

EST-420-6

Einsatz von externen Frequenzumrichtern bei BITZER Scrollverdichtern

Deutsch 2

Operation of BITZER scroll compressors with external frequency inverters

English..... 38

Эксплуатация спиральных компрессоров BITZER с внешними преобразователями частоты

Русский..... 71

ESH7

ELH7

ELA7

ELV21

ELV52

GSD6

GSU6

GSD8

GSU8

GED8

PDF Download // 08.2024

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	5
2.1	Bei brennbaren Kältemitteln beachten	6
2.1.1	Einsatz von brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklassen A2L und A3 (z. B. R1234yf oder R290)	6
2.1.2	Arbeiten an Anlagen mit A3-, A2L- und B2L-Kältemitteln	6
2.1.3	Anlagenlayout mit leicht entzündlichen Kältemitteln	6
2.1.4	Verdacht auf verbranntes Kältemittel im Anschlusskasten	6
2.1.5	Demontierte Bauteile aus Anlagen mit A3- oder A2L-Kältemitteln	7
2.1.6	Gebrauchtöl aus Anlagen mit A3- oder A2L-Kältemitteln	7
3	Betrieb mit Frequenzumrichter	8
3.1	Kälteleistung und Anlageneffizienz	8
3.2	Anwendungsbereiche	10
4	Auswahl	12
4.1	Auswahl mit der BITZER SOFTWARE	12
4.2	Verdichtermotoren	17
4.2.1	Sonderspannungsmotoren	19
4.3	Geeignete Schutzgeräte	20
4.4	Tandem- und Trio-Betrieb	20
4.4.1	Tandems mit FU an jedem Verdichter	21
4.4.2	Tandems mit FU am Primärverdichter (50 Hz)	24
4.4.3	Tandems mit FU am Sekundärverdichter (50 Hz)	25
4.4.4	Tandems mit FU am Primärverdichter (60 Hz)	26
4.4.5	Tandems mit FU am Sekundärverdichter (60 Hz)	28
4.4.6	Trios mit FU an jedem Verdichter	29
4.4.7	Trios mit FU an Verdichter 2 (50 Hz)	30
4.4.8	Trios mit FU an Verdichter 2 (60 Hz)	31
5	Elektrischer Anschluss von Verdichter und Frequenzumrichter	32
5.1	Kabelführung	33
5.2	LSPM-Motor	33
6	In Betrieb nehmen	34
6.1	Konfiguration des Frequenzumrichters	34
6.2	Anlaufsequenz	35
6.3	Schalzhäufigkeit und Mindestlaufzeiten	37

1 Einleitung

Mit Frequenzumrichtern kann die Kälteleistung des Verdichters durch Drehzahlregelung stufenlos an den Kältebedarf der Anlage angepasst werden. Der nachfolgende Leitfaden erläutert Auslegung, Betrieb, Einsatzbereiche und Besonderheiten von

- BITZER Scrollverdichtern
- in Kombination mit externen, separat montierten Frequenzumrichtern zur Drehzahlregelung, z.B. dem BITZER VARIPACK.

Alle BITZER Scrollverdichter sind konstruktiv für einen Betrieb ober- und unterhalb der Netzfrequenz ausgelegt und können damit über ein besonders breites Leistungsspektrum betrieben werden.

Vorteile des Betriebs mit Frequenzumrichter (FU):

- höhere Anlageneffizienz insbesondere bei Teillast
- genauere Temperaturführung möglich
- exakte Medientvorlauftemperatur bei kritischen Prozesskühlungen und Wärmepumpen
- weniger Verdichteranläufe
- geringere Belastung des Motors und des Stromnetzes durch integrierten Sanftanlauf: Anlaufstrom geringer als bei Direktanlauf, Sanftanlauf, Stern-Dreieck- oder Teilwicklungsanlauf
- höhere Kälteleistung durch Betrieb oberhalb der Netzfrequenz in vielen Fällen möglich (erlaubt Einsatz eines Verdichters mit geringerem Fördervolumen bei Netzfrequenz 50 oder 60 Hz, ggf. niedrigere Kosten pro kW Kälteleistung)
- verringerte Schallemissionen (z.B. Ventilatoren, Pumpen)

Die Abbildung unten zeigt die geringeren Temperaturschwankungen bei Regelung mit Frequenzumrichter:

- Ein/Aus-Regelung, linkes Drittel: große Temperaturschwankungen, relativ niedrige mittlere effektive Verdampfungstemperatur (dünne gepunktete Linie)
- Gestufte mechanische Regelung, mittleres Drittel: reduzierte Temperaturschwankungen durch schnellere Regelung, höhere mittlere effektive Verdampfungstemperatur und dadurch höhere Effizienz
- Regelung mit Frequenzumrichter, rechtes Drittel: sehr gleichmäßige Raumtemperatur bzw. Medientvorlauftemperatur ($\pm 0,5$ K möglich) durch stufenlose Regelung, höhere mittlere effektive Verdampfungstemperatur und dadurch höhere Effizienz

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters lässt sich die mittlere Verdampfungstemperatur z.B. von -7 auf $-4,5^{\circ}\text{C}$ steigern. Eine um 1 K höhere Verdampfungstemperatur erhöht die Anlageneffizienz um bis zu 3%.

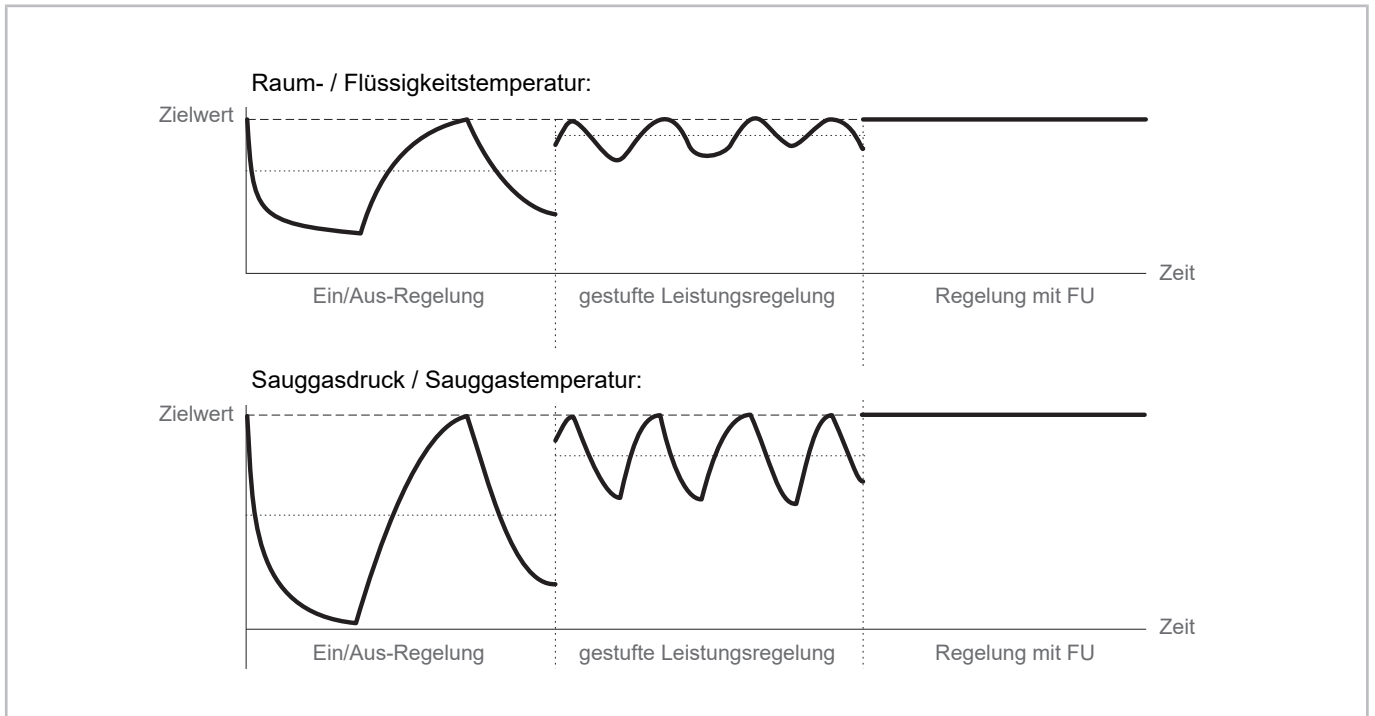


Abb. 1: Leistungsregelung mit Frequenzumrichter (FU) im Vergleich zur Ein/Aus- und gestuften mechanischen Leistungsregelung

Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten:

- ESB-100: Betriebsanleitung Hermetische Scrollverdichter ESH
- ESB-110: Betriebsanleitung Hermetische Scrollverdichter ELH und ELA
- ESB-130: Betriebsanleitung Hermetische Scrollverdichter ORBIT 6 und ORBIT 8
- ESB-310: Betriebsanleitung Halbhermetische Scrollverdichter ELV21
- ESB-320: Betriebsanleitung Halbhermetische Scrollverdichter ELV(E)52
- CB-110 und CB-111: Betriebsanleitungen VARIPACK - externe BITZER Frequenzumrichter
- AT-660: Einsatz von R290 und R1270, A3-Kältemittel

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.

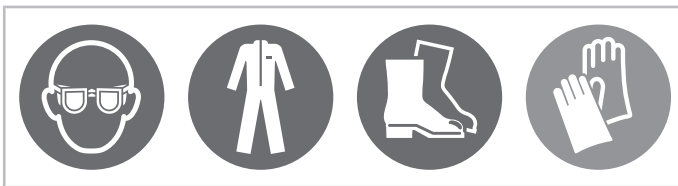


Abb. 2: Persönliche Schutzausrüstung tragen!

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 Bei brennbaren Kältemitteln beachten

2.1.1 Einsatz von brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklassen A2L und A3 (z. B. R1234yf oder R290)

Die Angaben in diesem Kapitel zum Einsatz von Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L beziehen sich auf europäische Vorschriften und Richtlinien. In Regionen außerhalb der EU die dort geltenden länderspezifischen Vorschriften beachten.

Dieses Kapitel beschreibt die vom Produkt beim Einsatz von Kältemitteln der Sicherheitsklassen A3 und A2L ausgehenden zusätzlichen Restrisiken und gibt Erläuterungen dazu. Diese Informationen dienen dem Anlagenhersteller für die von ihm auszuführende Risikobewertung der Anlage, sie können in keiner Weise die Risikobewertung für die Anlage ersetzen. Weitere Hinweise zur Anlagenausführung siehe Technische Information AT-660.

Bei der Ausführung, der Wartung und dem Betrieb von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L gelten besondere Sicherheitsbestimmungen.



Information

Bei Einsatz eines brennbaren Kältemittels:

Warnzeichen "Warnung vor feuergefährlichen Stoffen" (W021 nach ISO7010) gut sichtbar am Verdichter anbringen.

2.1.2 Arbeiten an Anlagen mit A3-, A2L- und B2L-Kältemitteln

Wenn der Kältekreislauf geöffnet werden soll:



GEFAHR

Explosionsgefahr!
Rohre nicht löten!

- ▶ Rohrverschraubungen lösen oder Rohre aufschneiden.
- ▶ Funkenbildung vermeiden.

2.1.3 Anlagenlayout mit leicht entzündlichen Kältemitteln

Elektrische Schalter, die einen Zündfunken erzeugen können, dürfen nicht in räumlicher Nähe von Bauteilen montiert werden, aus denen Kältemittel austreten kann. Das bedeutet beispielsweise:

- ▶ Hoch- und Niederdruckschalter außerhalb des Schaltschranks montieren.

2.1.4 Verdacht auf verbranntes Kältemittel im Anschlusskasten

Die Verbrennung von Kältemittel im Anschlusskasten kann nur bei gleichzeitigem Auftreten mehrerer sehr seltener Fehler geschehen. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist als äußerst gering einzuschätzen. Bei der Verbrennung von fluorhaltigen Kältemitteln können lebensgefährliche Mengen an giftigen Gasen freigesetzt werden.



GEFAHR

Lebensgefährliche Abgase und Verbrennungsrückstände!
Maschinenraum mindestens 2 Stunden lang gut ventilieren.
Verbrennungsprodukte keinesfalls einatmen!
Mit säurefesten Handschuhen arbeiten.

Bei Verdacht auf verbranntes Kältemittel im Anschlusskasten:

- ▶ Aufstellort nicht betreten und mindestens 2 Stunden gut ventilieren.
- ▶ Verbrennungsprodukte keinesfalls einatmen.
- ▶ Aufstellort erst betreten, wenn die Verbrennungsgase vollständig abgezogen sind. Die möglicherweise giftige und korrosive Abluft muss ins Freie geleitet werden.
- ▶ Geeignete säurefeste Handschuhe tragen.
- ▶ Feuchte Rückstände nicht berühren sondern trocknen lassen, da sie gelöste giftige Stoffe enthalten können.
- ▶ Betroffene Teile durch ausgebildetes Fachpersonal reinigen lassen.
- ▶ Korrodierte Bauteile entfernen und fachgerecht entsorgen.

2.1.5 Demontierte Bauteile aus Anlagen mit A3- oder A2L-Kältemitteln

Aus Anlagenbauteilen gast nach der Demontage noch Kältemittel aus, das abbrennen oder mit der Umgebungsluft ein zündfähiges Gemisch bilden kann. Dies bei der Bewertung des Risikos für den Eingriff in die Anlage berücksichtigen und entsprechende Betriebsmittel bereit halten. Das kann beispielsweise bedeuten:

- ▶ LeitungsfILTER absaugen und mit reinem Stickstoff spülen.
- ▶ Rohrleitungen vollständig von Öl befreien und mit reinem Stickstoff spülen.
- ▶ Ölhaltige Lappen in feuerfesten Gefäßen entsorgen.
- ▶ Absperrbare Anlagenbauteile evakuieren, mit reinem Stickstoff füllen und dann absperren. Dies gilt auch für einen demontierten Verdichter.
- ▶ Demontierte Bauteile in jedem Fall mit dem Warnzeichen "feuergefährlicher Stoff" W021 aus ISO7010 kennzeichnen.

2.1.6 Gebrauchtöl aus Anlagen mit A3- oder A2L-Kältemitteln



HINWEIS

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

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

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

Bei Lagerung und Transport beachten:

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

3 Betrieb mit Frequenzumrichter

3.1 Kälteleistung und Anlageneffizienz

Mechanische Leistungsregelung

In größeren HLK-Systemen (Heizung, Lüftung und Klima) wie luftgekühlten Kühlsätzen ist eine übliche Methode der Leistungsregelung der Zusammenschluss mehrerer Verdichter, die ein- und ausgeschaltet werden. Der richtig dimensionierte Flüssigkeitskreislauf dämpft im Allgemeinen die resultierenden Änderungen der Flüssigkeitstemperatur. Die Gerätesteuerung liefert – zusammen mit unterschiedlichen Sensoren für Flüssigkeits- und Umgebungstemperatur – die Logik für die Schaltung der Verdichter, um die gewünschte Flüssigkeitstemperatur aufrechtzuerhalten.

Der Verdichter wird bei konstanter Drehzahl betrieben, die Drehzahl des Motors korreliert direkt mit der Netzfrequenz. Daraus resultieren für 2-polige Asynchronmotoren Nenndrehzahlen von

- 2900 min⁻¹ bei 50 Hz bzw.
- 3500 min⁻¹ bei 60 Hz.

Für hohe Energieeffizienz, hohe Regelungsgenauigkeit der Flüssigkeitstemperatur oder sehr niedrige Last sind Frequenzumrichter zur Leistungsregelung oft vorteilhaft.

Leistungsregelung mit Frequenzumrichter

Das durchschnittliche Drehmoment an der Verdichterwelle hängt v.a. von den Betriebsbedingungen und dem Kältemittel ab und bleibt daher über einen breiten Drehzahl-/Frequenzbereich annähernd konstant. Kälteleistung und Leistungsaufnahme variieren deshalb annähernd proportional zur Drehzahl (siehe Abb. unten), die Kälteleistung kann mithilfe der Drehzahl stufenlos angepasst werden. Die zulässigen Drehzahlen für BITZER Verdichter sind unten dokumentiert (*Anwendungsbereiche*).

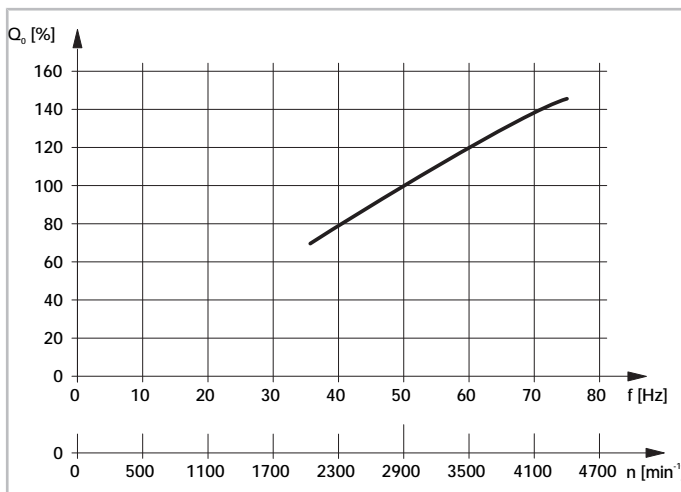


Abb. 3: Typischer Verlauf der Kälteleistung Q_0 in Abhängigkeit von Drehzahl und Frequenz bei einem ORBIT Verdichter (E..7 Serie: max. 65 Hz)

Die elektrische Leistungsaufnahme bei Vollast ist geringfügig höher als bei Betrieb des Verdichters direkt am Netz. Dies ist auf Verluste im Frequenzumrichter zurückzuführen - verursacht durch die Verluste einzelner elektronischer Komponenten zur Leistungsumwandlung und zur Kühlung des Frequenzumrichters. Eine weitere Quelle für die Erwärmung des Motors und den reduzierten Motorwirkungsgrad sind Oberwellen: Je höher die Qualität des Frequenzumrichters und je besser er konfiguriert ist, desto geringer ist der Oberwellenanteil im Ausgangssignal.

Verschiedene Variablen im Umrichterbetrieb beeinflussen Betrieb und Anlauf des Verdichters:

- Der Spannungsverlauf begrenzt und regelt die Stromversorgung des Motors,
- die Schaltfrequenz des Stromrichters im Frequenzumrichter regelt Leistung und Zuverlässigkeit des Motors,

- die Anlaufsequenz und Spannungsverstärkung regeln den Anlauf des Verdichters.

Im Allgemeinen werden jedoch die Verluste durch den Frequenzumrichter normalerweise ausgeglichen durch Gewinne bei der Anlageneffizienz, indem man durch Anpassung der Verdichterleistung an die Anforderungen der Anlage einen effizienteren Zyklus nutzt. Umrichteranwendungen erhöhen daher normalerweise die Gesamteffizienz der Anlage unter "realen" Bedingungen.

Spannungsverlauf

Für gegebene Betriebsbedingungen wird das Motordrehmoment unabhängig von der Drehzahl relativ konstant sein. Für einen guten Motorwirkungsgrad und eine gute Zuverlässigkeit sollte die Spannung über den Drehzahlbereich angepasst werden, um einen konstanten Strom (Stromstärke) bei gegebenen Bedingungen zu erreichen. Dies geschieht am besten, indem das Verhältnis der Typschildspannung zur Typschildfrequenz festgelegt und der Umrichter so programmiert wird, dass er dieses Verhältnis über den Drehzahlbereich beibehält. Dies ist allgemein als Spannungs-Frequenz-Verhältnis (U/f) oder Volt-Hertz-Verhältnis bekannt.

Der Frequenzumrichter kann keine Spannung abgeben, die über der Eingangsspannung (= Anschlussspannung) liegt. Daher kann die Statorspannung bei höherer Frequenz des Frequenzumrichters nicht weiter ansteigen. Der Magnetisierungsstrom in der Hauptinduktivität sinkt, das Stator-Drehfeld und das Drehmoment werden geschwächt.

Das bedeutet, dass beim Anheben der Frequenz über die Synchrondrehzahl das Spannungs-Frequenz-Verhältnis U/f sinkt. Da das vom Verdichter benötigte Drehmoment konstant bleibt, erhöht sich die Stromaufnahme des Motors (siehe Abb. unten). Daher sollte der Motor bei der Netzfrequenz über eine ausreichende Reserve (Strom / Leistung) verfügen. Die Frequenz / Drehzahl kann bis zum maximalen Motorstrom (RMS - root mean square) erhöht werden (siehe maximaler Betriebsstrom auf dem Typschild oder in der BITZER SOFTWARE).

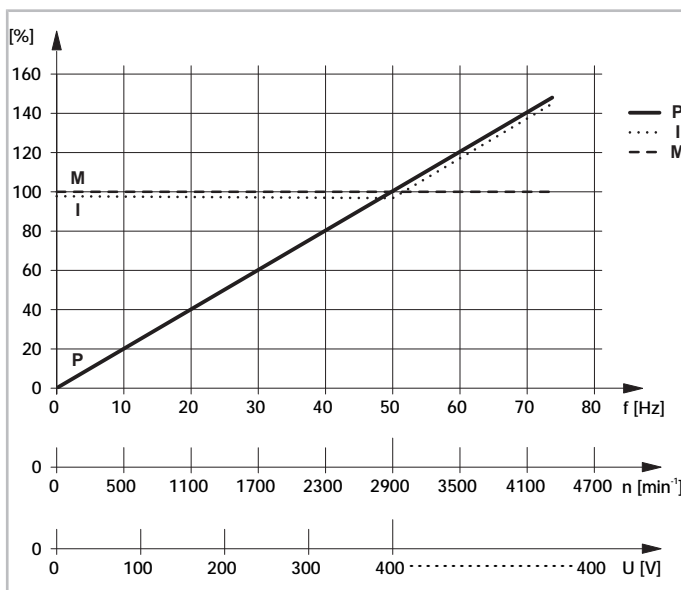


Abb. 4: Betriebscharakteristik eines ORBIT Verdichtermotors (E..7 Serie: max. 65 Hz) bei Betrieb mit Frequenzumrichter (400 V/3/50 Hz) mit Reserve.

