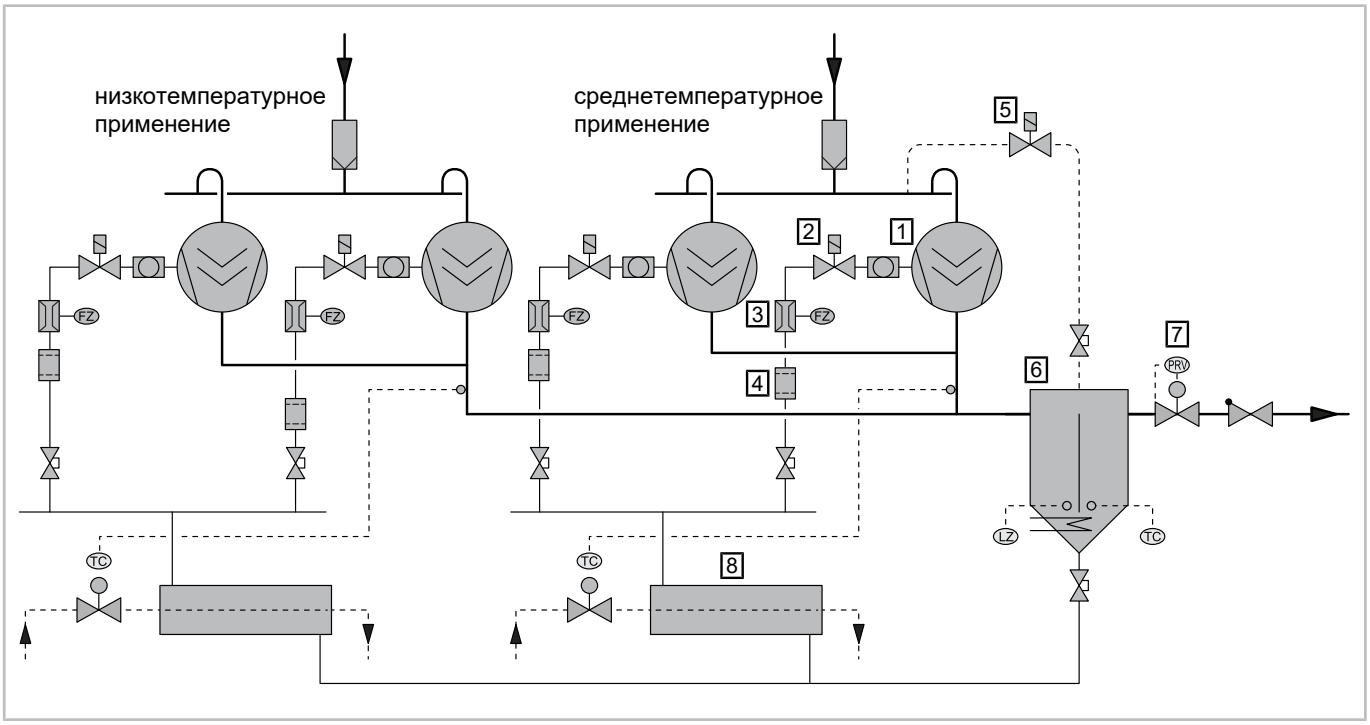


Рис. 19: Объединение для разных температур испарения, HS.53 до 74 и OS.53 до 74 (кроме R717). В зависимости от системы также может применяться общий маслоохладитель (см. *ST-140*).

Пример для HS.85 и OS.85:

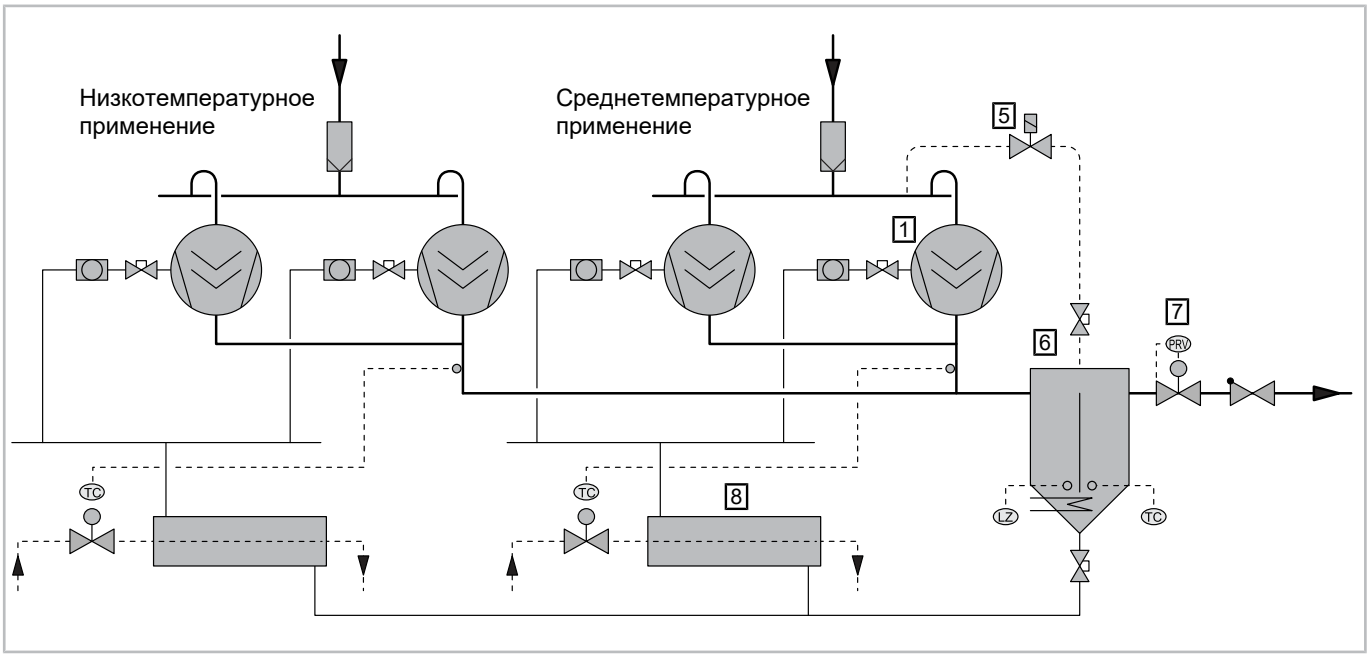


Рис. 20: Объединение для разных температур испарения, HS.85 и OS.85 (кроме R717). В зависимости от системы также может применяться общий маслоохладитель (см. *ST-140*).

Условные обозначения	
1	Компрессор
2	Масляный соленойдный клапан
3	Реле протока масла
4	Масляный фильтр
5	Байпас при простое (при необходимости)
6	Маслоотделитель с подогревателем и датчиком уровня масла
7	Клапан поддержания давления до себя (при необходимости)
8	Маслоохладитель с водяным охлаждением (при необходимости)
9	Конденсатор
10	Маслоохладитель с воздушным охлаждением
11	Масляный насос (при необходимости)
12	Смесительный клапан (при необходимости)
	Фильтр всасываемого газа
	Смотровое стекло
	Регулирующий клапан
	Соленоидный клапан
	Обратный клапан
	Запорный клапан
PRV	Клапан поддержания давления до себя
LZ	Датчик уровня
FZ	Реле протока
PC	Регулятор давления
TC	Регулятор температуры

Табл. 6: Условные обозначения для контура хладагента HS./OS.53 до 85 (кроме R717)

Условные обозначения содержат позиции присоединений, которые не отображаются на каждой схеме.