P: max. Leistungsaufnahme Verdichter

M: max. Drehmoment des Motors an Verdichterwelle

I: max. Stromaufnahme Verdichter

f: Frequenz (Frequenzumrichter-Ausgang)

U: Ausgangsspannung (Frequenzumrichter)

3.2 Anwendungsbereiche

Für einen sicheren Betrieb des Verdichters mit Frequenzumrichter unbedingt folgende Begrenzungsfaktoren berücksichtigen:

- minimale und maximale Frequenz (siehe unten)
- maximale Motortemperatur
- maximale Druckgastemperatur und Druckdifferenz ($p_c - p_o$)
- maximalen und minimalen Hochdruck
- maximalen Betriebsstrom des Verdichters
- maximale Verdampfungstemperatur
- minimale Druckdifferenz ($p_c - p_o$)
- minimalen Saugdruck

Diese Begrenzungsfaktoren definieren die Einsatzgrenzen für einen sicheren Betrieb (siehe unten). Sie können jedoch in Abhängigkeit von Frequenzbereichen und Betriebsbedingungen variieren.

Drehzahl- und Frequenzbereiche

Die Mindestfrequenz beträgt 35 bzw. 44 Hz: Dies hat sich als die sichere Mindestgeschwindigkeit erwiesen, die erforderlich ist, um das Lagersystem des Verdichters ausreichend zu ölen. Bei niedrigeren Geschwindigkeiten besteht die Gefahr von Ölmangel und Lagerausfall.

Die Maximalfrequenz ist begrenzt durch die zunehmende Zentrifugalkräfte, die die mechanische Stabilität der Scrollspiralen beeinflussen.

Verdichter	Frequenzbereich (Hz)	Drehzahlbereich (min^{-1})
ESH7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELH7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELA7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELV21	44 .. 140	2500 .. 8000
ELV52	44 .. 130	2500 .. 7500
ORBIT		
GED8	35 .. 60	2000 .. 3500
GSD6 .. GSD8	35 .. 75	2000 .. 4400
GSU6 .. GSU8	35 .. 75	2100 .. 4500
ORBIT Tandem / Trio	siehe unten (<i>Tandem- und Trio-Betrieb</i>)	

Tab. 1: Drehzahl- und Frequenzbereiche von BITZER Scrollverdichtern mit externen Frequenzumrichtern (zusätzlich die Einsatzgrenzen und maximale Stromaufnahme des Motors beachten)

Bitte kontaktieren Sie BITZER für Anwendungsrichtlinien mit externem Frequenzumrichter.

Einsatzgrenzen

Im Allgemeinen wurden Verdichtermodelle, die für den Betrieb mit Frequenzumrichter zugelassen sind, einem vollständigen Lastzyklustest bei minimaler und maximaler Drehzahl unterzogen. Normalerweise entsprechen die Einsatzgrenzen den z.B. in der BITZER SOFTWARE veröffentlichten Grenzen mit fester Drehzahl. Einige spezielle Überlegungen können jedoch Einschränkungen bei bestimmten Drehzahlen erfordern.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft Einsatzgrenzen eines ORBIT Verdichters für unterschiedliche Frequenzen. Der Verdichter darf nur im Bereich unterhalb der gezeigten Frequenzlinien betrieben werden - andernfalls muss ein Sonderspannungsmotor gewählt werden (*Sonderspannungsmotoren*).

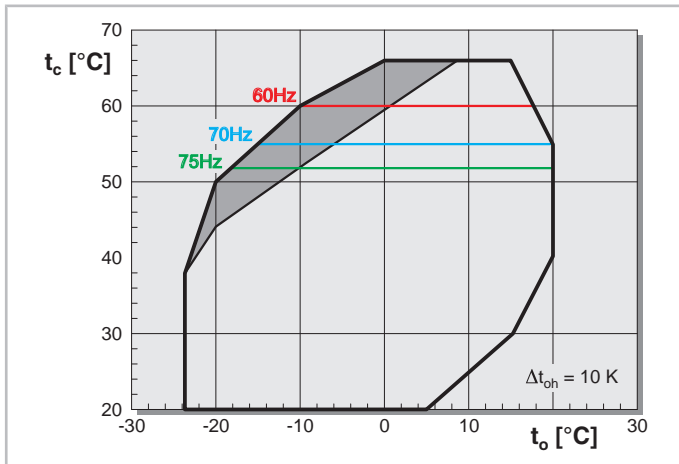


Abb. 5: Vereinfachtes Beispiel für Einsatzgrenzen eines ORBIT Scrollverdichters mit Frequenzumrichter bei 60, 70 und 75 Hz (Beschränkungen durch die Motortemperatur oder maximale Stromstärke). Der Verdichter darf nur im Bereich **unterhalb** der Frequenzlinien betrieben werden.

t_o : Verdampfungstemperatur, t_c : Verflüssigungstemperatur, Δt_{oh} : Sauggasüberhitzung

Graue Fläche: Einschränkungen für Frequenzen < 50 Hz möglich.

Konkrete Einsatzgrenzen für die jeweiligen Verdichter, Motoren und Kältemittel sind in der BITZER SOFTWARE aufgeführt oder auf Anfrage erhältlich.

Schwingungen

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

- Druckpulsationen in der Druckgasleitung
- Drehmomentschwankungen, die auf die Verdichterbefestigung oder die Flanschverbindungen der Leitungen wirken
- Resonanzen in der Economiser-Leitung (bei Schrauben- und Scrollverdichtern)

Die Frequenz dieser Schwingungen steht in Zusammenhang mit der Betriebsfrequenz des Verdichters, die sich in einem breiten Bereich bewegen kann. Verglichen mit Anlagen mit fester Drehzahl (ohne Frequenzumrichter) verschärft sich dies in frequenzgeregelten Anlagen: Selbst wenn die Rohrleitungen bei einer bestimmten Drehzahl ausreichend sind, kann dies bei anderen Drehzahlen nicht der Fall sein. Aus diesem Grund müssen die Rohrleitungsschwingungen im gesamten Drehzahlbereich sowohl bei der Anlagenplanung als auch bei der Inbetriebnahme jeder einzelnen Anlage geprüft werden (*Konfiguration des Frequenzumrichters*).

Daten aus Schallmessungen für jeden Verdichter werden in der Technischen Information [AT-340](#) und in der BITZER SOFTWARE, Registerkarte "Technische Daten" bereitgestellt.

4 Auswahl

4.1 Auswahl mit der BITZER SOFTWARE



Information

In der Bitzer Software ist eine Auslegung mit externem Frequenzumrichter bisher nur für ORBIT Verdichter möglich.

Schritt 1: Verdichter wählen

Zunächst Kältemittel, Kälteleistung und Betriebspunkte sowie "Externer FU" wählen. Anschließend Berechnung starten durch Klick auf die Schaltfläche . Die Software bietet dann zwei geeignete Verdichter im Bereich der maximalen Betriebsfrequenz an, jeweils mit ihrem Standardmotor (*Verdichtermotoren*). Wird einer dieser Verdichter ausgewählt, gibt die Software Frequenz, Kälteleistung und Stromaufnahme (Spannung) aus:

The screenshot shows the BITZER software interface for compressor selection. The left panel contains configuration options, and the right panel displays the selected compressor's technical data.

Configuration (Left Panel):

- Modus:** Kälte- und Klimaanlage
- Kältemittel:** R410A
- Bezugstemperatur:** Taupunkt
- Verdichterart:** Einzelverdichter
- Baureihe:** ORBIT
- Verdichterwahl:**
 - Kälteleistung: 60 kW
 - Verdichtertyp: GSD60235VA
- Betriebspunkt:**
 - Verdampfung: 0 °C
 - Verflüssigung: 50 °C
- Betriebsbedingungen:**
 - Flüss. unterk. (im Verfl.): 0 K
 - Sauggasüberhitzung: 10 K
 - Nutzbare Überhitzung: 100 %
- Leistungsregelung:**
 - ohne
 - Externer FU: 62Hz
- Netzversorgung:**
 - Netzfrequenz: 50Hz
 - Netzspannung: Standard (400V)

Technical Data (Right Panel):

Verdichter: GSD60235VA_4

Verdichterrfrequenz	62,0 Hz
Kälteleistung	52,9 kW
Kälteleistung *	52,9 kW
Verdampferleist.	52,9 kW
Leistungsaufnahme	19,62 kW
Strom (400V)	32,6 A
Spannungsbereich	380-420V
Verflüssigerleistung	72,5 kW
Leistungszahl	2,69
Leistungszahl *	2,69
min. Kälteleistung	29,3 kW (35 Hz)
max. Kälteleistung	64,5 kW (75 Hz)
Massenstrom	1299 kg/h
Druckgastemp. ungekühlt	92,3 °C

Abb. 6: Die BITZER SOFTWARE zeigt Frequenz, Kälteleistung und Stromaufnahme (Spannung) für den gewählten Verdichter.

Durch schrittweises Erhöhen der Betriebsfrequenz (Schieber bei "Externer FU") kann für die gewählte Kombination aus Verdichter, Kältemittel und Betriebspunkt die maximal mögliche Betriebsfrequenz ausfindig gemacht werden. Für einen Betrieb oberhalb dieser Frequenz gibt die Software eine Fehlermeldung aus, evtl. ist ein Sonderspannungsmotor erhältlich (*Sonderspannungsmotoren*). Die Berechnung von Sonderspannungsmotoren ist allerdings nicht in der BITZER SOFTWARE implementiert und erfolgt auf Anfrage.

Schritt 2a: BITZER VARIPACK Frequenzumrichter wählen

Durch die modulare Bauweise der VARIPACK Frequenzumrichter steht ein breites Spektrum zur Verfügung, das flexibel, übersichtlich und optimal auf die BITZER Verdichter abgestimmt ist:

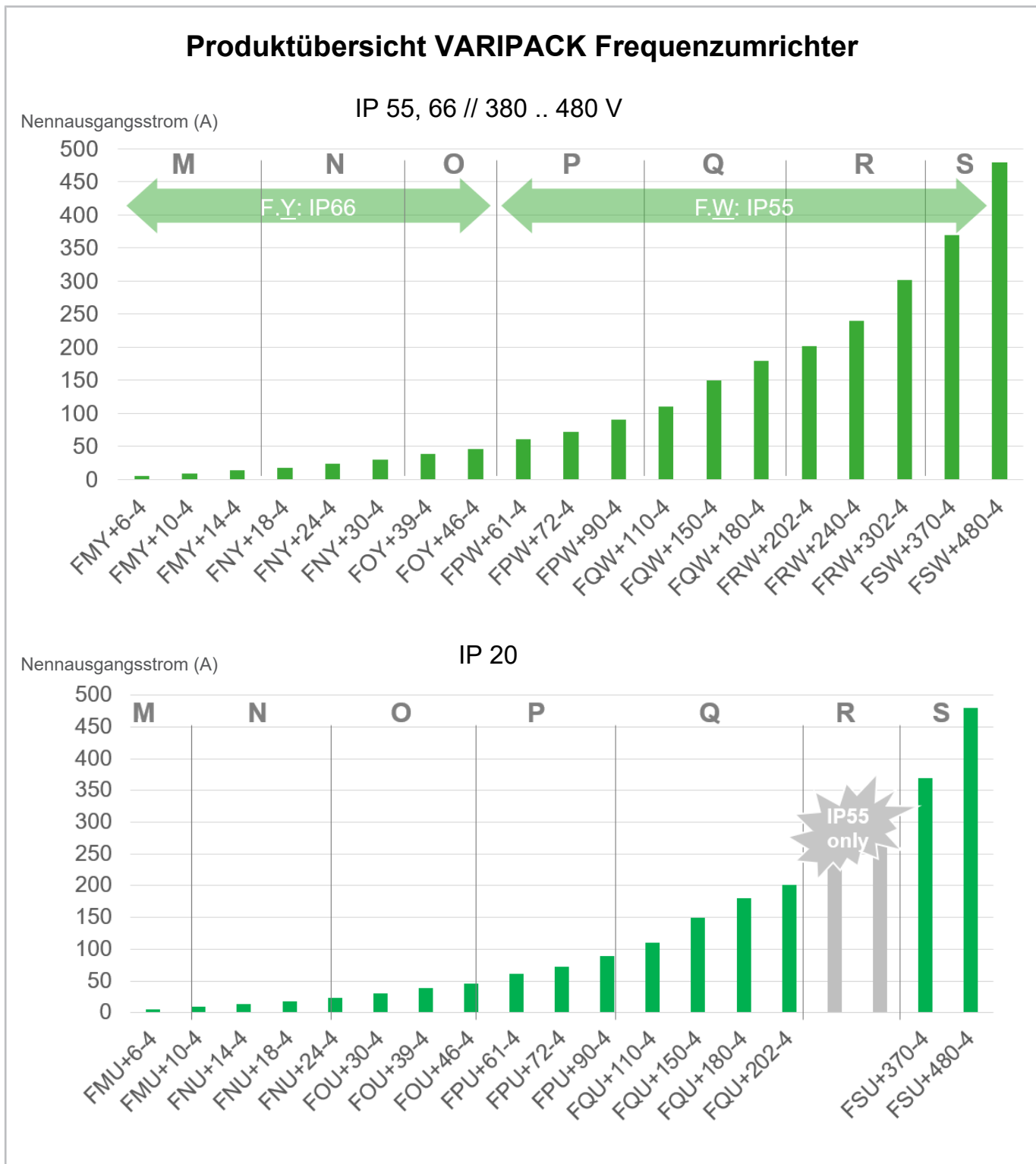
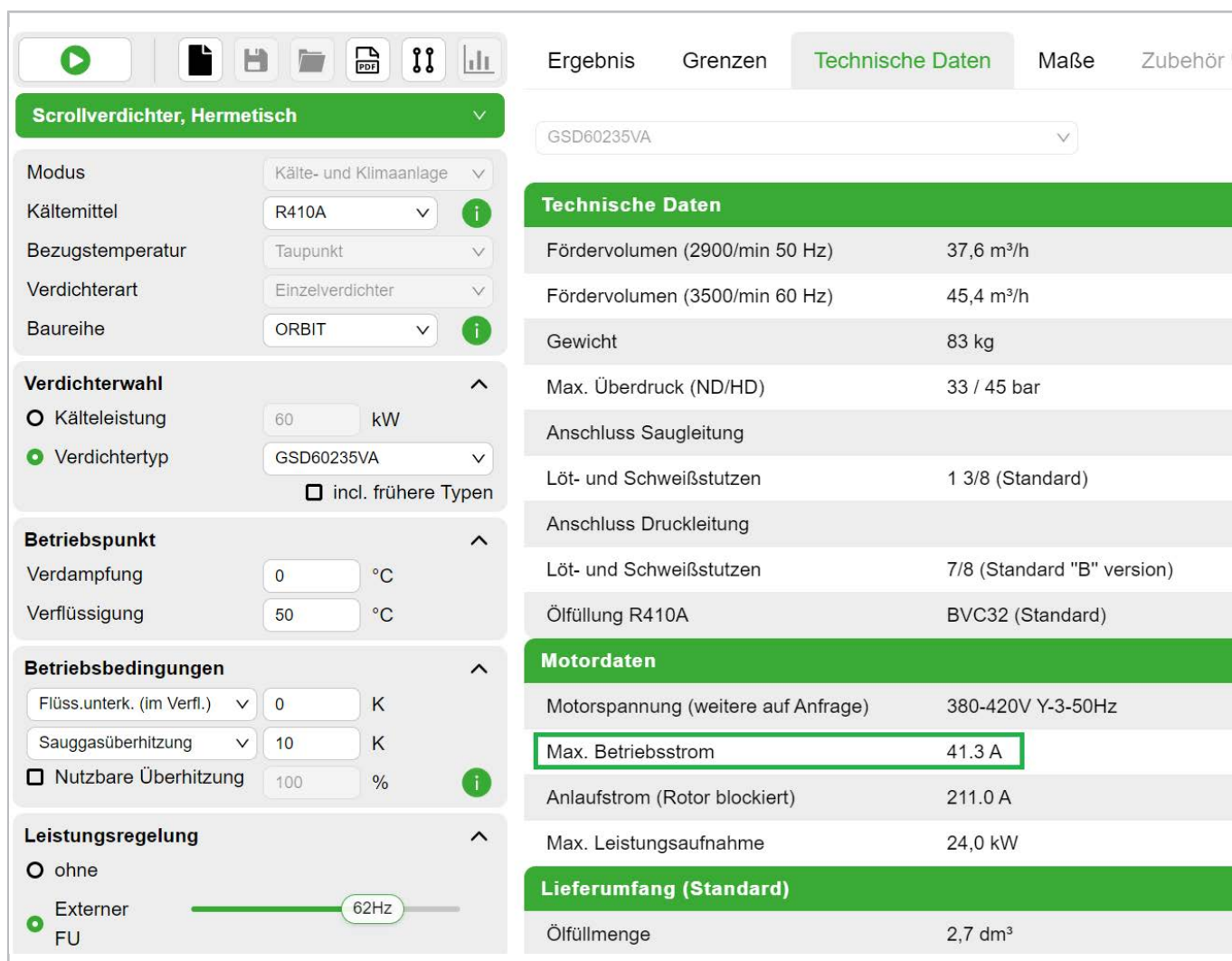


Abb. 7: Produktübersicht der BITZER VARIPACK Frequenzumrichter

Siehe auch:

- CP-110: Prospekt VARIPACK - externe BITZER Frequenzumrichter

Da das Zubehör-Modul in der BITZER SOFTWARE für Scrollverdichter noch nicht aktiv ist, muss der maximale Betriebsstrom des Verdichtermotors geprüft werden, der beim Betrieb mit Frequenzumrichter nicht überschritten werden darf. Er ist im Reiter "Technische Daten" aufgeführt:



The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface with the 'Technische Daten' (Technical Data) tab selected. The compressor model is GSD60235VA. The maximum operating current is highlighted as 41.3 A.

Technische Daten	
Fördervolumen (2900/min 50 Hz)	37,6 m³/h
Fördervolumen (3500/min 60 Hz)	45,4 m³/h
Gewicht	83 kg
Max. Überdruck (ND/HD)	33 / 45 bar
Anschluss Saugleitung	
Löt- und Schweißstutzen	1 3/8 (Standard)
Anschluss Druckleitung	
Löt- und Schweißstutzen	7/8 (Standard "B" version)
Ölfüllung R410A	BVC32 (Standard)
Motordaten	
Motorspannung (weitere auf Anfrage)	380-420V Y-3-50Hz
Max. Betriebsstrom	41.3 A
Anlaufstrom (Rotor blockiert)	211.0 A
Max. Leistungsaufnahme	24,0 kW
Lieferumfang (Standard)	
Ölfüllmenge	2,7 dm³

Abb. 8: Prüfen des maximalen Betriebsstroms in der BITZER SOFTWARE, um einen Frequenzumrichter zu wählen.

In diesem Beispiel beträgt der maximale Betriebsstrom 41,3 A, daher sollte ein VARIPACK mit einem Nennausgangsstrom $\geq 41,3$ A gewählt werden. Gemäß der Produktübersicht oben wäre das z.B. der FOY+46 (die mittlere Nr. 6 .. 302 in der Typenbezeichnung gibt den Nennausgangsstrom an).

Das Anlaufverhalten der Verdichter wurde für VARIPACK Frequenzumrichter optimiert, für die verschiedenen Kältemittel getestet, und die Ergebnisse wurden in der BITZER SOFTWARE hinterlegt. Damit ist mit VARIPACKS immer ein sicherer Anlauf gewährleistet.

Für weitere Details zum VARIPACK:

- [CB-110](#) und [CB-111](#): Betriebsanleitungen VARIPACK - externe BITZER Frequenzumrichter

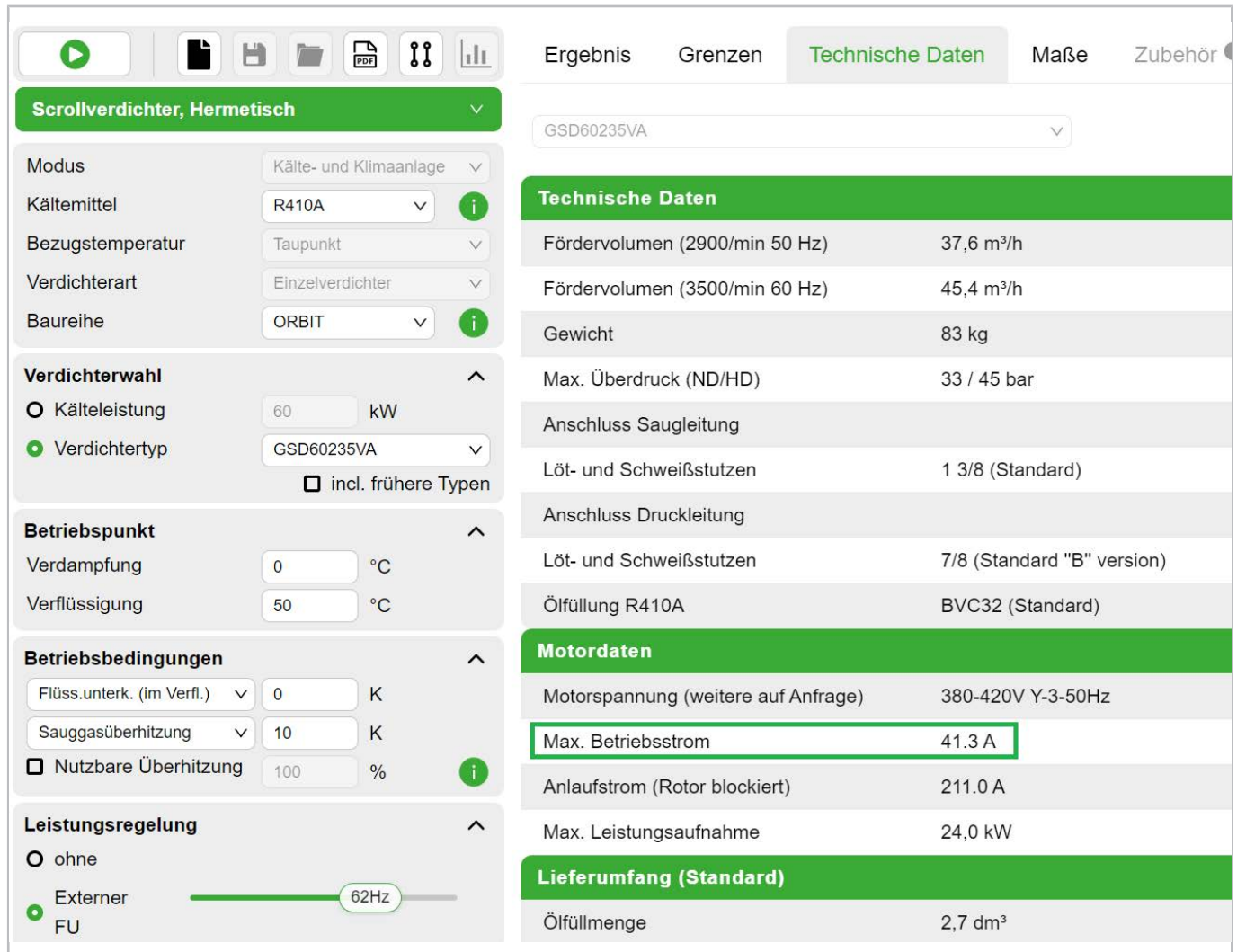
Schritt 2b: Frequenzumrichter eines anderen Herstellers wählen

- ▶ Mindestens 10% Reserve für Betriebsstrom einplanen

Der Frequenzumrichter muss den Verdichter bei allen Betriebsbedingungen kontinuierlich mit dem zu erwartenden Betriebsstrom versorgen können. Eine zusätzliche Reserve von mindestens 10% sollte eingeplant werden, um z.B. eine Unterspannung im Netz kompensieren zu können. Hat der Frequenzumrichter Begrenzerfunktionen, die unter solchen Umständen die maximale Frequenz limitieren, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten (wie z.B. der BITZER VARIPACK), kann die Reserve ggf. kleiner gewählt werden.

► Überlastfähigkeit für Verdichteranlauf berücksichtigen

Zusätzlich muss ein Ausgleichsfaktor F_C für den Strom beim Verdichteranlauf berücksichtigt werden. Für Scrollverdichter gilt: $F_S = 1,2$. Dieser Faktor wird multipliziert mit dem "Max. Betriebsstrom", den die BITZER SOFTWARE im Reiter "Technische Daten" für den jeweiligen Motor angibt (s. unten). Dieser maximale Strom muss innerhalb der kurzfristigen Überlastfähigkeit des Frequenzumrichters liegen, andernfalls muss ein größerer Frequenzumrichter gewählt werden.



The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface for a scroll compressor. The left sidebar contains configuration options for the compressor, and the main area displays technical data and motor specifications.

Compressor Configuration (Left Sidebar):

- Modus: Kälte- und Klimaanlage
- Kältemittel: R410A
- Bezugstemperatur: Taupunkt
- Verdichterart: Einzelverdichter
- Baureihe: ORBIT
- Verdichterwahl:
 - Kälteleistung: 60 kW
 - Verdichtertyp: GSD60235VA
 - incl. frühere Typen
- Betriebspunkt:
 - Verdampfung: 0 °C
 - Verflüssigung: 50 °C
- Betriebsbedingungen:
 - Flüss. unterk. (im Verfl.): 0 K
 - Sauggasüberhitzung: 10 K
 - Nutzbare Überhitzung: 100 %
- Leistungsregelung:
 - ohne
 - Externer FU: 62Hz

Technical Data (Main Area):

Ergebnis Grenzen Technische Daten Maße Zubehör

GSD60235VA

Technische Daten	
Fördervolumen (2900/min 50 Hz)	37,6 m³/h
Fördervolumen (3500/min 60 Hz)	45,4 m³/h
Gewicht	83 kg
Max. Überdruck (ND/HD)	33 / 45 bar
Anschluss Saugleitung	
Löt- und Schweißstutzen	1 3/8 (Standard)
Anschluss Druckleitung	
Löt- und Schweißstutzen	7/8 (Standard "B" version)
Ölfüllung R410A	BVC32 (Standard)
Motordaten	
Motorspannung (weitere auf Anfrage)	380-420V Y-3-50Hz
Max. Betriebsstrom	41.3 A
Anlaufstrom (Rotor blockiert)	211.0 A
Max. Leistungsaufnahme	24,0 kW
Lieferumfang (Standard)	
Ölfüllmenge	2,7 dm³

Abb. 9: Der "Max. Betriebsstrom" aus der BITZER SOFTWARE (hier: 41,3 A) multipliziert mit einem verdichterspezifischen Faktor (für Scrollverdichter: $F_S = 1,2$) ergibt die nötige kurzfristige Überlastfähigkeit des Frequenzumrichters. Bei BITZER VARIPACK Frequenzumrichtern (s. oben) ist dies bereits in der Auslegung berücksichtigt.

4.2 Verdichtermotoren

Für übliche Anwendungen schlägt BITZER die Verwendung des Standardmotors vor. Er ist besonders ökonomisch und kann in weiten Bereichen betrieben werden.

Anschlussspannung	Empfohlener Motor	Motorkennung
208-3-60	208/230 V/3/60 Hz	2
230-3-60	208/230 V/3/60 Hz	2
380-3-50	208/230 V/3/60 Hz	2
380-3-60	380 V/3/60 Hz	3
400-3-50	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4
460-3-60	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4
575-3-60	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4

Tab. 2: Empfohlene ORBIT Scrollverdichter-Motoren für den Betrieb mit Frequenzumrichter

Erklärung der Motorkennungen

ORBIT Serie

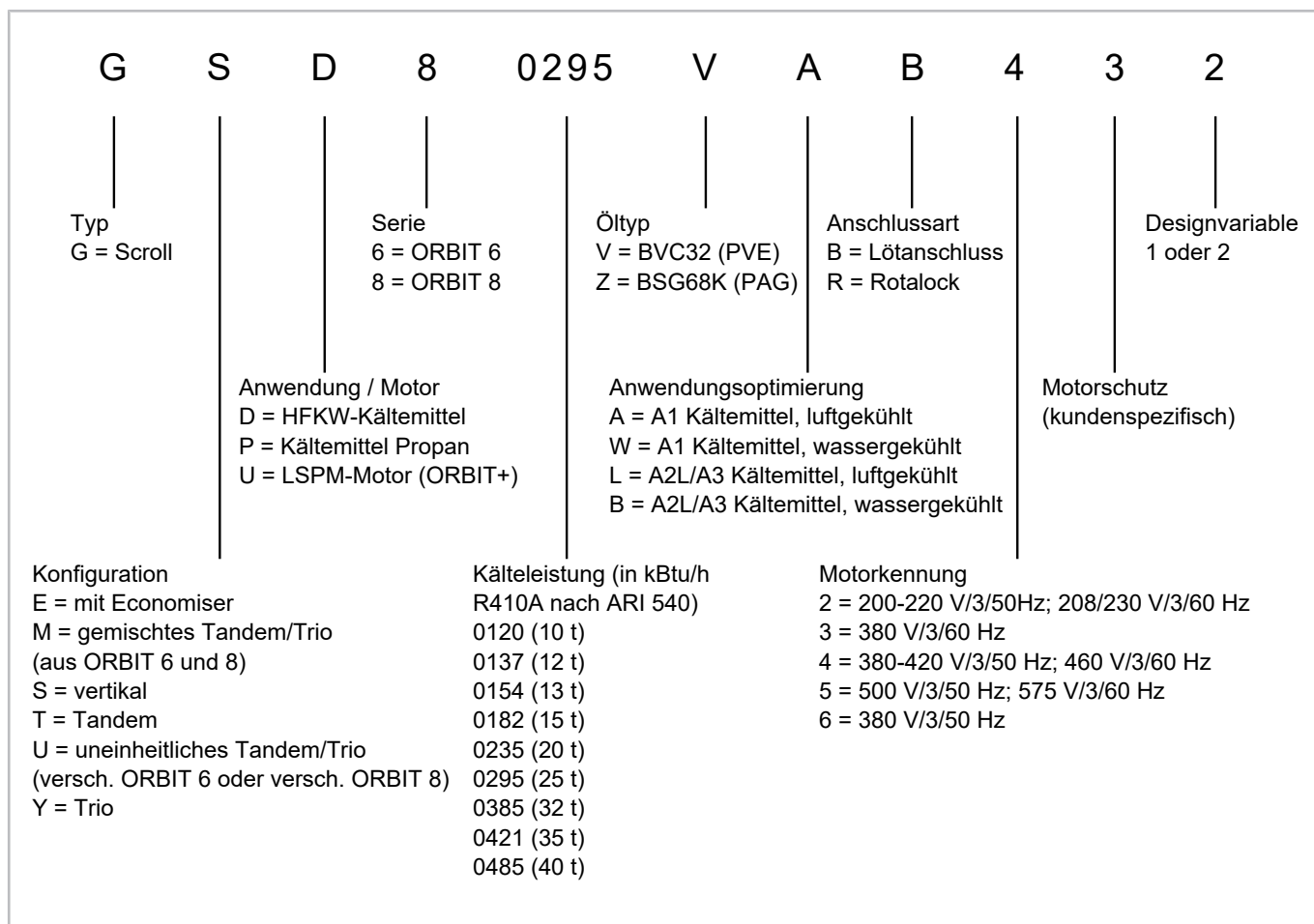


Abb. 10: Erläuterung der Motorkennung bei Scrollverdichtern der ORBIT Serie (Beispiel hier: GSD)

ESH7, ELH7 und ELA7 Serie

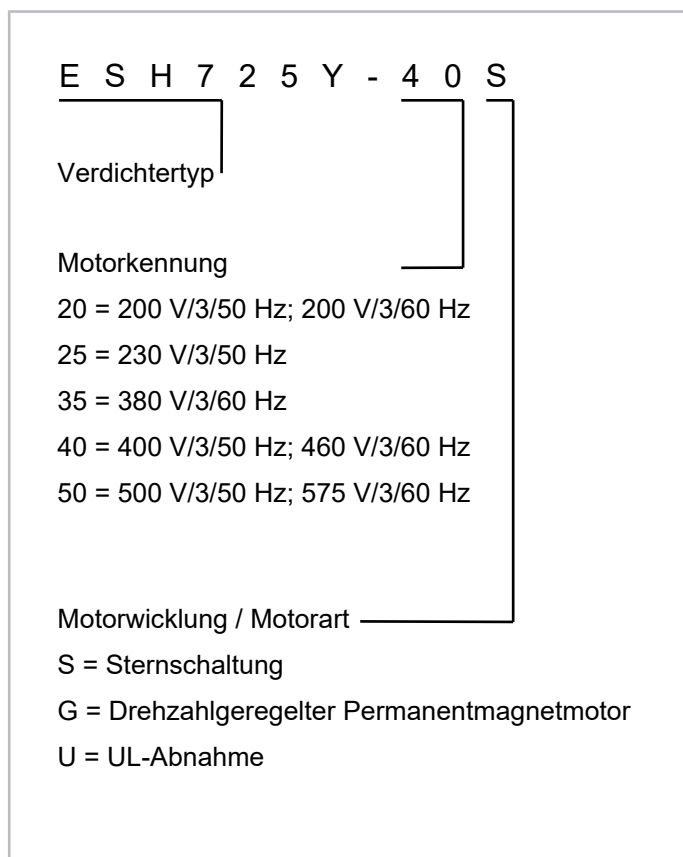


Abb. 11: Erläuterung der Motorkennung bei Scrollverdichtern der Serien ESH7, ELH7, ELA7 (Beispiel hier: ESH7)

Für weitere Details zu Motorkennungen:

- [EST-410](#): Motorkennungen für BITZER Scrollverdichter

LSPM Motoren

Verdichter mit einem Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM-Motor) sind erkennbar am Buchstaben "U" in der Typenbezeichnung (z. B. GSU60120VLB4-2). Die darin enthaltenen Permanentmagnete erzeugen ein nicht vernachlässigbares magnetisches Feld, das jedoch vom Verdichtergehäuse abgeschirmt wird.



Abb. 12: Warn- und Verbotsschilder auf einem Verdichter mit LSPM-Motor

Am Verdichter angebrachte Sicherheitszeichen



WARNUNG

Starkes Magnetfeld!

Magnetische und magnetisierbare Objekte fern halten!



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

4.2.1 Sonderspannungsmotoren

Wird der Motor bei Standardbedingungen und Netzfrequenz bereits bis zum maximalen Betriebsstrom ausgelastet, kann ein Sonderspannungsmotor sinnvoll sein, um einen größeren Regelbereich zu ermöglichen. Dadurch kann auch im Bereich oberhalb der Netzfrequenz ein konstantes Spannungs-Frequenz-Verhältnis U/f eingehalten werden, es steht ein konstantes Drehmoment über den gesamten Einsatzbereich zur Verfügung.

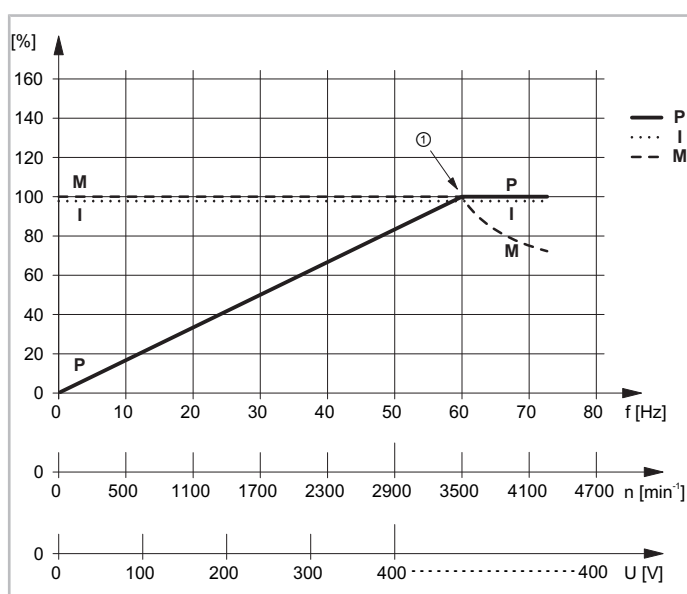


Abb. 13: Betriebscharakteristik eines ORBIT Verdichtermotors (E..7 Serie: max. 65 Hz) bei Betrieb mit Frequenzumrichter (380 V/3/60 Hz) ohne Reserve (Strom/Leistung), d.h. Motor am Betriebspunkt mit maximaler Leistung.

P: max. Leistungsaufnahme Verdichter

M: max. Drehmoment des Motors an Verdichterwelle

I: max. Stromaufnahme Verdichter

f: Frequenz (Frequenzumrichter-Ausgang)

U: Ausgangsspannung (Frequenzumrichter)

①: Netzfrequenz / Nennspannung des Motors



HINWEIS

Gefahr von Verdichterschaden und Motorausfall bei zu hoher Drehzahl!

Obere Drehzahlgrenze des Verdichters beachten! Siehe Einsatzgrenzen.

Bei Sonderspannungsmotoren bietet sich je nach Auslegung und/oder zulässigem Drehzahlbereich des Verdichters folgende Motoroption an (bezogen auf die Netzversorgung 400 V/3/50 Hz):

- Motorkennung 2: 200 V/3/50 Hz bei vollem Motordrehmoment – maximal zulässige Drehzahl des Verdichters beachten!

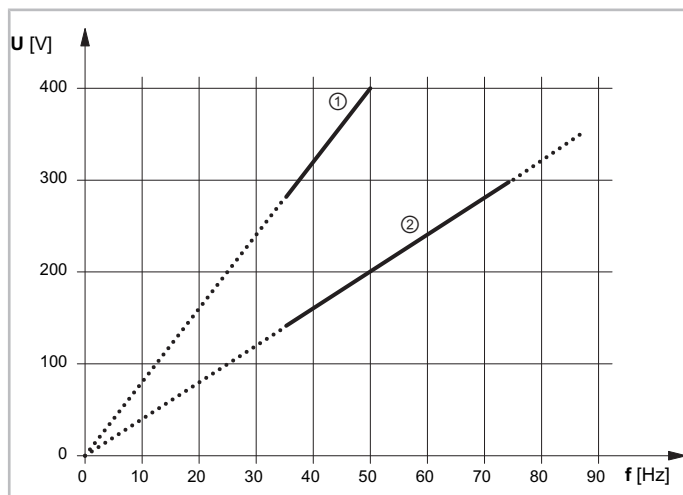


Abb. 14: Spannungsanstieg eines ORBIT Verdichtermotors (E..7 Serie: max. 65 Hz) über der Frequenz bei verschiedenen Motoren

①: 400 V/3/50 Hz (Motor 4)

②: 200 V/3/50 Hz (Motor 2)

Mit dieser Auslegung ist der Betriebsstrom bei Kurve ② (Motor 2) 1,3-mal so hoch wie bei Kurve ① (Motor 4). Dadurch erhöhen sich die Kosten für den Frequenzumrichter bzw. er ist entsprechend zu dimensionieren.

4.3 Geeignete Schutzgeräte

Das Standard-Verdichterschutzgerät (SE-B*) und die Temperatursensor-Optionen können in Kombination mit einem Frequenzumrichter verwendet werden. Auch das Schutzgerät SE-E5 mit Phasenüberwachung ist geeignet. Details siehe Technische Information [CT-120](#).

4.4 Tandem- und Trio-Betrieb

Umrichtergetriebene ORBIT Scrollverdichter können als Tandems und Trios angeschlossen werden (ESH7: nur Tandems, EL.7: nur Einzelbetrieb). In diesen Fällen ist jedoch der jeweilige maximale Frequenzbereich zu beachten (siehe Tabellen unten): Dies ist notwendig, um eine ausreichende Schmierung bzw. Ölrückführung aus der Anlage zu gewährleisten, wenn die Verdichtungsleistung reduziert wird. Ob durch Stufen- oder Umrichterbetrieb, die Leistungsreduzierung reduziert den Kältemittelmassenstrom in der Anlage. Es muss besonders darauf geachtet werden, Ölfällen zu vermeiden, und bei niedriger Auslastung und niedrigen Umgebungstemperaturen muss die Strömungsgeschwindigkeit ausreichen, um Öl aus Verdampfern und eventuellen Flüssigkeitsabscheidern zurückzuleiten.

Für allgemeine Informationen zur Integration von ORBIT Verdichtern in den Kältekreislauf:

- [EST-600](#): Einbindung von BITZER ORBIT Scrollverdichtern in den Kältekreislauf

Betrieb mit einzelnen Umrichtern statt einem gemeinsamen

Die Ausstattung jedes Verdichters mit einem Frequenzumrichter (= Einzelantrieb) ermöglicht es, einzelne Verdichter unabhängig von den anderen zu stoppen oder zu starten - innerhalb bestimmter Bereiche, die in den nachfolgenden Tabellen detailliert aufgeführt sind. Mit der BITZER Advanced Header Technology (BAHT) ist es möglich, ORBIT Verdichter mit fester und variabler Drehzahl mit den gleichen Leitungen zu kombinieren, die auch für den konventionellen Ein/Aus-Betrieb verwendet werden. Für ESH7 ist nur das Standard-Rohrleitungssystem verfügbar.

Im Gegensatz dazu ist es nicht empfehlenswert, einen Umrichter für mehrere Verdichter (= gemeinsamer Antrieb) zu verwenden, z.B. aus folgenden Gründen:

- Aufgrund kleiner Unterschiede in der Herstellung der Motoren und der elektrischen Anschlüsse fließen große Ströme an unerwünschten Stellen und zerstören mit der Zeit die Verdichtermotoren. Einige Umrichterhersteller haben spezielle "Sinusfilter", die das Problem beseitigen sollten, aber der Hersteller muss konsultiert werden.

- Bei jedem Anlauf eines Verdichters müssen alle anderen angehalten werden (was den Gesamtwirkungsgrad reduziert), und es sind Schütze erforderlich.

Verbundanlagen von 2 oder 3 ORBIT Scrollverdichtern mit BAHT

HINWEIS

Gefahr von Verdichterschaden, wenn Drehzahl-/Frequenzgrenzen nicht eingehalten werden!

In Verbundanlagen mit Frequenzumrichter an **einem** Verdichter: Drehzahl-/Frequenzgrenzen für diesen Verdichter beachten! Sie variieren mit Verdichtertyp und Netzfrequenz (50 oder 60 Hz).

In Verbundanlagen mit Frequenzumrichter an **jedem** Verdichter: Alle Verdichter müssen bei gleichzeitigem Betrieb mit der gleichen Drehzahl / Frequenz laufen! Wenn nur ein Verdichter tatsächlich läuft, ist eine Frequenz von 35 ... 75 Hz möglich.

Aufgrund der Druckdifferenz, die für die Ölverteilung erforderlich ist, sind die Optionen auf Geschwindigkeiten beschränkt, die die Druckdifferenzen für das ordnungsgemäße Funktionieren des Ölmanagementsystems sicherstellen.

Relevante Parameter für mögliche Kombinationen von ORBIT Verdichtern sind:

- Netzfrequenz im lokalen Stromnetz (50 oder 60 Hz)
- Zahl der Verdichter im Verbund (2 oder 3)
- wie viele Verdichter im Verbund mit einem Frequenzumrichter ausgestattet sind
- welcher Verdichter mit dem Frequenzumrichter ausgestattet ist (um die Einbauposition zu identifizieren, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren)

Nach der Auswahl der Verdichter in der BITZER SOFTWARE entsprechend der erforderlichen Kälteleistung können in den folgenden Tabellen mögliche Kombinationen von Verdichtern mit fester und variabler Drehzahl geprüft werden.

Parallelbetrieb von GSU, GED, GSP und ESH7 Scrollverdichtern nach Rücksprache mit BITZER.

4.4.1 Tandems mit FU an jedem Verdichter

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Tandemverbünde mit Frequenzumrichtern an jedem Verdichter.

In jedem Tandem oder Trio ist ein Verdichter der **Primärverdichter**. Dies sollte jeweils der Verdichter mit dem geringsten Fördervolumen im Tandem sein, da er als erster Öl vom BAHT-Kollektor erhält:

- Bei einem **senkrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 6 Tandem und Trio, gemischtes Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der an den unteren Teil des BAHT angeschlossen ist.
- Bei einem **waagrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 8 Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der nah am geschlossenen Ende angeschlossen ist.

Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Primärverdichter" und "Sekundärverdichter" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.

HINWEIS

Beide Verdichter müssen immer mit der gleichen Drehzahl / Frequenz laufen: $f(1) = f(2)$!

Primärverd.	f (min.)	f (max.)	Sekundärverd.	f (min.)	f (max.)	Anmerkung
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80421	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)

Primärverd.	f (min.)	f (max.)	Sekundärverd.	f (min.)	f (max.)	Anmerkung
GSD80421	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80485	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)

Tab. 3: ORBIT Tandemverbände mit Frequenzumrichtern an jedem Verdichter. Beide Verdichter müssen immer mit der gleichen Frequenz / Drehzahl laufen!

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

4.4.2 Tandems mit FU am Primärverdichter (50 Hz)

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Tandemverbände mit 50 Hz Netzfrequenz und Frequenzumrichter am Primärverdichter.

In jedem Tandem oder Trio ist ein Verdichter der **Primärverdichter**. Dies sollte jeweils der Verdichter mit dem geringsten Fördervolumen im Tandem sein, da er als erster Öl vom BAHT-Kollektor erhält:

- Bei einem **senkrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 6 Tandem und Trio, gemischtes Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der an den unteren Teil des BAHT angeschlossen ist.
- Bei einem **waagrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 8 Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der nah am geschlossenen Ende angeschlossen ist.

Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Primärverdichter" und "Sekundärverdichter" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.

Primärverdichter	f (min.)	f (max.)	Sekundärverdichter	f (fix)
GSD80295	35 Hz	65 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD80295	35 Hz	71 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD80385	35 Hz	54 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80385	35 Hz	62 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD80421	35 Hz	57 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60120	35 Hz	57 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60120	35 Hz	64 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60137	35 Hz	56 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60137	35 Hz	67 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60154	35 Hz	59 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60182	35 Hz	64 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60120	35 Hz	72 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60137	35 Hz	63 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60154	35 Hz	55 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60154	35 Hz	65 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	57 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz

Primärverdichter	f (min.)	f (max.)	Sekundärverdichter	f (fix)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	55 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD60120	50 Hz
GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD80295	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD80385	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD80421	35 Hz	50 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80485	35 Hz	50 Hz	GSD80485	50 Hz

Tab. 4: ORBIT Tandemverbände mit 50 Hz Netzfrequenz (=f (fix)) und Frequenzumrichter am Primärverdichter

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

4.4.3 Tandems mit FU am Sekundärverdichter (50 Hz)

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Tandemverdichter mit 50 Hz Netzfrequenz und Frequenzumrichter am Sekundärverdichter.

In jedem Tandem oder Trio ist ein Verdichter der **Primärverdichter**. Dies sollte jeweils der Verdichter mit dem geringsten Fördervolumen im Tandem sein, da er als erster Öl vom BAHT-Kollektor erhält:

- Bei einem **senkrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 6 Tandem und Trio, gemischtes Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der an den unteren Teil des BAHT angeschlossen ist.
- Bei einem **waagrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 8 Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der nah am geschlossenen Ende angeschlossen ist.

Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Primärverdichter" und "Sekundärverdichter" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.

Primärverdichter	f (fix)	Sekundärverdichter	f (min.)	f (max.)
GSD80295	50 Hz	GSD80385	39 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80421	46 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80485	40 Hz	75 Hz
GSD80421	50 Hz	GSD80485	44 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60137	44 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60154	40 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60154	45 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60182	39 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60182	43 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz

Primärverdichter	f (fix)	Sekundärverdichter	f (min.)	f (max.)
GSD60154	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60235	40 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80385	44 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80385	46 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80385	48 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80421	44 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80421	47 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80485	36 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80485	38 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80421	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80485	42 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80485	47 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60120	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60137	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60154	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60182	50 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD60235	50 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD80421	50 Hz	GSD80421	50 Hz	75 Hz
GSD80485	50 Hz	GSD80485	50 Hz	75 Hz

Tab. 5: ORBIT Tandemverbünde mit 50 Hz Netzfrequenz (=f (fix)) und Frequenzumrichter am Sekundärverdichter

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

4.4.4 Tandems mit FU am Primärverdichter (60 Hz)

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Tandemverbünde mit 60 Hz Netzfrequenz und Frequenzumrichter am Primärverdichter.

In jedem Tandem oder Trio ist ein Verdichter der **Primärverdichter**. Dies sollte jeweils der Verdichter mit dem geringsten Fördervolumen im Tandem sein, da er als erster Öl vom BAHT-Kollektor erhält:

- Bei einem **senkrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 6 Tandem und Trio, gemischtes Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der an den unteren Teil des BAHT angeschlossen ist.
- Bei einem **waagrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 8 Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der nah am geschlossenen Ende angeschlossen ist.

Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Primärverdichter" und "Sekundärverdichter" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.

Primärverdichter	f (min.)	f (max.)	Sekundärverdichter	f (fix)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD80385	35 Hz	65 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD80421	35 Hz	69 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60120	35 Hz	68 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60137	35 Hz	67 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60154	35 Hz	70 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	65 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	65 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	70 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD60120	60 Hz
GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD60235	60 Hz

Primärverdichter	f (min.)	f (max.)	Sekundärverdichter	f (fix)
GSD80295	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD80385	35 Hz	60 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD80421	35 Hz	60 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80485	35 Hz	60 Hz	GSD80485	60 Hz

Tab. 6: ORBIT Tandemverbünde mit 60 Hz Netzfrequenz (=f (fix)) und Frequenzumrichter am Primärverdichter

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

4.4.5 Tandems mit FU am Sekundärverdichter (60 Hz)

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Tandemverdichter mit 60 Hz Netzfrequenz und Frequenzumrichter am Sekundärverdichter.

In jedem Tandem oder Trio ist ein Verdichter der **Primärverdichter**. Dies sollte jeweils der Verdichter mit dem geringsten Fördervolumen im Tandem sein, da er als erster Öl vom BAHT-Kollektor erhält:

- Bei einem **senkrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 6 Tandem und Trio, gemischtes Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der an den unteren Teil des BAHT angeschlossen ist.
- Bei einem **waagrechten BAHT-Kollektor** (ORBIT 8 Tandem) ist der Primärverdichter derjenige, der nah am geschlossenen Ende angeschlossen ist.

Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Primärverdichter" und "Sekundärverdichter" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.

Primärverdichter	f (fix)	Sekundärverdichter	f (min.)	f (max.)
GSD80295	60 Hz	GSD80385	46 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80421	42 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80485	37 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80421	55 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80485	48 Hz	75 Hz
GSD80421	60 Hz	GSD80485	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60137	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60154	47 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60154	54 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60182	41 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60182	46 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60182	51 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60235	36 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60235	40 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60235	47 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80385	47 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80385	49 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz

Primärverdichter	f (fix)	Sekundärverdichter	f (min.)	f (max.)
GSD60154	60 Hz	GSD80385	52 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80421	47 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80421	51 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80485	37 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80485	39 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80485	41 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80421	55 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80485	45 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80485	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60120	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60137	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60154	60 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60182	60 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD60235	60 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD80421	60 Hz	GSD80421	60 Hz	75 Hz
GSD80485	60 Hz	GSD80485	60 Hz	75 Hz

Tab. 7: ORBIT Tandemverbünde mit 60 Hz Netzfrequenz (=f (fix)) und Frequenzumrichter am Sekundärverdichter

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

4.4.6 Trios mit FU an jedem Verdichter

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Trioverbünde mit Frequenzumrichtern an jedem Verdichter. Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Verdichter 1", "Verdichter 2" und "Verdichter 3" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.



HINWEIS

Alle Verdichter müssen immer mit der gleichen Frequenz / Drehzahl laufen: $f(1) = f(2) = f(3)$!

Verd. 1	f (min.)	f (max.)	Verd. 2	f (min.)	f (max.)	Verd. 3	f (min.)	f (max.)	Anmerkung
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)

Tab. 8: ORBIT Trioverbünde mit Frequenzumrichtern an allen 3 Verdichtern. Alle Verdichter müssen immer mit der gleichen Frequenz / Drehzahl laufen!

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

4.4.7 Trios mit FU an Verdichter 2 (50 Hz)

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Trioverbünde mit 50 Hz Netzfrequenz und Frequenzumrichter an Verdichter 2. Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Verdichter 1", "Verdichter 2" und "Verdichter 3" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.

Verdichter 1	f (fix)	Verdichter 2	f (min.)	f (max.)	Verdichter 3	f (fix)
GSD60120	50 Hz	GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD60120	50 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD60182	50 Hz

Tab. 9: ORBIT Trioverbünde mit 50 Hz Netzfrequenz (=f (fix)) und Frequenzumrichter an Verdichter 2

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

4.4.8 Trios mit FU an Verdichter 2 (60 Hz)

Die folgende Tabelle zeigt alle möglichen ORBIT Trioverbände mit 60 Hz Netzfrequenz und Frequenzumrichter an Verdichter 2. Um die Einbauposition zu identifizieren, die durch "Verdichter 1", "Verdichter 2" und "Verdichter 3" gekennzeichnet ist, siehe die jeweiligen Verbund-Montagezeichnungen - hierzu bitte BITZER konsultieren.

Verdichter 1	f (fix)	Verdichter 2	f (min.)	f (max.)	Verdichter 3	f (fix)
GSD60120	60 Hz	GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD60120	60 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD60182	60 Hz

Tab. 10: ORBIT Trioverbände mit 60 Hz Netzfrequenz (=f (fix)) und Frequenzumrichter an Verdichter 2

f (min.): minimal erlaubte Frequenz

f (max.): maximal erlaubte Frequenz

5 Elektrischer Anschluss von Verdichter und Frequenzumrichter

Hier werden einige wichtige Punkte zum Anschluss und zur Inbetriebnahme eines externen Frequenzumrichters beschrieben.

- Für Frequenzumrichter, die nicht von BITZER bezogen wurden: jeweilige Betriebsanleitung beachten!
- Für BITZER VARIPACK Frequenzumrichter, inkl. elektrischer Anschluss sowie die Steuer- und Regelfunktionen:
 - *CB-110* und *CB-111*: Betriebsanleitungen VARIPACK - externe BITZER Frequenzumrichter
- Für Prinzipschaltbilder verschiedener Verdichter mit Frequenzumrichtern:
 - *AT-300*: Prinzipschaltbilder für BITZER Produkte

Weitere Informationen siehe auch ASERCOM Guidelines "Empfehlungen zum Betrieb von Frequenzumrichtern mit Kältemittelverdichtern", Kapitel 6.

Auslieferungszustand Verdichter:



VORSICHT

Der Verdichter ist mit Schutzgas gefüllt: Überdruck 0,5 .. 1 bar Stickstoff.
Verletzungen von Haut und Augen möglich.



Verdichter auf drucklosen Zustand bringen!
Schutzbrille tragen!

Bei Arbeiten an der Elektrik:



WARNUNG

Gefahr von elektrischem Schlag!

Vor Arbeiten im Anschlusskasten, im Modulgehäuse und an elektrischen Leitungen: Hauptschalter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern!



Vor Wiedereinschalten Anschlusskasten und Modulgehäuse schließen!

Bei Arbeiten am Frequenzumrichter (FU):



GEFAHR

Lebensgefährliche Spannungen im Frequenzumrichtergehäuse!

Berühren kann zu schweren Verletzungen oder Tod führen.



FU-Gehäuse niemals im Betrieb öffnen! Hauptschalter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.

Mindestens 10 Minuten warten bis alle Kondensatoren entladen sind!

Vor Wiedereinschalten FU-Gehäuse schließen.



GEFAHR

Eine falsche oder unzureichende Erdung kann bei Berührung des Frequenzumrichters zu lebensgefährlichen elektrischen Schlägen führen!



Den kompletten Frequenzumrichter permanent erden und Erdungskontakte regelmäßig überprüfen!

Vor jedem Eingriff in das Gerät die ordnungsgemäße Isolierung aller Spannungsanschlüsse überprüfen!



HINWEIS

Betrieb des Frequenzumrichters bei überhöhter Temperatur führt zu Überlastung und reduzierter Lebensdauer!

Maximale Umgebungstemperatur am Aufstellungsort berücksichtigen.

Mindestabstände für die Belüftung einhalten.

5.1 Kabelführung

Die Installationsempfehlungen und -vorschriften des Frequenzumrichter-Herstellers strikt einhalten! Im Besonderen Folgendes beachten:

- Das Leistungskabel zwischen Frequenzumrichter und Verdichter sollte mit einer geeigneten EMV-Abschirmung versehen sein, die sowohl mit der Montageplatte des Schaltschranks als auch mit dem Motorgehäuse über eine breite Kontaktfläche sauber verbunden ist.
Da der Anschlusskasten von BITZER Scrollverdichtern aus Kunststoff ist, sollte die Erdungsschraube im Anschlusskasten fachgerecht mit der EMV-Abschirmung verbunden werden, z.B. mit Massebändern und Schirmklammern.
- Je nach Umgebung (Wohngebiet, Geschäft, Industrie etc.) sind evtl. zusätzliche EMV-Filter nötig.
- Darüber hinaus sollte der Motor über den Schutzleiter dieses Kabels geerdet sein.
- Auch das Gehäuse des Verdichters sollte separat über ein Kabel mit geeignetem Querschnitt geerdet sein.
- Beim Leistungskabel unbedingt die Empfehlungen des Frequenzumrichter-Herstellers einhalten (z.B. maximale Länge, Abstand zu weiteren Kabeln).

5.2 LSPM-Motor

Verdichter mit einem Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM-Motor) sind erkennbar am Buchstaben "U" in der Typenbezeichnung (z. B. GSU60120VLB4-2). Die darin enthaltenen Permanentmagnete erzeugen ein nicht vernachlässigbares magnetisches Feld, das jedoch vom Verdichtergehäuse abgeschirmt wird.



Abb. 15: Warn- und Verbotsschilder auf einem Verdichter mit LSPM-Motor

Am Verdichter angebrachte Sicherheitszeichen



WARNUNG

Starkes Magnetfeld!

Magnetische und magnetisierbare Objekte fern halten!



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

Arbeiten am Verdichter mit LSPM-Motor

Alle Arbeiten am Verdichter dürfen nur von Personen ausgeführt werden, die nicht zum benannten Personenkreis gehören. Wartungsarbeiten, die über die Tätigkeiten hinausgehen, die in diesem Dokument und in der Betriebsanleitung *ESB-130* beschrieben sind, nur nach Rücksprache mit BITZER durchführen.



WARNUNG

Induktion, elektrische Spannung!

Motor keinesfalls drehen, wenn der Anschlusskasten offen ist!

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



HINWEIS

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

Zulässige Arbeiten am Verdichter mit LSPM-Motor

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

6 In Betrieb nehmen

6.1 Konfiguration des Frequenzumrichters

Bei Arbeiten am Frequenzumrichter (FU):



GEFAHR

Lebensgefährliche Spannungen im FU-Gehäuse!
Berühren kann zu schweren Verletzungen oder Tod führen.



FU-Gehäuse niemals im Betrieb öffnen!
Hauptschalter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
Mindestens 5 Minuten warten bis alle Kondensatoren entladen sind!
Vor Wiedereinschalten FU-Gehäuse verschließen.



VORSICHT

Im Betrieb wird der Kühlkörper des Frequenzumrichters heiß.
Gefahr von Verbrennungen bei Berührung!



Vor Arbeiten am Frequenzumrichter, Stromversorgung trennen und mindestens 15 Minuten warten bis der Kühlkörper abgekühlt ist.



HINWEIS

Gefahr von Ausfall des Frequenzumrichters durch Überspannung!
Vor Hochspannungsprüfungen bzw. Isolationsprüfung an den Leitungen im Betrieb: Den Frequenzumrichter immer vom zu prüfenden Stromkreis trennen!



HINWEIS

Gefahr von Motorschaden!
Schaltfrequenz des Stromrichters im Frequenzumrichter prüfen und ggf. einstellen! Empfohlener Wert: 2 .. 6 kHz

- Minimale und maximale Frequenz (oder Drehzahl) eingeben
- Nenndaten des Motors eingeben (siehe Typschild)
 - Strom
 - Spannung
 - Frequenz
 - Zahl der Motorpole
 - (Motordrehzahl)

- (Leistung)
- ($\cos \varphi$)
- Steuerlogik: U/f (proportional)
- Schaltfrequenz des Stromrichters im Frequenzumrichter: ca. 3 kHz als Standard verwenden
 - Eine niedrige Schaltfrequenz reduziert die Belastung für die Isolation der Motorwicklung aufgrund weniger Schaltungen, in Summe ergibt sich eine höhere Effizienz.
 - Eine höhere Schaltfrequenz führt evtl. zu geringeren Motorgeräuschen, leicht reduzierten Motorverlusten und damit Motorerwärmung. Andererseits ergeben sich höhere Verluste im Frequenzumrichter und dadurch eine höhere Temperatur des Frequenzumrichters (ggf. Degrading berücksichtigen, d.h. der Ausgangsstrom sinkt mit steigender Umgebungstemperatur).
- "Autotune"-Funktion des Frequenzumrichters aktivieren (falls vorhanden)
- Einschalttrampe (Anlaufsequenz) und Abschalttrampe (Stopsequenz) definieren (s. unten).
- Drehzahlrampen im laufenden Betrieb (zwischen min. und max. Frequenz) definieren. Hier sollte die Frequenzänderung deutlich langsamer geschehen als beim Anlauf und Stop, das ist vorteilhaft für den Verdichter und die ganze Anlage. Die optimalen Rampenzeiten hängen auch von der Art der Anlage ab (Verbundanlage, Einzelverdichter in Flüssigkeitskühlsatz etc.). Vor allem für Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen sollte sich die Leistung eher über mehrere Minuten ändern als innerhalb von Sekunden. Typischerweise sollte die Rampe bei steigender Drehzahl ("Rampe hoch") deutlich langsamer sein als die Rampe bei sinkender Drehzahl ("Rampe runter") – bei BITZER Produkten ist sie üblicherweise nur halb so schnell. Der VARIPACK hat z.B. die folgenden Werkseinstellungen:
 - Rampe hoch: 10s/50Hz
 - Rampe runter: 5s/50Hz

Diese Konfigurationsschritte sind bei BITZER VARIPACK Frequenzumrichtern nur teilweise erforderlich, da diese bereits vorkonfiguriert sind und über die BEST SOFTWARE an die spezifischen Systembedingungen angepasst werden können, siehe:

- CB-110 und CB-111: Betriebsanleitungen VARIPACK - externe BITZER Frequenzumrichter

Schwingungen



HINWEIS

Gefahr von Materialermüdung und Schwingungsbrüchen in der Anlage durch FU-gesteuerte Drehzahlregelung!

Die ganze Anlage bei allen möglichen Betriebsfrequenzen sorgfältig auf Schwingungen und Resonanzen prüfen.

Frequenzen, bei denen Resonanzen auftreten, über die entsprechenden Parameter am Frequenzumrichter ausblenden!

Wenn ein Schwingungsproblem bei einer bestimmten Drehzahl(-kombination) auftritt, zur Korrektur evtl. die Rohrleitungskonstruktion ändern oder verstärken. Nach solchen Änderungen die Anlage über den gesamten Drehzahlbereich erneut testen, um sicherzustellen, dass die Lösung bei einer Drehzahl nicht zu einem Problem bei einer anderen führt.

Alternativ dazu haben die meisten Umrichter die Möglichkeit, "Lücken"-Drehzahlbereiche (Frequenz-Bypass-Bereiche) zu programmieren: Der Verdichter darf diesen Drehzahlbereich zwar durchlaufen, aber nicht dort verweilen. Alle Drehzahlbereiche mit Schwingungs- oder Schallproblemen können auf diese Weise "ausgeschlossen" werden.

Bei weiteren Fragen bitte BITZER kontaktieren.

6.2 Anlaufsequenz

Frequenzumrichter sind per se sanft anlaufend. Beim Start des Verdichters sollte der Umrichter auf eine sehr niedrige Drehzahl/Frequenz eingestellt werden, die so lange erhöht wird, bis die Nennbetriebsdrehzahl des Verdichters

erreicht ist. Dies darf nicht zu schnell geschehen - sonst kann der hohe Einschaltstrom zum Motor den Frequenzumrichter beschädigen. In der Regel kann der Anlauf mit Steuerung der ansteigenden Rampe und Anfahrspannungserhöhung programmiert werden.



HINWEIS

Gefahr von Verdichterschaden durch Ölmangel!

Bei Betrieb mit Frequenzumrichter empfohlene Anlaufsequenzen beachten, um eine verzögerte interne Schmierung des Verdichters zu vermeiden.

Empfohlene Anlaufsequenz

BITZER schlägt vor, die folgende Anlaufsequenz einzuhalten, d.h. beschleunigen auf 50 .. 60 Hz. Dies lässt sich evtl. im Frequenzumrichter programmieren (beim VARIPACK: "Haltefrequenz") oder muss mit der übergeordneten Steuerung umgesetzt werden. Individuelle Anwendungen können mit Zustimmung von BITZER eine niedrigere "Start-Verweilzeit" erlauben.

Anlaufsequenz für ELV21 siehe Betriebsanleitung, für ELV52 auf Anfrage.

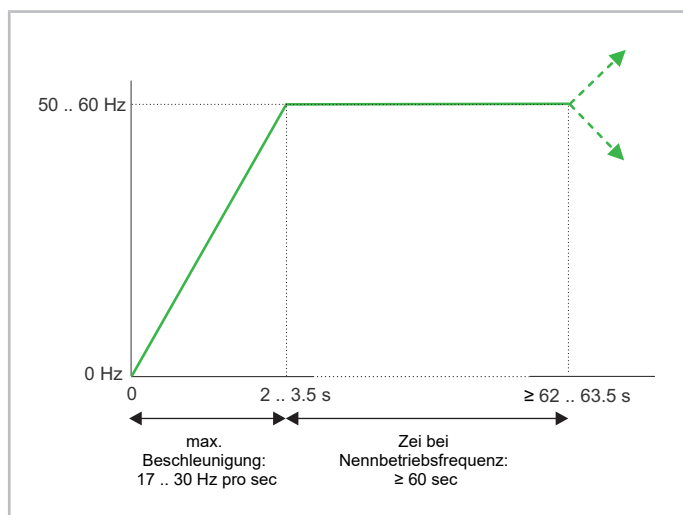


Abb. 16: Beispiel für eine Startsequenz für ORBIT und ESH7 Scrollverdichter mit Frequenzumrichter.

Beschleunigung während der Einschalttrampe: 17 .. 30 Hz / sec

Nennbetriebsfrequenz: 50 .. 60 Hz

Laufzeit bei Nennbetriebsfrequenz: ≥ 60 sec

Für EL.7 ist eine Mindestlaufzeit von 3 min zu beachten - bei Betrieb von EL.7 Verdichtern mit Frequenzumrichter bitte BITZER kontaktieren

Diese Anlaufsequenz ist nur dazu gedacht, die Ölförderung innerhalb des Verdichters selbst zu steuern - und nicht dazu, die Ölverlagerung oder die Ölrückführung aus der Anlage zu regeln. Die Ölrückführung in der Anlage sollte ebenfalls berücksichtigt werden und kann bei der Nennbetriebsfrequenz längere Zeit erfordern, um das beim Anlauf möglicherweise abgepumpte Öl zurückzuleiten, wenn niedrigere Betriebsfrequenzen und Massenströme erwartet werden.

Es gibt keine spezifische Stopsequenz für Scrollverdichter mit Frequenzumrichter - das Vorgehen ist das gleiche wie ohne Frequenzumrichter, aber es sollte besonders darauf geachtet werden, ein ausreichendes Ölniveau beizubehalten.

Im laufenden Betrieb sollten die Drehzahlrampen bzw. Frequenzänderungen deutlich langsamer geschehen (*Konfiguration des Frequenzumrichters*).

Bei Arbeiten am Verdichter, nachdem er in Betrieb genommen wurde:



WARNUNG

Verdichter steht unter Druck!
Schwere Verletzungen möglich.



Verdichter auf drucklosen Zustand bringen!
Schutzbrille tragen!



VORSICHT

Oberflächentemperaturen von über 60°C bzw. unter 0°C.
Verbrennungen und Erfrierungen möglich.



Zugängliche Stellen absperren und kennzeichnen.
Vor Arbeiten am Verdichter: Ausschalten und abkühlen bzw. erwärmen lassen.



HINWEIS

Gefahr von Verdichterausfall!
Verdichter nur in der vorgeschriebenen Drehrichtung betreiben!

6.3 Schalthäufigkeit und Mindestlaufzeiten

Folgende Mindestlaufzeiten beachten:

Verdichter	Mindestlaufzeit	Schalthäufigkeit (Mindest-Start-zu-Start-Zeit)
GSD6, GSU6 (ORBIT 6)	2 min	5 min
GED8, GSD8, GSU8 (ORBIT 8)	3 min	5 min
ESH7, ELH7	3 min	5 min
ELV21	2 min	siehe Betriebsanleitung • <i>ESB-310</i> : Betriebsanleitung Halbhermetische Scrollverdichter ELV21
ELV52	2 min	siehe Betriebsanleitung • <i>ESB-320</i> : Betriebsanleitung Halbhermetische Scrollverdichter ELV(E)52

Tab. 11: Schalthäufigkeit und Mindestlaufzeiten für Scrollverdichter mit Frequenzumrichter



HINWEIS

Gefahr von Motorausfall!
Die Steuerlogik des übergeordneten Anlagenreglers muss die vorgegebenen Anforderungen in jedem Fall erfüllen.

Table of contents

1 Introduction	39
2 Safety.....	40
2.1 Mind with flammable refrigerants	41
2.1.1 Use of flammable refrigerants of the A2L safety classes and A3 (e. g. R1234yf or R290).....	41
2.1.2 Work on systems with A3, A2L and B2L refrigerants.....	42
2.1.3 System design with highly flammable refrigerants.....	42
2.1.4 Suspicion of burnt refrigerant in terminal box	42
2.1.5 Dismounted components from systems with A3 or A2L refrigerants	42
2.1.6 Used oil from systems with A3 or A2L refrigerants	43
3 Operation with frequency inverter.....	43
3.1 Refrigerating capacity and system efficiency	43
3.2 Application range	45
4 Selection	48
4.1 Selection with the BITZER SOFTWARE.....	48
4.2 Compressor motors.....	52
4.2.1 Special voltage motors.....	54
4.3 Suitable protection devices	55
4.4 Tandem and trio operation	55
4.4.1 Tandems with FI on each compressor.....	56
4.4.2 Tandems with FI on the primary compressor (50 Hz).....	58
4.4.3 Tandems with FI on the secondary compressor (50 Hz)	59
4.4.4 Tandems with FI on the primary compressor (60 Hz).....	60
4.4.5 Tandems with FI on the secondary compressor (60 Hz)	62
4.4.6 Trios with FI on each compressor.....	63
4.4.7 Trios with FI on compressor 2 (50 Hz).....	64
4.4.8 Trios with FI on compressor 2 (60 Hz).....	65
5 Electrical installation of compressor and frequency inverter.....	65
5.1 Arrangement of the wiring	66
5.2 LSPM motor	66
6 Commissioning	67
6.1 Configuration of the frequency inverter	67
6.2 Start sequence	69
6.3 Cycling rate and minimum running times	70

1 Introduction

A frequency inverter allows the stepless control of the refrigerating capacity to the cooling demand of the system by speed control. The following guidelines explain the design, operation, application range and special characteristics of

- BITZER scroll compressors
- in combination with external frequency inverters for speed control, e.g. the BITZER VARIPACK.

All BITZER scroll compressors are suitable for operation above and below the supply frequency and can thus run over an exceptionally broad capacity range.

Features of the operation with a frequency inverter (FI):

- higher system efficiency, especially in part-load
- more exact temperature control possible
- precise coolant temperature for sensitive process cooling resp. heat-transfer fluid temperature for heat pumps
- fewer compressor starts
- less strain on the motor and the power network due to integrated soft start: starting current is lower than with direct start, softstarter, star-delta or part-winding start
- higher refrigerating capacity often possible by operation above supply frequency (allows use of a compressor with lower displacement at supply frequency 50 or 60 Hz, i.e. possibly lower costs per kW refrigerating capacity)
- reduced sound emissions (e.g. fans, pumps)

The figure below shows the smaller temperature fluctuations with frequency inverter control:

- On/Off regulation, left third: large temperature fluctuations, relatively low average effective evaporation temperature (fine dotted line)
- Stepped mechanical regulation, middle third: reduced temperature fluctuations due to faster regulation, higher average effective evaporation temperature and thus higher efficiency
- Regulation with frequency inverter, right third: very steady room resp. coolant temperature ($\pm 0,5$ K possible) due to stepless control, higher average effective evaporation temperature and thus higher efficiency

With frequency inverter operation, the average evaporation temperature can be raised e.g. from -7 to -4.5°C . Raising the evaporation temperature by 1 K increases system efficiency by up to 3%.

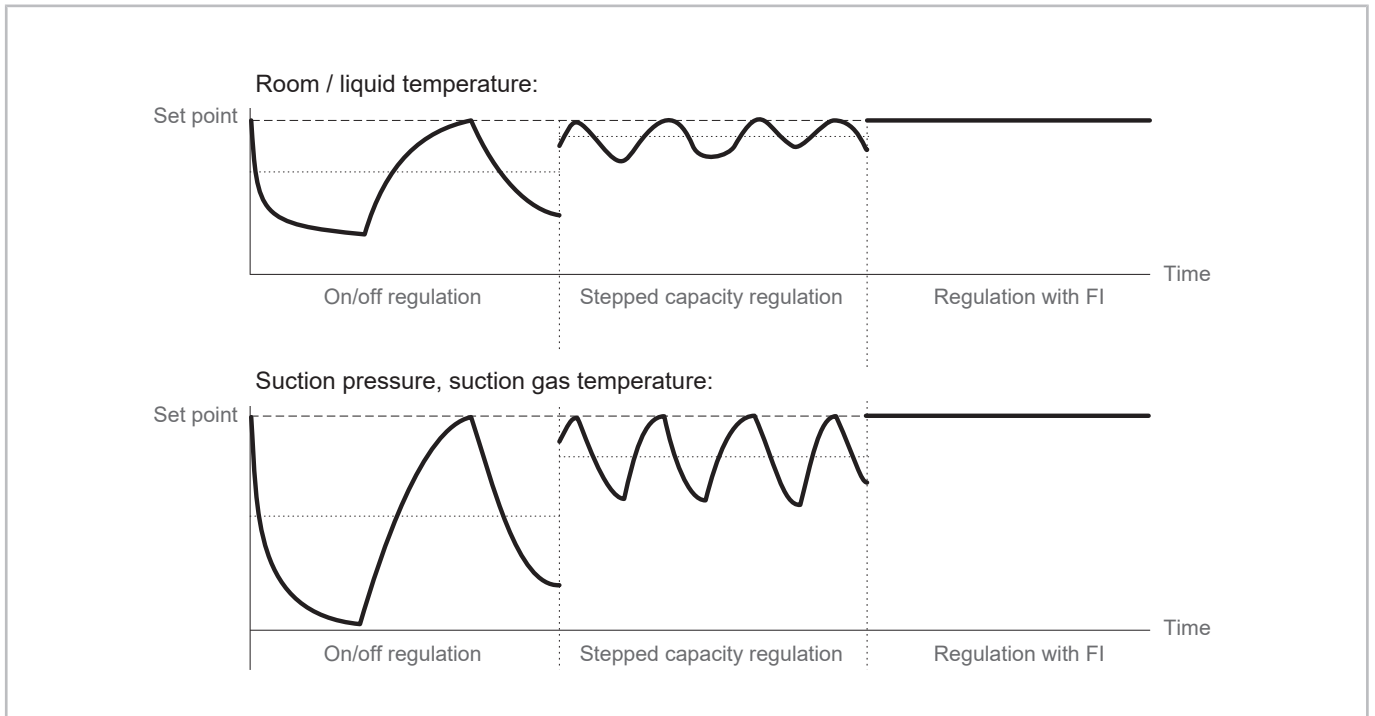


Fig. 1: Capacity control with frequency inverter (FI) compared to on/off and stepped mechanical regulation

Also observe the following technical documents

- [ESB-100](#): Operating instructions Hermetic scroll compressors ESH
- [ESB-110](#): Operating instructions Hermetic scroll compressors ELH and ELA
- [ESB-130](#): Operating instructions Hermetic scroll compressors ORBIT 6 and ORBIT 8
- [ESB-310](#): Operating instructions Semi-hermetic scroll compressors ELV21
- [ESB-320](#): Operating instructions Semi-hermetic scroll compressors ELV(E)52
- [CB-110](#) and [CB-111](#): Operating instructions VARIPACK - external BITZER frequency inverters
- [AT-660](#): Application of R290 and R1270, A3 refrigerants

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.

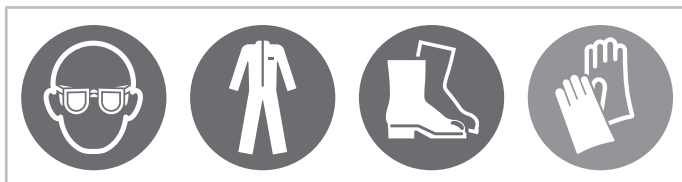


Fig. 2: Wear personal protective equipment!

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 Mind with flammable refrigerants

2.1.1 Use of flammable refrigerants of the A2L safety classes and A3 (e. g. R1234yf or R290)

The information in this chapter about the use of refrigerants of the A2L safety class refer to European regulations and directives. In regions outside the EU, observe the local regulations.

This chapter describes the additional residual risks posed by the product when using A3 and A2L safety class refrigerants and provides explanations. This information helps the system manufacturer carry out the required risk assessment of the system; it can in no way replace the risk assessment for the system. For further information on the system design, see Technical Information AT-660.

Design, maintenance and operation of refrigeration systems using flammable refrigerants of the safety class A2L are subject to particular safety regulations.



Information

When using a flammable refrigerant:
Affix the warning sign “Warning: flammable materials” (W021 according to ISO7010) well visibly to the compressor.

2.1.2 Work on systems with A3, A2L and B2L refrigerants

If the refrigerant circuit needs to be opened:



DANGER

Explosion danger!
Do not braze or solder pipes!

- ▶ Loosen pipe fittings or cut to open the pipes.
- ▶ Avoid sparking.

2.1.3 System design with highly flammable refrigerants

Electrical switches that can generate an ignition spark must not be installed close to components from which refrigerant can leak. This implies e.g.:

- ▶ Mount the high pressure and low pressure switches outside the switch cabinet.

2.1.4 Suspicion of burnt refrigerant in terminal box

The combustion of refrigerant in the terminal box can only happen when several very rare errors occur simultaneously. The probability of this event occurring is extremely low. Combustion of fluorine-based refrigerants can release lethal amounts of toxic gases.



DANGER

Life-threatening exhaust gases and residues of combustion!
Sufficiently ventilate the machinery room for at least 2 hours.
Never inhale combustion products.
Use appropriate acid-resistant gloves.

In case of suspected burnt refrigerant in the terminal box:

- ▶ Do not enter the place of installation and ventilate it for at least 2 hours.
- ▶ Never inhale combustion products.
- ▶ Do not enter the place of installation until the combustion gases have completely escaped. The potentially toxic and corrosive exhaust air must be released into the atmosphere.
- ▶ Wear suitable acid-resistant gloves.
- ▶ Do not touch moist residues, but allow them to dry because they may contain dissolved toxic substances.
- ▶ Have trained staff clean the parts concerned.
- ▶ Remove corroded components and dispose of them properly

2.1.5 Dismounted components from systems with A3 or A2L refrigerants

After dismounting, refrigerant still outgasses from system components and can burn off or form an ignitable mixture with the ambient air. Take this into account when assessing the risk of intervention in the system and have appropriate equipment ready. This can mean, for example:

- ▶ Extract the medium from the line filter and flush it with pure nitrogen.
- ▶ Remove all oil from the pipes and flush them with pure nitrogen.
- ▶ Dispose of cloths containing oil in fireproof containers.
- ▶ Evacuate system components that can be shut off, charge them with pure nitrogen and then shut them off. This also applies to a dismantled compressor.
- ▶ Always mark dismantled components with the warning sign "flammable material" W021 from ISO7010.

2.1.6 Used oil from systems with A3 or A2L refrigerants



NOTICE

Fire hazard!

The used oil contains a relatively large amount of dissolved refrigerant.
Pack used oil safely. Dispose of in an environmentally friendly manner.

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

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

Observe during storage and transport:

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

3 Operation with frequency inverter

3.1 Refrigerating capacity and system efficiency

Mechanical capacity control

In medium and large HVAC (heating, ventilation and air conditioning) systems like air cooled liquid chillers, a common method of capacity control are multi-compressor circuits where multiple compressors are switched on and off. The properly sized liquid loop generally provides a damper for changes in fluid temperature caused by switching individual compressors on and off. The system controller – along with various fluid and ambient temperature sensors – provides the logic for compressor staging to maintain the desired fluid temperature.

The compressor is operated at a constant speed, the motor speed correlates directly with the mains supply frequency. For 2-pole asynchronous motors, this results in a nominal speed of

- 2900 min⁻¹ at 50 Hz and
- 3500 min⁻¹ at 60 Hz.

For high energy efficiency, high control accuracy of fluid temperature or very low load conditions, frequency inverters can be of advantage for capacity control.

Capacity control with frequency inverter

The average load torque at the compressor shaft mainly depends on operating conditions and refrigerant properties. Thus, it remains approximately constant over a wide range of speed / frequency. Refrigerating capacity and power consumption therefore vary approximately proportional to the speed (see graph below), refrigerating capa-

city can be steplessly adapted via speed control. Permitted speeds / frequencies for BITZER compressors are given below (*Application range*).

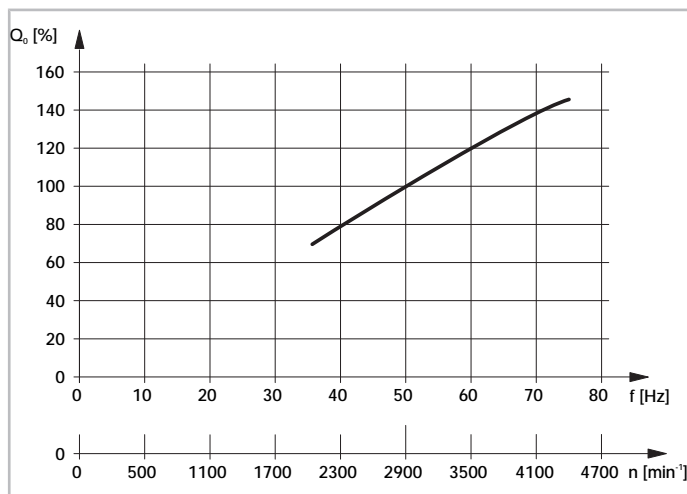


Fig. 3: Typical graph of the refrigerating capacity Q_0 depending on the speed and frequency of an ORBIT compressor (E..7 series: max. 65 Hz)

Electrical power consumption at full load is slightly higher than when operating the compressor directly on the mains supply. This is due to losses in the frequency inverter – caused by the losses of individual electronic components for power conversion and for cooling the frequency inverter. Another source of motor heat-up and reduced motor efficiency are harmonics: The higher the quality of the frequency inverter and the better it is configured, the lower the harmonic distortion factor in the output signal.

There are several variables involved in the operation of the inverter which affect the running and starting of the compressor:

- The voltage characteristic limits and regulates the current supplied to the motor,
- the switching frequency of the converter in the frequency inverter regulates the motor performance and reliability,
- the start sequence and voltage boost control the starting process of the compressor.

In general, however, losses caused by the frequency inverter are normally offset by gains in system efficiency by operating at a more efficient cycle through matching compressor capacity to system load requirements. Inverter applications will thus usually increase overall system efficiency under "real world" conditions.

Voltage characteristic

For a given operating condition, the motor torque will tend to be relatively constant regardless of its speed. For good motor efficiency and reliability the voltage should be adjusted over the speed range to achieve a constant current (amperage) at a given condition. This is best done by establishing the ratio of the name plate voltage to the name plate frequency and programming the inverter to maintain this ratio over the speed range. This is commonly known as the voltage-frequency (U/f) ratio or the Volt-Hertz ratio.

The frequency inverter cannot deliver voltage above the input voltage (= supply voltage). Therefore, the stator voltage cannot increase any further with higher inverter frequency. The magnetising current in the main inductance drops, the stator rotating field and torque are weakened.

This means that when raising the frequency above the synchronous speed, the voltage-frequency ratio U/f falls. Since the torque required by the compressor remains constant, the current consumption of the motor will increase (see figure below). Therefore, the motor should have adequate reserve (current / power) at supply frequency. The frequency / speed can be increased up to the maximum motor current (RMS – root mean square) (see maximum operating current on the name plate or in the BITZER SOFTWARE).

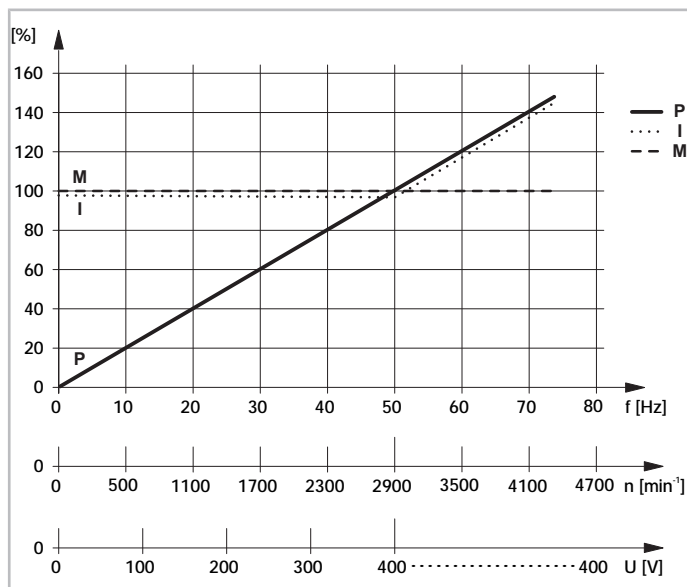


Fig. 4: Operating characteristics of an ORBIT compressor motor (E..7 series: max. 65 Hz) for operation with frequency inverter (400 V/3/50 Hz) with reserve.

P: max. compressor power consumption

M: max. torque of the motor at compressor shaft

I: max. compressor current consumption

f: frequency (frequency inverter output)

U: voltage (frequency inverter output)

3.2 Application range

For a safe compressor operation with frequency inverter, the following limiting factors must be strictly observed:

- minimum and maximum frequency (see below)
- maximum motor temperature
- maximum discharge gas temperature and pressure difference ($p_c - p_o$)
- maximum and minimum discharge pressure
- maximum operating current of the compressor
- maximum evaporating temperature
- minimum pressure difference ($p_c - p_o$)
- minimum suction pressure

These limits define the application limits (see below) and can vary according to frequency ranges and operating conditions.

Speed and frequency ranges

Minimum frequency is 35 resp. 44 Hz: This has been demonstrated as the minimum safe speed required to deliver adequate lubrication to the compressor bearing system. Running at lower speeds risks loss of lubrication and bearing failure.

The maximum frequency is due to the increasing centrifugal forces which affect the mechanical stability of the scrolls.

Compressor	Frequency range (Hz)	Speed range (min ⁻¹)
ESH7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELH7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELA7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELV21	44 .. 140	2500 .. 8000
ELV52	44 .. 130	2500 .. 7500
ORBIT		
GED8	35 .. 60	2000 .. 3500
GSD6 .. GSD8	35 .. 75	2000 .. 4400
GSU6 .. GSU8	35 .. 75	2100 .. 4500
ORBIT tandem / trio	see below (<i>Tandem and trio operation</i>)	

Tab. 1: Speed and frequency ranges of BITZER scroll compressors with external frequency inverters (also observe the application limits and the maximum current consumption of the motor)

Please consult BITZER for external VSD application guidelines.

Application limits

In general, compressor models approved for operation with frequency inverter have undergone complete load cycling testing at minimum and maximum speeds. Normally, the application limits correspond to the fixed speed limits published e.g. in the BITZER SOFTWARE. However, some special considerations may require restrictions at certain speeds.

The following figure shows an example of application limits for an ORBIT compressor at different frequencies. The compressor may only be operated below the indicated frequency lines – otherwise, select a special voltage motor (*Special voltage motors*).

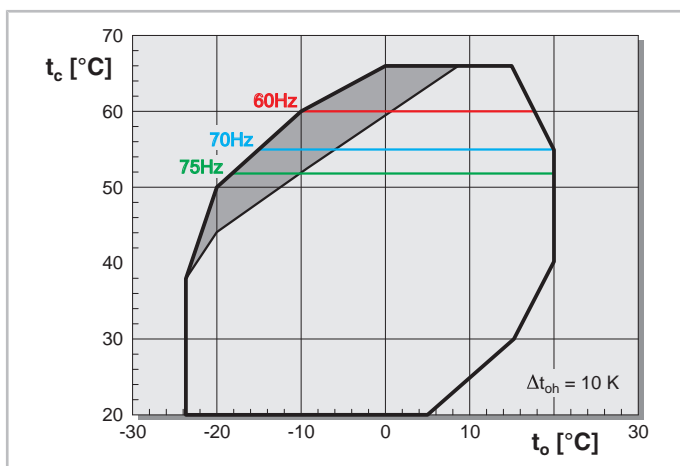


Fig. 5: Exemplary and simplified application limits for an ORBIT scroll compressor with frequency inverter at 60, 70 and 75 Hz (limits due to motor temperature or maximum current). The compressor may only be operated **below** the indicated frequency lines.

t_e : evaporation temperature, t_c : condensing temperature, Δt_{oh} : suction gas superheat

Grey area: limitations for frequencies < 50 Hz possible.

Specific application limits for particular compressors, motors and refrigerants are given in the BITZER SOFTWARE or available on request.

Vibrations

Compressor vibrations and pressure pulsations are normally very low by design. However, they can evoke resonance frequencies in piping and heat exchangers (i.e. meet the natural frequency of the system) which result in system sound, vibration, and potentially in piping fatigue and leakage. Possible sources of vibrations are:

- pressure pulsations in the discharge gas line
- torque vibrations acting on the compressor mountings or on the flanges of line connections
- resonances with the economiser line (for screw and scroll compressors)

The frequency of these vibrations is related to the compressor operating frequency, which can vary over a wide range. Compared to single speed systems (without frequency inverter), this problem is intensified in variable speed applications: Even if the piping is adequate at a given compressor speed, it may not be so at other speeds set by the frequency inverter. For this reason, piping vibrations must be checked throughout the speed range of the compressor, both during the system design development activity and also at commissioning of each individual system (*Configuration of the frequency inverter*).

Data from sound measurements for each compressor is provided in the Technical Information *AT-340* and in the BITZER SOFTWARE, tab "Technical data".

4 Selection

4.1 Selection with the BITZER SOFTWARE



Information

At present, the BITZER SOFTWARE offers calculations with frequency inverter only for ORBIT compressors.

Step 1: Choosing the compressor

First choose the refrigerant, cooling capacity and operating points, and select "External FI". Then start the calculation by clicking on the button . The software will then offer two suitable compressors in the range of the maximum operating frequency, each with its standard motor (*Compressor motors*). If one of the compressors is chosen, the software indicates frequency, cooling capacity and current consumption (voltage):

The screenshot displays the BITZER SOFTWARE interface for compressor selection. The left panel contains input parameters, and the right panel shows the resulting technical data for the selected compressor.

Input Parameters:

- Mode: Refrigeration and Air conditioning
- Refrigerant: R410A
- Reference temperature: Dew point temp.
- Compressor type: Single Compressor
- Series: ORBIT
- Compressor selection:
 - Cooling capacity: 60 kW
 - Compressor model: GSD60235VA
 - Incl. former types
- Operating point:
 - Evaporating SST: 0 °C
 - Condensing SDT: 50 °C
- Operating conditions:
 - Liq. subc. (in condenser): 0 K
 - Suct. gas superheat: 10 K
 - Useful superheat: 100 %
- Capacity control:
 - External FI: 62Hz
- Power supply:
 - Power frequency: 50Hz
 - Power voltage: Standard (400V)

Technical Data for Compressor GSD60235VA_4:

Parameter	Value
Frequency compressor	62,0 Hz
Cooling capacity	52,9 kW
Cooling capacity *	52,9 kW
Evaporator capacity	52,9 kW
Power input	19,62 kW
Current (400V)	32,6 A
Voltage range	380-420V
Condenser capacity	72,5 kW
COP/EER	2,69
COP/EER *	2,69
min. cooling capacity	29,3 kW (35 Hz)
max. cooling capacity	64,5 kW (75 Hz)
Mass flow	1299 kg/h
Discharge gas temp. w/o cooling	92,3 °C

Fig. 6: The BITZER SOFTWARE indicates frequency, cooling capacity and current consumption (voltage) for the chosen compressor.

By gradually increasing the operating frequency (slider at "External FI"), the maximum operating frequency for the selected combination of compressor, refrigerant and operating point can be found. For operation above this frequency, the software shows a warning, a special voltage motor may be available (*Special voltage motors*). The calculation of special voltage motors, however, is not implemented in the BITZER SOFTWARE and available on request.

Step 2a: Selecting a BITZER VARIPACK frequency inverter

Due to the modular design of the VARIPACK frequency inverters, a wide range of versions is available – flexible and matching the BITZER compressors:

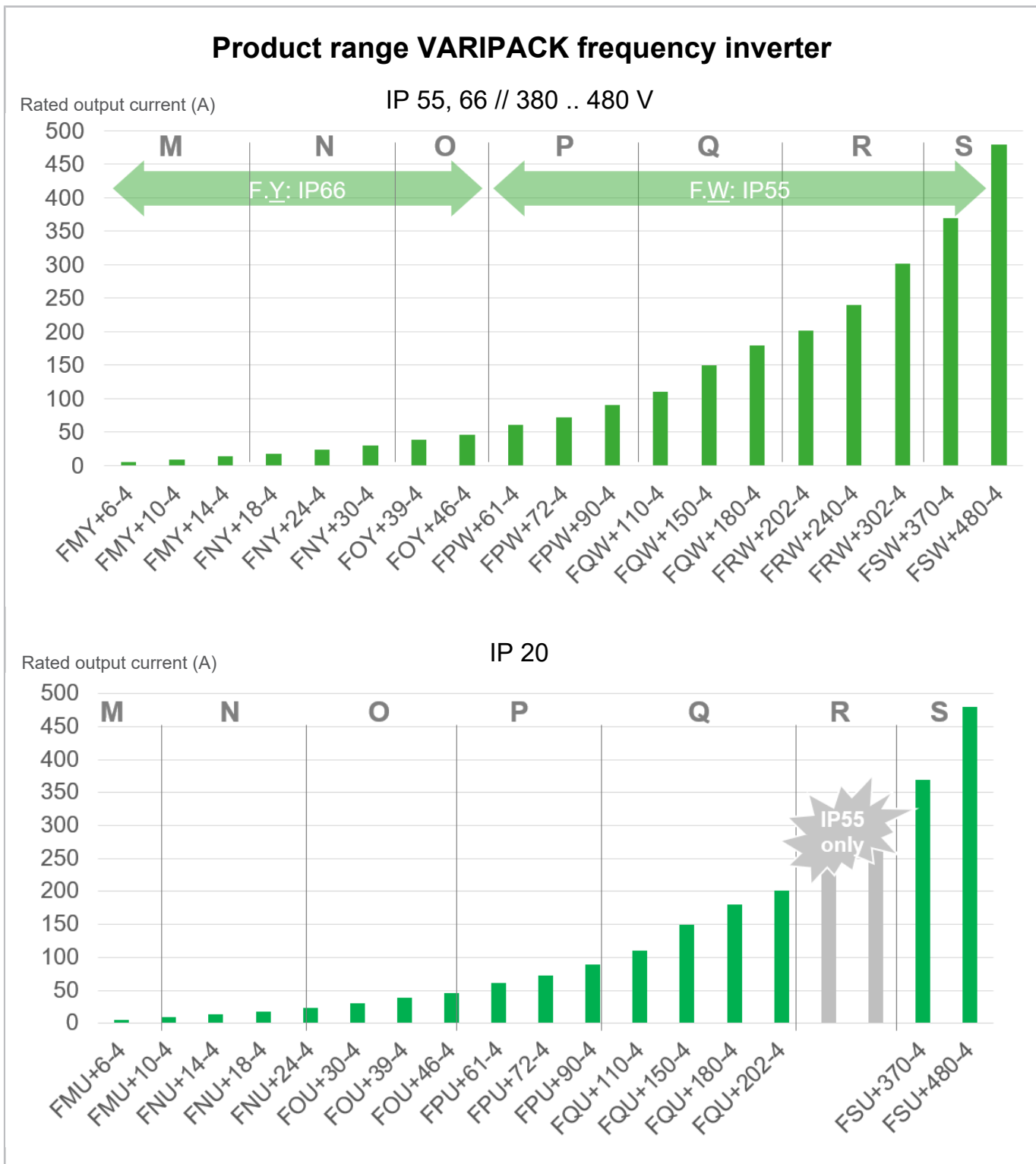


Fig. 7: Product range of BITZER VARIPACK frequency inverters

See also:

- CP-110: Brochure VARIPACK - external BITZER frequency inverters

Since the Accessories module in the BITZER SOFTWARE is not yet active for scroll compressors, it is necessary to check the maximum operating current of the compressor motor, which must not be exceeded during frequency inverter operation. It is listed in the tab "Technical Data":

The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface for configuring a scroll compressor. The 'Technical Data' tab is selected, and the compressor model is GSD60235VA. The 'Max operating current' is highlighted with a green box, showing a value of 41.3 A. Other technical data includes displacement (37.6 m³/h at 2900 RPM 50 Hz and 45.4 m³/h at 3500 RPM 60 Hz), weight (83 kg), and max. pressure (33 / 45 bar). The 'Motor Data' section shows a starting current of 211.0 A and a max. power input of 24.0 kW. The 'Extent Of Delivery (Standard)' section shows an oil charge of 2.7 dm³.

Technical Data	
Displacement (2900 RPM 50 Hz)	37,6 m³/h
Displacement (3500 RPM 60 Hz)	45,4 m³/h
Weight	83 kg
Max. pressure (LP/HP)	33 / 45 bar
Connection suction line	
Direct brazing connection	1 3/8 (Standard)
Connection discharge line	
Direct brazing connection	7/8 (Standard "B" version)
Oil type R410A	BVC32 (Standard)
Motor Data	
Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	41,3 A
Starting current (Rotor locked)	211,0 A
Max. Power input	24,0 kW
Extent Of Delivery (Standard)	
Oil charge	2,7 dm³

Fig. 8: Checking the operating current in the BITZER SOFTWARE for choosing a frequency inverter

In this example, the maximum operating current is 41.3 A, so a VARIPACK should be chosen with a rated output current of ≥ 41.3 A. According to the product range illustrated above, this would be e.g. the FOY+46 (the middle no. 6 .. 302 in the model designation indicates the rated output current).

The starting characteristics of the compressors have been optimised for VARIPACK frequency inverters, tested for the different refrigerants, and the results are implemented in the BITZER SOFTWARE. This ensures a safe compressor start with VARIPACKS under all conditions.

For further details on the VARIPACK:

- [CB-110](#) and [CB-111](#): Operating instructions VARIPACK - external BITZER frequency inverters

Step 2b: Selecting a frequency inverter of another manufacturer

- ▶ Allow at least 10% reserve for operating current

The frequency inverter must be able to continuously supply the operating current to the compressor under all expected operating conditions. At least 10% additional reserve should be planned for, e.g. to compensate for possible

undervoltage in the network. If the frequency inverter has limiter functions (which limit the maximum frequency under such circumstances to ensure operational safety), the reserve can possibly be selected smaller.

- ▶ Consider overload capacity for compressor start

Additionally, a compensation factor F_C for the current during compressor start must be allowed for. For scroll compressors this factor is: $F_s = 1.2$. It is multiplied by the "Max. operating current" that the BITZER SOFTWARE indicates for the respective motor in the tab "Technical data" (see below). This maximum current must be within the short-term overload capacity of the frequency inverter, otherwise a larger one is necessary.

The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface. On the left, there are several configuration panels:

- Scroll Compressors, Hermetic** (dropdown menu)
- Mode**: Refrigeration and Air c... (dropdown)
- Refrigerant**: R410A (dropdown)
- Reference temperature**: Dew point temp. (dropdown)
- Compressor type**: Single Compressor (dropdown)
- Series**: ORBIT (dropdown)
- Compressor selection**:
 - Cooling capacity: 60 kW
 - Compressor model: GSD60235VA
 - Incl. former types
- Operating point**:
 - Evaporating SST: 0 °C
 - Condensing SDT: 50 °C
- Operating conditions**:
 - Liq. subc. (in condenser): 0 K
 - Suct. gas superheat: 10 K
 - Useful superheat: 100 %
- Capacity control**:
 - without
 - External FI: 62Hz (slider)

On the right, there is a table with tabs: Result, Limits, **Technical Data**, Dimensions, and Acc... The "Technical Data" tab is active, showing the following data:

Technical Data	
Displacement (2900 RPM 50 Hz)	37,6 m³/h
Displacement (3500 RPM 60 Hz)	45,4 m³/h
Weight	83 kg
Max. pressure (LP/HP)	33 / 45 bar
Connection suction line	
Direct brazing connection	1 3/8 (Standard)
Connection discharge line	
Direct brazing connection	7/8 (Standard "B" version)
Oil type R410A	BVC32 (Standard)
Motor Data	
Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	41.3 A
Starting current (Rotor locked)	211.0 A
Max. Power input	24,0 kW
Extent Of Delivery (Standard)	
Oil charge	2,7 dm³

Fig. 9: The "Max. operating current" indicated in the BITZER SOFTWARE (here: 41.3 A) multiplied by the compressor-specific compensation factor (for scroll compressors: $F_s = 1.2$) gives the necessary short-term overload capacity of the frequency inverter. For BITZER VARIPACK frequency inverters (see above), this is already taken into account by design.

4.2 Compressor motors

For common applications, BITZER suggests using the standard motor. It is very economical and has a large range of operation.

Supply voltage	Recommended motor	Motor code
208-3-60	208/230 V/3/60 Hz	2
230-3-60	208/230 V/3/60 Hz	2
380-3-50	208/230 V/3/60 Hz	2
380-3-60	380 V/3/60 Hz	3
400-3-50	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4
460-3-60	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4
575-3-60	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4

Tab. 2: Recommended ORBIT scroll compressor motors for operation with frequency inverter

Explanation of the motor codes

ORBIT series

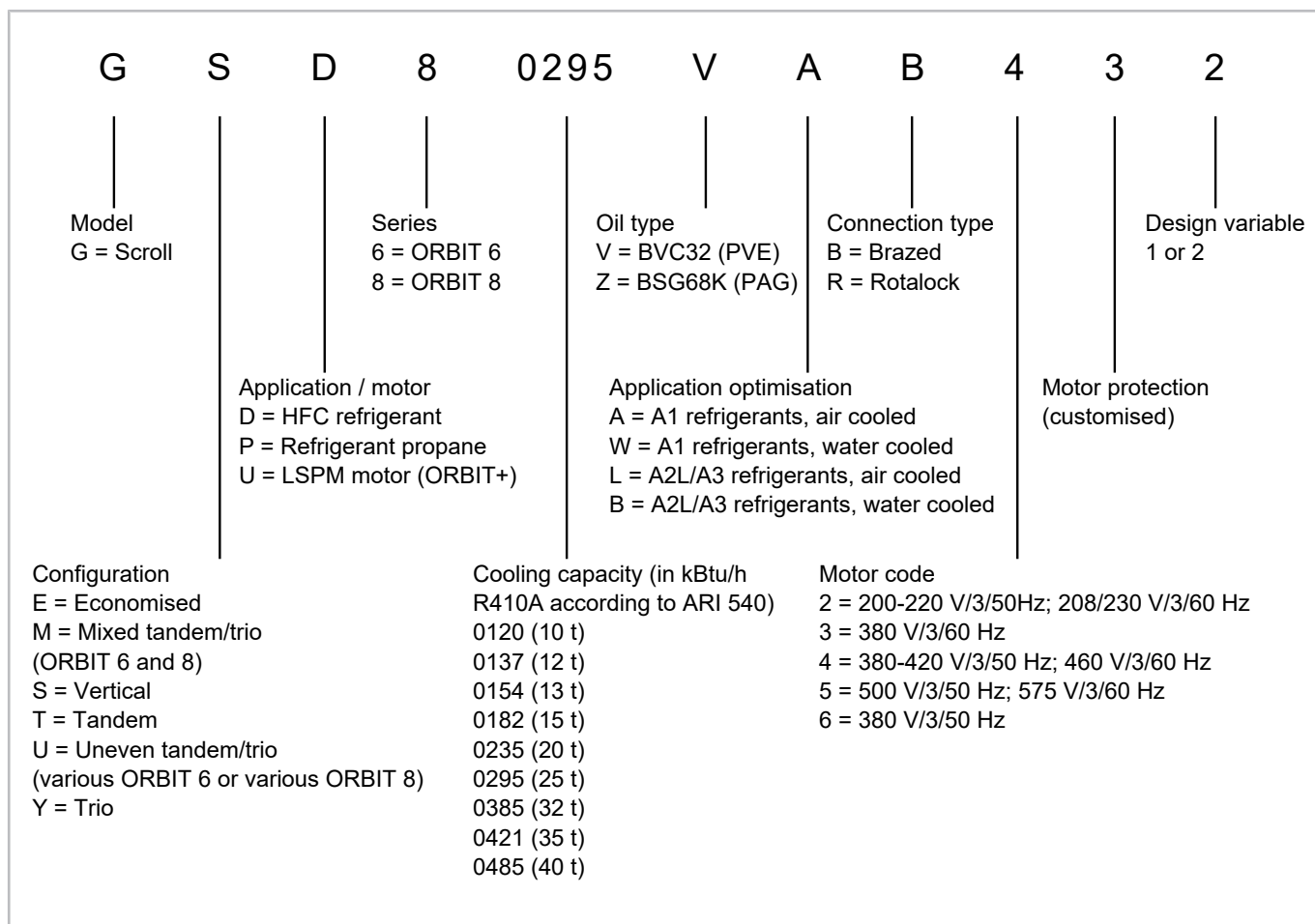


Fig. 10: Explanation of the motor codes for scroll compressors of the ORBIT series (example here: GSD)

ESH7, ELH7 and ELA7 series

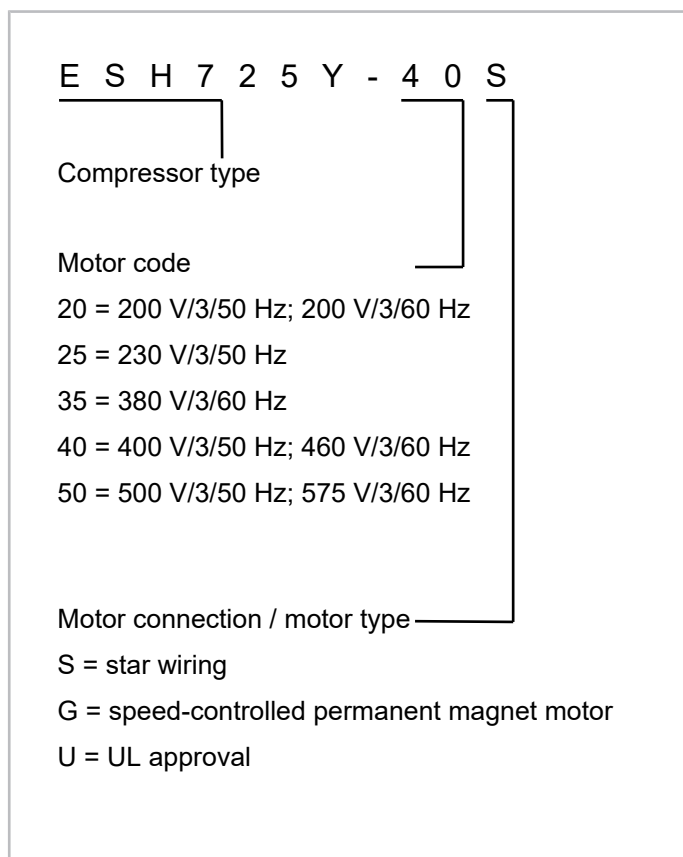


Fig. 11: Explanation of the motor codes for scroll compressors of the ESH7, ELH7 and ELA7 series (example here: ESH7)

For further details on motor codes:

- [EST-410](#): Motorcodes for BITZER scroll compressors

LSPM motors

Compressors equipped with an line start permanent magnet motor (LSPM motor) can be identified by the letter "U" added to the model designation (e. g. GSU60120VLB4-2). The built-in permanent magnets generate a non-negligible magnetic field which, however, is shielded by the compressor housing.



Fig. 12: Warning and prohibition signs on a compressor with LSPM motor

Safety signs attached to the compressor



WARNING

Strong magnetic field!

Keep magnetic and magnetizable objects away from compressor!



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

4.2.1 Special voltage motors

If at standard conditions the motor is already running at maximum operating current, a special voltage motor may be useful in order to achieve a larger control range. It ensures that even above supply frequency, a constant voltage-frequency ratio U/f can be maintained. A constant torque is available over the entire application range.

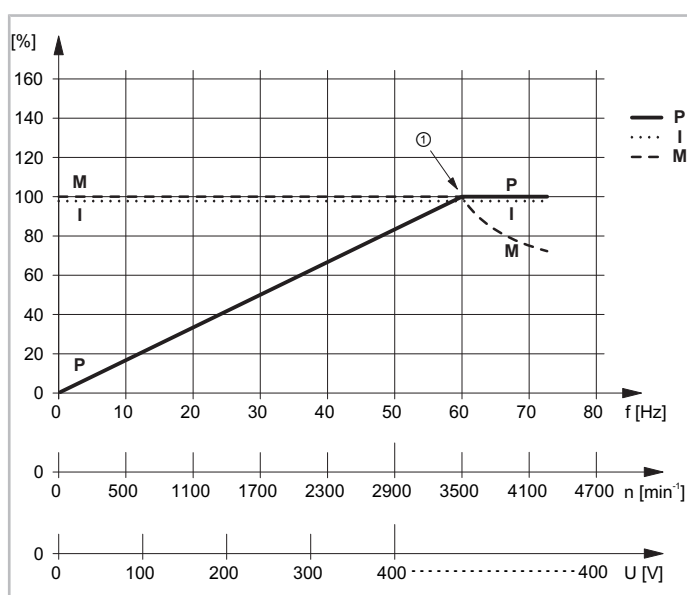


Fig. 13: Operating characteristics of an ORBIT compressor motor (E..7 series: max. 65 Hz) for operation with a frequency inverter (380 V/3/60 Hz) without reserve (current/power), i.e. motor at maximum capacity.

P: max. compressor power consumption

M: max. torque of the motor at compressor shaft

I: max. compressor current consumption

f: frequency (frequency inverter output)

U: voltage (frequency inverter output)

①: supply frequency / nominal voltage of the motor



NOTICE

Compressor and motor damage in case of exceeding speed!

Observe the upper speed limit of the compressor! See application range.

Depending on design and/or allowed speed range of the compressor, the preferable motor option is (with regard to power supply 400 V/3/50 Hz):

- Motor code 2: 200 V/3/50 Hz at full motor torque – observe maximum allowed speed of the compressor!

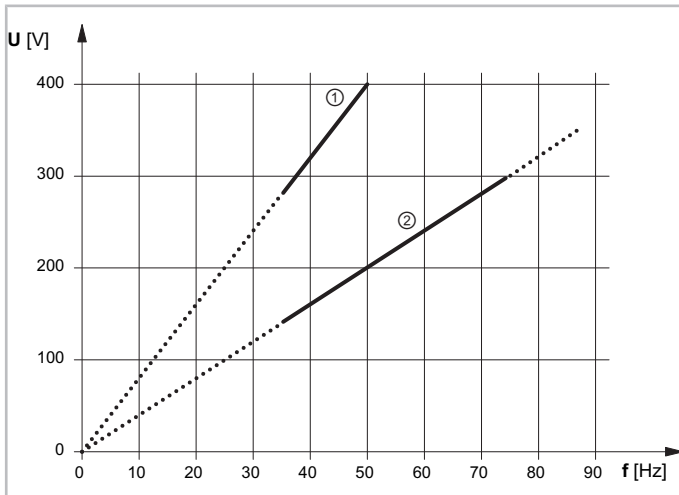


Fig. 14: Voltage increase of an ORBIT compressor (E..7 series: max 65 Hz), depending on the frequency for different motors

①: 400 V/3/50 Hz (motor 4)

②: 200 V/3/50 Hz (motor 2)

With this design, the operating current at graph ② (motor 2) is 1.3 times higher than at graph ① (motor 4). This increases frequency inverter costs resp. the frequency inverter has to be chosen accordingly.

4.3 Suitable protection devices

The standard protection device (SE-B*) and temperature sensor options may be used in combination with frequency inverters. The protection device SE-E5 is suitable as well. For details see Technical Information [CT-120](#).

4.4 Tandem and trio operation

Inverter driven ORBIT scroll compressors may be connected in tandem and trio arrangements (ESH7: tandems only, EL.7: single application only). In these cases, however, observe the respective maximum range of frequencies (see tables below): They are necessary to ensure adequate lubrication resp. oil return from the system when compression capacity is reduced. Whether by staging or inverter operation, capacity reduction reduces the refrigerant mass flow rate in the system. Special care must be taken to avoid oil traps and ensure that at low loads and low ambient temperatures, the flow velocity is sufficient to return oil from evaporators and any suction accumulators.

For general information on how to integrate ORBIT compressors into the refrigeration circuit:

- [EST-600](#): Integrating BITZER ORBIT scroll compressors into the refrigeration circuit

Individual rather than common drive operation

Equipping each compressor with a frequency inverter (= individual drive operation) allows individual compressors to be stopped or started independently of the others – within certain ranges, which are listed in detail in the tables below. With BITZER Advanced Header Technology (BAHT), it is possible to combine fixed and variable speed ORBIT compressors with the same pipes as used for conventional on/off operation. For ESH7, only the standard piping system is available.

In contrast, it is not recommended to use one inverter for several compressors (= common drive operation), because e.g.:

- Due to small differences in manufacturing of the motors and electrical connections, large currents will flow at undesirable places and destroy the compressor motors over time. Some inverter manufacturers have special “sinus” filters which should eliminate the problem, but the manufacturer must be consulted.
- For each start of one compressor, all others have to be stopped (thus reducing overall efficiency), and contactors are necessary.

Compound systems of 2 or 3 ORBIT scroll compressors utilizing BAHT

NOTICE

Risk of compressor damage if speed/frequency limits are not observed!

In compound systems with frequency inverter on **one** compressor: Observe the limitations in speed/frequency for this compressor! They vary with compressor model and supply frequency (50 or 60 Hz).

In compound systems with frequency inverter on **each** compressor: All compressors must operate at the same speed/frequency when running simultaenously! If only one compressor is actually running, it may operate at any frequency of 35 .. 75 Hz.

Due to the pressure difference necessary to achieve oil distribution, the variable speed options are limited to speeds that will achieve the pressure differentials for proper functioning of the oil management system.

Relevant parameters for possible combinations of ORBIT compressors are:

- supply frequency in the local power grid (50 or 60 Hz)
- number of compressors in the compound (2 or 3)
- how many compressors in the compound are equipped with a frequency inverter
- which compressor is equipped with the frequency inverter (to identify the mounting position, refer to the respective compound assembly drawings - please contact BITZER)

After selecting the compressors in the BITZER SOFTWARE according to the required refrigerating capacity, possible combinations of fixed and variable speed drives can be checked in the following tables.

For parallel operation of GSU, GED, GSP and ESH7 scroll compressors, please contact BITZER.

4.4.1 Tandems with FI on each compressor

The following table lists all possible ORBIT tandem compounds with frequency inverter on each compressor.

In each tandem or trio, one compressor is the **primary compressor**. This should be the compressor with the lowest displacement in the tandem, because it is the first to receive oil from the BAHT header:

- In case of a **vertical BAHT header** (ORBIT 6 tandem and trio, mixed tandem), the primary compressor is the compressor connected to the bottom part of the BAHT.
- In case of a **horizontal BAHT header** (ORBIT 8 tandem), the primary compressor is the compressor connected next to the closed end.

To identify the mounting position which is indicated by "primary" and "secondary" compressor, please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.

NOTICE

Both compressors must always operate at the same speed / frequency: $f(1) = f(2)$!

Primary compr.	f (min.)	f (max.)	Secondary compr.	f (min.)	f (max.)	Comment
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$
GSD80421	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2)$

Primary compr.	f (min.)	f (max.)	Secondary compr.	f (min.)	f (max.)	Comment
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80421	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80485	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)

Tab. 3: ORBIT tandem compounds with frequency inverter on each compressor. Both compressors must always operate at the same speed / frequency!

f (min.): minimum permitted frequency

f (max.): maximum permitted frequency

4.4.2 Tandems with FI on the primary compressor (50 Hz)

The following table lists all possible ORBIT tandem compounds with 50 Hz supply frequency and frequency inverter on the primary compressor.

In each tandem or trio, one compressor is the **primary compressor**. This should be the compressor with the lowest displacement in the tandem, because it is the first to receive oil from the BAHT header:

- In case of a **vertical BAHT header** (ORBIT 6 tandem and trio, mixed tandem), the primary compressor is the compressor connected to the bottom part of the BAHT.
- In case of a **horizontal BAHT header** (ORBIT 8 tandem), the primary compressor is the compressor connected next to the closed end.

To identify the mounting position which is indicated by "primary" and "secondary compressor", please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.

Primary compressor	f (min.)	f (max.)	Secondary compressor	f (fix)
GSD80295	35 Hz	65 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD80295	35 Hz	71 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD80385	35 Hz	54 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80385	35 Hz	62 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD80421	35 Hz	57 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60120	35 Hz	57 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60120	35 Hz	64 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60137	35 Hz	56 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60137	35 Hz	67 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60154	35 Hz	59 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60182	35 Hz	64 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60120	35 Hz	72 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60137	35 Hz	63 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60154	35 Hz	55 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60154	35 Hz	65 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	57 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz

Primary compressor	f (min.)	f (max.)	Secondary compressor	f (fix)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	55 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD60120	50 Hz
GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD80295	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD80385	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD80421	35 Hz	50 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80485	35 Hz	50 Hz	GSD80485	50 Hz

Tab. 4: ORBIT tandem compounds with 50 Hz supply frequency (=f (fix)) and frequency inverter on the primary compressor

f (min.): minimum permitted frequency

f (max.): maximum permitted frequency

4.4.3 Tandems with FI on the secondary compressor (50 Hz)

The following table lists all possible ORBIT tandem compounds with 50 Hz supply frequency and frequency inverter on the secondary compressor.

In each tandem or trio, one compressor is the **primary compressor**. This should be the compressor with the lowest displacement in the tandem, because it is the first to receive oil from the BAHT header:

- In case of a **vertical BAHT header** (ORBIT 6 tandem and trio, mixed tandem), the primary compressor is the compressor connected to the bottom part of the BAHT.
- In case of a **horizontal BAHT header** (ORBIT 8 tandem), the primary compressor is the compressor connected next to the closed end.

To identify the mounting position which is indicated by "primary" and "secondary compressor", please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.

Primary compressor	f (fix)	Secondary compressor	f (min.)	f (max.)
GSD80295	50 Hz	GSD80385	39 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80421	46 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80485	40 Hz	75 Hz
GSD80421	50 Hz	GSD80485	44 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60137	44 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60154	40 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60154	45 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60182	39 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60182	43 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz

Primary compressor	f (fix)	Secondary compressor	f (min.)	f (max.)
GSD60154	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60235	40 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80385	44 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80385	46 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80385	48 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80421	44 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80421	47 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80485	36 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80485	38 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80421	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80485	42 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80485	47 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60120	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60137	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60154	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60182	50 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD60235	50 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD80421	50 Hz	GSD80421	50 Hz	75 Hz
GSD80485	50 Hz	GSD80485	50 Hz	75 Hz

Tab. 5: ORBIT tandem compounds with 50 Hz supply frequency (=f (fix)) and frequency inverter on the secondary compressor

f (min.): minimum permitted frequency

f (max.): maximum permitted frequency

4.4.4 Tandems with FI on the primary compressor (60 Hz)

The following table lists all possible ORBIT tandem compounds with 60 Hz supply frequency and frequency inverter on the primary compressor.

In each tandem or trio, one compressor is the **primary compressor**. This should be the compressor with the lowest displacement in the tandem, because it is the first to receive oil from the BAHT header:

- In case of a **vertical BAHT header** (ORBIT 6 tandem and trio, mixed tandem), the primary compressor is the compressor connected to the bottom part of the BAHT.
- In case of a **horizontal BAHT header** (ORBIT 8 tandem), the primary compressor is the compressor connected next to the closed end.

To identify the mounting position which is indicated by "primary" and "secondary compressor", please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.

Primary compressor	f (min.)	f (max.)	Secondary compressor	f (fix)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD80385	35 Hz	65 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD80421	35 Hz	69 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60120	35 Hz	68 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60137	35 Hz	67 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60154	35 Hz	70 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	65 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	65 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	70 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD60120	60 Hz
GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD60235	60 Hz

Primary compressor	f (min.)	f (max.)	Secondary compressor	f (fix)
GSD80295	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD80385	35 Hz	60 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD80421	35 Hz	60 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80485	35 Hz	60 Hz	GSD80485	60 Hz

Tab. 6: ORBIT tandem compounds with 60 Hz supply frequency (=f (fix)) and frequency inverter on the primary compressor

f (min.): minimum permitted frequency

f (max.): maximum permitted frequency

4.4.5 Tandems with FI on the secondary compressor (60 Hz)

The following table lists all possible ORBIT tandem compounds with 60 Hz supply frequency and frequency inverter on the secondary compressor.

In each tandem or trio, one compressor is the **primary compressor**. This should be the compressor with the lowest displacement in the tandem, because it is the first to receive oil from the BAHT header:

- In case of a **vertical BAHT header** (ORBIT 6 tandem and trio, mixed tandem), the primary compressor is the compressor connected to the bottom part of the BAHT.
- In case of a **horizontal BAHT header** (ORBIT 8 tandem), the primary compressor is the compressor connected next to the closed end.

To identify the mounting position which is indicated by "primary" and "secondary compressor", please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.

Primary compressor	f (fix)	Secondary compressor	f (min.)	f (max.)
GSD80295	60 Hz	GSD80385	46 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80421	42 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80485	37 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80421	55 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80485	48 Hz	75 Hz
GSD80421	60 Hz	GSD80485	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60137	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60154	47 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60154	54 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60182	41 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60182	46 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60182	51 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60235	36 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60235	40 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60235	47 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80385	47 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80385	49 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz

Primary compressor	f (fix)	Secondary compressor	f (min.)	f (max.)
GSD60154	60 Hz	GSD80385	52 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80421	47 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80421	51 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80485	37 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80485	39 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80485	41 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80421	55 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80485	45 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80485	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60120	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60137	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60154	60 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60182	60 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD60235	60 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD80421	60 Hz	GSD80421	60 Hz	75 Hz
GSD80485	60 Hz	GSD80485	60 Hz	75 Hz

Tab. 7: ORBIT tandem compounds with 60 Hz supply frequency (=f (fix)) and frequency inverter on the secondary compressor
 f (min.): minimum permitted frequency
 f (max.): maximum permitted frequency

4.4.6 Trios with FI on each compressor

The following table lists all possible ORBIT trio compounds with frequency inverter on each compressor. To identify the mounting position which is indicated by "compressor 1", "compressor 2" and "compressor 3", please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.



NOTICE

All 3 compressors must always operate at the same speed / frequency: $f(1) = f(2) = f(3)$!

Compr. 1	f (min.)	f (max.)	Compr. 2	f (min.)	f (max.)	Compr. 3	f (min.)	f (max.)	Comment
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2) = f (3)

Tab. 8: ORBIT trio compounds with frequency inverter on each compressor. All 3 compressors must always operate at the same speed / frequency!

f (min.): minimum permitted frequency

f (max.): maximum permitted frequency

4.4.7 Trios with FI on compressor 2 (50 Hz)

The following table lists all possible ORBIT trio compounds with 50 Hz supply frequency and frequency inverter on compressor 2. To identify the mounting position which is indicated by "compressor 1", "compressor 2" and "compressor 3", please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.

Compressor 1	f (fix)	Compressor 2	f (min.)	f (max.)	Compressor 3	f (fix)
GSD60120	50 Hz	GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD60120	50 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD60182	50 Hz

Tab. 9: ORBIT trio compounds with 50 Hz supply frequency (=f (fix)) and frequency inverter on compressor 2

f (min.): minimum permitted frequency

f (max.): maximum permitted frequency

4.4.8 Trios with FI on compressor 2 (60 Hz)

The following table lists all possible ORBIT trio compounds with 60 Hz supply frequency and frequency inverter on compressor 2. To identify the mounting position which is indicated by "compressor 1", "compressor 2" and "compressor 3", please contact BITZER for the respective compound assembly drawings.

Compressor 1	f (fix)	Compressor 2	f (min.)	f (max.)	Compressor 3	f (fix)
GSD60120	60 Hz	GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD60120	60 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD60182	60 Hz

Tab. 10: ORBIT trio compounds with 60 Hz supply frequency (=f (fix)) and frequency inverter on compressor 2

f (min.): minimum permitted frequency

f (max.): maximum permitted frequency

5 Electrical installation of compressor and frequency inverter

This chapter covers some important aspects to be considered when installing and commissioning an external frequency inverter.

- For frequency inverters not manufactured by BITZER: Please refer also to the respective operating instructions!
- For the BITZER VARIPACK frequency inverters (incl. electrical connections and control functions):
 - *CB-110* and *CB-111*: Operating instructions VARIPACK - external BITZER frequency inverters
- For schematic wiring diagrams for various compressors with frequency inverter:
 - *AT-300*: Schematic wiring diagrams for BITZER products

For further information, see also ASERCOM Guidelines "*Recommendations for using frequency inverters with positive displacement refrigerant compressors*", chapter 6.

State of delivery of compressor:



CAUTION

The compressor is filled with a protective charge: Excess pressure 0.5 .. 1 bar nitrogen.

Risk of injury to skin and eyes.

Depressurise the compressor!



Wear safety goggles!

For work on the electrical system:



WARNING

Risk of electric shock!

Before working on the terminal box, module housing and electrical lines: Switch off the main switch and secure it against being switched on again!



Close the terminal box and the module housing before switching on again!

For work on the frequency inverter (FI):



DANGER

Life-threatening voltages inside the frequency inverter housing!
Contact can lead to serious injuries or death.



Never open the FI housing in operation! Switch off the main switch and secure it against being switched on again.

Wait for at least 10 minutes until all capacitors have been discharged!
Before switching on again, close the FI housing.



DANGER

Wrong or insufficient earthing may result in life-threatening electric shocks upon contact with the frequency inverter!



Earth the complete frequency inverter permanently and check the earth contacts at regular intervals!
Prior to any intervention in the device, check all voltage connections for proper isolation.



NOTICE

Operating the frequency inverter at high temperatures leads to stress and reduced lifetime!
Take into account the maximum ambient temperatures at the place of installation.
Observe the minimum clearances for ventilation.

5.1 Arrangement of the wiring

Strictly observe the frequency inverter manufacturer's installation recommendations and requirements! Observe the following in particular:

- The power cable between frequency inverter and compressor motor should have a suitable EMC shield which is connected to both the mounting plate of the electrical enclosure and to the housing of the motor with large contact-area bonding of the screen without any "pigtail" connections.
As the terminal box of BITZER scroll compressors is made of plastic, the earth screw in the terminal box should be properly connected to the EMC shield, e.g. with earth straps and shield clamps.
- Depending on the local environment (residential, commercial, industrial etc.), additional EMC filters may be required.
- The motor should be earthed using the protective earth conductor of this cable.
- Additionally, the compressor housing should be earthed separately with a cable of suitable cross-sectional area.
- With regard to the power cable, the frequency inverter manufacturer's recommendations should be observed (e.g. concerning maximum length, spacing to other cables).

5.2 LSPM motor

Compressors equipped with an line start permanent magnet motor (LSPM motor) can be identified by the letter "U" added to the model designation (e. g. GSU60120VLB4-2). The built-in permanent magnets generate a non-negligible magnetic field which, however, is shielded by the compressor housing.



Fig. 15: Warning and prohibition signs on a compressor with LSPM motor

Safety signs attached to the compressor



WARNING

Strong magnetic field!

Keep magnetic and magnetizable objects away from compressor!



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

Work on a compressor with LSPM motor

Any work on the compressor may only be performed by persons that are not part of the specified group. Maintenance work beyond the work described in the present document and in the Operating Instructions *ESB-130* may only be performed after consultation with BITZER.



WARNING

Induction, electric voltage!

Never operate the motor with the terminal box open!

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



NOTICE

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

Permitted work on a compressor with LSPM motor

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

6 Commissioning

6.1 Configuration of the frequency inverter

For work on the frequency inverter (FI):



DANGER

Life-threatening voltages inside the FI housing!

Contact can lead to serious injuries or death.



Never open the FI housing in operation!

Switch off the main switch and secure it against being switched on again.

Wait for at least 5 minutes until all capacitors have been discharged!

Before switching on again, close the FI housing.



CAUTION

In operation, the heat sink of the frequency inverter will get hot.

Risk of burns upon contact!



Prior to performing work on the frequency inverter, disconnect the power supply and wait for at least 15 minutes until the heat sink has cooled down.

**NOTICE**

Risk of frequency inverter failure caused by over-voltage!

Always disconnect the frequency inverter from the circuit to be tested before any high potential tests or an isolation test on lines in operation!

**NOTICE**

Risk of motor damage!

Check the switching frequency of the converter in the frequency inverter and set it, if necessary! Recommended value: 2 .. 6 kHz

- Set the minimum and maximum frequency (or speed)
- Set the nominal motor data (see name plate)
 - current
 - voltage
 - frequency
 - number of motor poles
 - (motor speed)
 - (power)
 - ($\cos \varphi$)
- control logic: U/f (proportional)
- switching frequency of the converter in the frequency inverter: use approx. 3 kHz as standard
 - Low switching frequencies reduce the strain on the isolation of the motor windings, in summary this results in higher efficiency.
 - Higher switching frequencies may cause less motor sound, slightly reduced motor losses and motor heat-up. On the other hand, they lead to higher losses and thus a higher temperature in the frequency inverter (possibly consider degrading, i.e. the output load decreases with rising ambient temperature).
- Activate the "Autotune" function of the frequency inverter, if available.
- Define the ascending ramp (start sequence) and descending ramp (stop sequence), see below.
- Define the speed ramps during operation (between min. and max. frequency). Here, the frequency change should be much slower than during start and stop, which is advantageous for the compressor and the entire system. The optimal ramp times also depend on the type of system (compound system, single compressor in liquid chiller, etc.). Especially for liquid chillers and heat pumps, the capacity should change over several minutes rather than within seconds. Typically the ramp up should be much slower than the ramp down – with BITZER products it is usually only half as fast. The VARIPACK has e.g. the following factory settings:
 - Ramp up: 10s/50Hz
 - Ramp down: 5s/50Hz

With BITZER VARIPACK frequency inverters, not all of these steps are necessary, since they are pre-configured and may be adapted to system requirements via the BEST SOFTWARE, see:

- [CB-110](#) and [CB-111](#): Operating instructions VARIPACK - external BITZER frequency inverters

Vibrations

**NOTICE**

Danger of material fatigue and damage caused by vibrations in the system due to FI speed drive!

Check the whole system carefully at all possible operating frequencies for vibrations and resonances.

Blend out frequencies which cause resonances by appropriate parameter setting at the inverter!

If a vibration problem is identified at a certain speed or combination of speeds, it may be possible to modify or reinforce the piping design to correct it. After any such changes, the system should be retested across the entire speed range to make sure that solving the problem at one speed does not create a problem at another.

Alternatively, most inverters have the ability to program "gap" speed ranges (frequency bypass ranges): While the compressor will be permitted to pass through the gap speed range, it will not be permitted to dwell within that range. Any frequency ranges where vibration or sound problems are identified can be "excluded" in this manner.

For further questions, please contact BITZER.

6.2 Start sequence

Frequency inverters are inherently soft starting. When starting the compressor, the inverter should be set to a very low speed/frequency, increasing it until the nominal operating speed of the compressor is achieved. This must not happen too fast – otherwise, the high inrush current to the motor may damage the inverter. Usually, the starting process can be programmed with control over the ascending ramp and starting voltage boost.

NOTICE
 Risk of compressor damage due to lack of oil!
 With FI operation, observe the recommended speed ramps in order to avoid a delayed internal lubrication to the compressor.

Recommended start sequence

BITZER suggests adhering to the following start sequence, i.e. ascending to 50 .. 60 Hz. This can be programmed in the frequency inverter (with VARIPACK: "Hold frequency") or must be implemented with the superior control. Individual applications may allow for a lower "start dwell speed" with approval by BITZER.

Start sequence for ELV21 see operating instructions, for ELV52 on request.

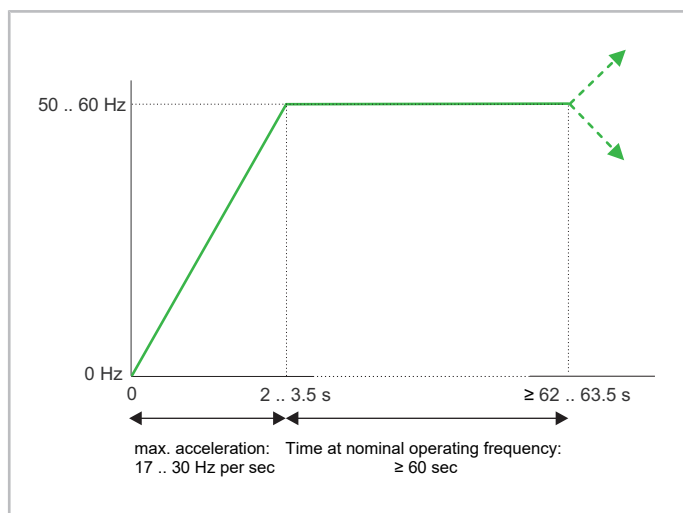


Fig. 16: Exemplary start sequence for ORBIT and ESH7 scroll compressors with frequency inverter.

Acceleration during ascending ramp: 17 .. 30 Hz / sec

Nominal operating frequency: 50 .. 60 Hz

Time at nominal operating frequency: ≥ 60 sec

For EL.7, a minimum running time of 3 min has to be observed - please contact BITZER for operation of EL.7 with frequency inverter.

This start sequence is intended only to manage oil delivery within the compressor itself. It is not intended to address oil migration or oil return from the system. System oil return issues should also be addressed and may require extended time at nominal operating frequency to return any oil potentially pumped out at start-up, if lower operating frequencies and mass flows are expected.

There is no specific stop sequence for scroll compressors with frequency inverter – the procedure is the same as without frequency inverter, but special care should be taken to maintain a sufficient oil level.

During operation, frequency changes should be much slower than during start and stop (*Configuration of the frequency inverter*).

For work on the compressor once it has been commissioned:



WARNING
 The compressor is under pressure!
 Serious injuries are possible.
 Depressurise the compressor!
 Wear safety goggles!



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



NOTICE
 Risk of compressor failure!
 Operate the compressor only in the intended rotation direction!

6.3 Cycling rate and minimum running times

Be sure to adhere to the following minimum times:

Compressor	Minimum running time	Cycling rate (minimum start-to-start time)
GSD6, GSU6(ORBIT 6)	2 min	5 min
GED8, GSD8, GSU8 (ORBIT 8)	3 min	5 min
ESH7, ELH7	3 min	5 min
ELV21	2 min	see Operating Instructions <ul style="list-style-type: none"> • <i>ESB-310</i>: Operating instructions Semi-hermetic scroll compressors ELV21
ELV52	2 min	see Operating Instructions <ul style="list-style-type: none"> • <i>ESB-320</i>: Operating instructions Semi-hermetic scroll compressors ELV(E)52

Tab. 11: Cycling rate and minimum running times for scroll compressors with frequency inverter



NOTICE
 Risk of motor failure!
 The control logic of the superior system controller must meet the specified requirements in any case.

Содержание

1 Введение	72
2 Безопасность	73
2.1 Имейте ввиду с легковоспламеняющимися хладагентами.....	74
2.1.1 Использование легковоспламеняющихся хладагентов классов безопасности A2L и A3 (напр. R1234yf или R290).....	74
2.1.2 Проведение работ на системах с хладагентами A3, A2L и B2L.....	75
2.1.3 Проектирование системы с легковоспламеняющимися хладагентами.....	75
2.1.4 Подозрение на горение хладагента в клеммной коробке.....	75
2.1.5 Демонтированные компоненты систем с хладагентами A3 или A2L.....	76
2.1.6 Отработанное масло из систем с хладагентами A3 или A2L.....	76
3 Работа с преобразователем частоты	76
3.1 Холодопроизводительность и эффективность системы.....	76
3.2 Область применения.....	79
4 Подбор	81
4.1 Подбор с помощью BITZER SOFTWARE.....	81
4.2 Моторы компрессоров.....	85
4.2.1 Моторы специального напряжения	87
4.3 Подходящие устройства защиты	88
4.4 Работа тандема и трио	88
4.4.1 Тандемы с ПЧ на каждом компрессоре.....	89
4.4.2 Тандемы с ПЧ на ведущем компрессоре (50 Hz).....	91
4.4.3 Тандемы с ПЧ на ведомом компрессоре (50 Hz).....	93
4.4.4 Тандемы с ПЧ на ведущем компрессоре (60 Hz).....	94
4.4.5 Тандемы с ПЧ на ведомом компрессоре (60 Hz).....	95
4.4.6 Трио с ПЧ на каждом компрессоре.....	97
4.4.7 Трио с ПЧ на компрессоре 2 (50 Hz).....	97
4.4.8 Трио с ПЧ на компрессоре 2 (60 Hz).....	98
5 Электрический монтаж компрессора и преобразователя частоты	98
5.1 Прокладка кабелей.....	99
5.2 LSPM мотор	100
6 Ввод в эксплуатацию	101
6.1 Конфигурация преобразователя частоты	101
6.2 Последовательность пуска.....	102
6.3 Частота циклов и минимальное время работы.....	104

1 Введение

Преобразователь частоты позволяет бесступенчато регулировать холодопроизводительность в соответствии с потребностью системы охлаждения посредством регулирования скорости. Следующие рекомендации объясняют конструкцию, работу, область применения и особые характеристики

- спиральных компрессоров BITZER
- в сочетании с внешними преобразователями частоты для регулирования скорости, например BITZER.

Все спиральные компрессоры BITZER подходят для работы выше и ниже частоты электросети и, таким образом, могут работать в исключительно широком диапазоне производительности.

Особенности работы с преобразователем частоты (FI):

- более высокая эффективность системы, особенно при частичной нагрузке
- возможен более точный контроль температуры
- точная температура охлаждающей жидкости для чувствительного технологического охлаждения, соотв. температура теплоносителя для тепловых насосов
- меньше пусков компрессора
- меньшая нагрузка на мотор и электросеть благодаря встроенному плавному пуску: пусковой ток ниже, чем при прямом пуске, плавном пуске, звезде-треугольнике или пуске с разделенными обмотками
- более высокая холодопроизводительность часто возможна при работе на частотах выше частоты сети (позволяет использовать компрессор с меньшей объемной производительностью при частоте сети 50 или 60 Hz, т.е., возможно, сокращение затрат на kW холодопроизводительности)
- сниженный уровень шума (например, вентиляторы, насосы)

На рисунке ниже показаны меньшие колебания температуры при регулировании с преобразователем частоты:

- Регулирование «On/off», левая треть: большие колебания температуры, относительно низкая средняя эффективная температура испарения (тонкая пунктирная линия)
- Ступенчатое механическое регулирование, средняя треть: снижение колебаний температуры благодаря более быстрому регулированию, более высокая средняя эффективная температура испарения и, следовательно, более высокая эффективность.
- Регулирование с преобразователем частоты, правая треть: очень стабильная температура в хол. камере и соотв. температура охлаждающей жидкости (возможно $\pm 0,5$ K) благодаря бесступенчатому регулированию, более высокая средняя эффективная температура испарения и, следовательно, более высокая эффективность

При работе с преобразователем частоты средняя температура испарения может быть повышена, напр. от -7 до $-4,5^{\circ}\text{C}$. Повышение температуры испарения на 1 K повышает эффективность системы до 3%.

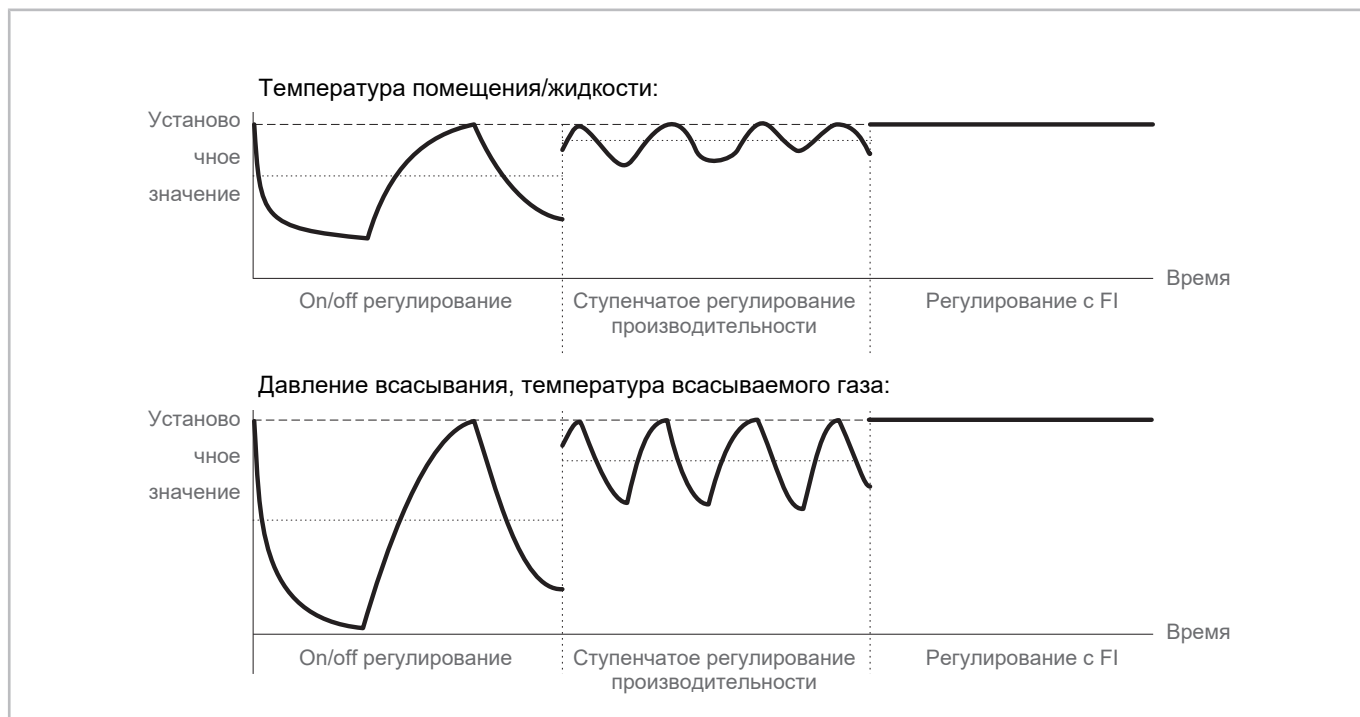


Рис. 1: Регулирование производительности с помощью преобразователя частоты (FI) по сравнению с «on/off» и ступенчатым механическим регулированием

Также соблюдайте следующие технические документы

- [ESB-100](#): Инструкция по эксплуатации Герметичные спиральные компрессоры ESH
- [ESB-110](#): Инструкция по эксплуатации Герметичные спиральные компрессоры ELH и ELA
- [ESB-130](#): Инструкция по эксплуатации Герметичные спиральные компрессоры ORBIT 6 и ORBIT 8
- [ESB-310](#): Инструкция по эксплуатации компрессоры ELV21
- [ESB-320](#): Инструкция по эксплуатации компрессоры ELV(E)52
- [CB-110](#) и [CB-111](#): Инструкция по эксплуатации VARIPACK - внешние преобразователи частоты BITZER
- [AT-660](#): Применение хладагентов R290 и R1270, A3

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.

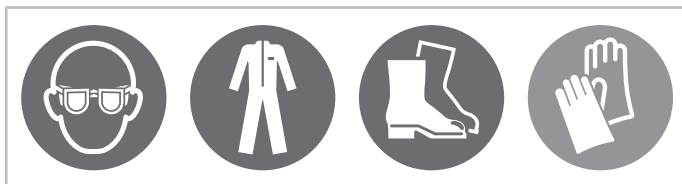


Рис. 2: Используйте средства индивидуальной защиты!

Указания по технике безопасности

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



УВЕДОМЛЕНИЕ

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



ВНИМАНИЕ

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



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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



ОПАСНОСТЬ

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

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

2.1 Имейте ввиду с легковоспламеняющимися хладагентами

2.1.1 Использование легковоспламеняющихся хладагентов классов безопасности A2L и A3 (напр. R1234yf или R290)

Данные, представленные в данной главе, касающиеся применения хладагентов группы безопасности AL2, основываются на европейских предписаниях и директивах. В регионах, находящихся за пределами ЕС, соблюдайте правила, действующие в конкретной стране.

В этой главе описываются дополнительные остаточные риски, связанные с продуктом при использовании хладагентов классов безопасности A3 и A2L, и приводятся пояснения. Эта информация помогает производителю системы провести необходимую оценку рисков системы; она никоим образом не может заменить

оценку риска для системы. Дополнительную информацию по конструкции системы см. в Технической информации [AT-660](#).

Проектирование, обслуживание и эксплуатация холодильных систем, использующих легковоспламеняющиеся хладагенты класса безопасности A2L, регулируются особыми правилами техники безопасности.



Информация

При использовании воспламеняющегося хладагента:

Приклейте предупреждающий знак «Предупреждение: легковоспламеняющиеся материалы» (W021 в соответствии с ISO7010) на видном месте на компрессоре.

2.1.2 Проведение работ на системах с хладагентами A3, A2L и B2L



ОПАСНОСТЬ

Опасность взрыва!

Не производите пайку трубопроводов!

- ▶ Ослабьте трубные фитинги или разрежьте их, чтобы открыть трубопроводы.
- ▶ Избегайте искрения.

2.1.3 Проектирование системы с легковоспламеняющимися хладагентами

Электрические выключатели, которые могут генерировать искру, не следует устанавливать рядом с компонентами, из которых может происходить утечка хладагента. Это подразумевает, например:

- ▶ Монтаж реле высокого и низкого давления вне распределительного шкафа.

2.1.4 Подозрение на горение хладагента в клеммной коробке.

Возгорание хладагента в клеммной коробке может произойти только при одновременном возникновении нескольких очень редких ошибок. Вероятность того, что это событие произойдет, крайне мала. Сгорание хладагентов на основе фтора может привести к выделению смертельно опасных газов.



ОПАСНОСТЬ

Опасные для жизни токсичные газы и продукты сгорания!

Хорошо проветривайте машинное отделение не менее 2 часов.

Никогда не вдыхайте продукты сгорания.

Используйте соответствующие кислотоупорные перчатки.

При подозрении на горение хладагента в клеммной коробке:

- ▶ Не входите в место установки и проветривайте его не менее 2 часов.
- ▶ Никогда не вдыхайте продукты сгорания.
- ▶ Не входите в место установки до полного удаления продуктов сгорания. Потенциально токсичный и коррозионно-активный отработанный воздух должен быть выброшен в атмосферу.
- ▶ Наденьте подходящие кислотостойкие перчатки.
- ▶ Не прикасайтесь к влажным отложениям, а дайте им высохнуть, поскольку они могут содержать растворенные токсичные вещества..
- ▶ Поручите обученному персоналу очистить соответствующие части.
- ▶ Удалите проржавевшие компоненты и утилизируйте их надлежащим образом

2.1.5 Демонтированные компоненты систем с хладагентами A3 или A2L

После демонтажа хладагент продолжает выделяться из компонентов системы и может воспламениться или образовать легко воспламеняющуюся смесь с окружающим воздухом. Учитывайте это при оценке риска по вмешательству в систему и подготовьте соответствующее оборудование. Это может означать, например:

- ▶ Извлеките среду из линейного фильтра и промойте его чистым азотом.
- ▶ Удалите все масло из трубопроводов и промойте их чистым азотом.
- ▶ Утилизируйте пропитанную маслом ветошь в несгораемые контейнеры.
- ▶ Откачайте компоненты системы, которые можно отсечь, заправьте их чистым азотом и затем осеките. Это также относится к демонтированному компрессору.
- ▶ Всегда маркируйте демонтированные компоненты предупреждающим знаком "воспламеняющийся материал" W021 согласно ISO7010.

2.1.6 Отработанное масло из систем с хладагентами A3 или A2L



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность возгорания!

Отработанное масло содержит относительно большой объем растворенного хладагента.

Безопасно упакуйте отработанное масло. Утилизируйте экологически безопасным способом.

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

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

Соблюдайте при хранении и транспортировке:

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

3 Работа с преобразователем частоты

3.1 Холодопроизводительность и эффективность системы

Механическое регулирование производительности

В средних и крупных системах HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха), таких как чиллеры с воздушным охлаждением, распространенным методом регулирования производительности являются контуры с несколькими компрессорами, в которых пускаются/останавливаются несколько компрессоров. Жидкостной контур надлежащего объема обычно обеспечивает демпфирование изменений температуры жидкости, вызванных пуском и остановом отдельных компрессоров. Контроллер системы совместно с различными датчиками температуры жидкости и окружающей среды обеспечивает логику пусков компрессора для поддержания требуемой температуры жидкости.

Компрессор работает с постоянной скоростью, скорость мотора напрямую зависит от частоты сети. Это приводит к следующей номинальной скорости для 2-полюсных асинхронных моторов

- 2900 min⁻¹ при 50 Hz и

- 3500 min⁻¹ при 60 Hz.

Для обеспечения высокой энергоэффективности, высокой точности регулирования температуры жидкости или условий с очень низкой нагрузкой, преобразователи частоты могут иметь преимущество при регулировании производительности.

Регулирование производительности с преобразователем частоты

Средний момент на валу компрессора в основном зависит от условий эксплуатации и свойств хладагента. Таким образом, он остается примерно постоянным в широком диапазоне скорости/частоты. Холодопроизводительность и потребляемая мощность изменяются примерно пропорционально скорости (см. график ниже), холодопроизводительность может плавно адаптироваться посредством регулирования скорости. Ниже приведены допустимые скорости/частоты для компрессоров BITZER (*Область применения*).

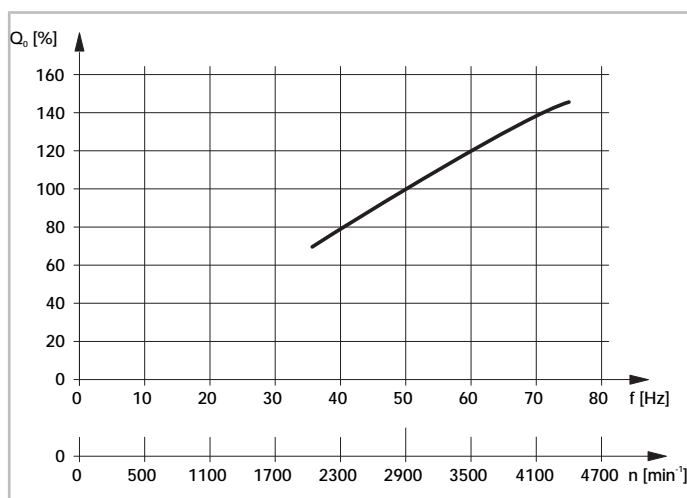


Рис. 3: Типовой график холодопроизводительности Q_0 в зависимости от частоты питания и частоты вращения компрессоров ORBIT (E..7 серия: макс. 65 Hz)

Потребление электроэнергии при полной нагрузке несколько выше, чем при работе компрессора напрямую от сети. Это связано с потерями в преобразователе частоты, вызванными потерями в отдельных электронных компонентах для преобразования энергии и охлаждения преобразователя частоты. Другой причиной нагрева мотора и снижения эффективности мотора являются гармоники: чем выше качество преобразователя частоты и чем лучше он сконфигурирован, тем ниже коэффициент гармонических искажений в выходном сигнале.

В работу инвертора вовлечено несколько переменных, влияющих на работу и запуск компрессора:

- Кривая напряжения ограничивает и регулирует эл. питание мотора,
- частота коммутации преобразователя частоты регулирует производительность и надежность мотора,
- последовательность пуска и коэффициент усиления напряжения контролируют пуск компрессора.

Однако в целом потери, вызванные преобразователем частоты, обычно компенсируются повышением эффективности системы за счет работы в более эффективном цикле за счет согласования производительности компрессора с требуемой нагрузкой системы. Таким образом, применение инвертора обычно повышает общую эффективность системы в «реальных» условиях.

Характеристика напряжения

Для данных условий работы крутящий момент мотора будет иметь тенденцию быть относительно постоянным независимо от его скорости. Для хорошей эффективности и надежности мотора напряжение должно регулироваться в диапазоне скоростей для достижения постоянного тока (силы тока) при данных условиях. Лучше всего это сделать, установив отношение напряжения, указанного на паспортной табличке, к частоте, указанной на паспортной табличке, и запрограммировав инвертор на поддержание этого соотношения во всем диапазоне скоростей. Это обычно известно как отношение напряжения к частоте (U/f) или Volt-Hertz отношение.

Преобразователь частоты не может подавать напряжение выше входного напряжения (= напряжение питания). Следовательно, напряжение статора не может увеличиваться при более высокой частоте инвертора. Ток намагничивания в главной индуктивности падает, вращающееся поле статора и вращающий момент ослабевают.

Это означает, что при повышении частоты выше синхронной скорости соотношение напряжение-частота U/f падает. Поскольку крутящий момент, требуемый компрессором, остается постоянным, потребление тока мотора будет увеличиваться (см. рисунок ниже). Следовательно, мотор должен иметь достаточный резерв (ток/мощность) на частоте сети. Частота/скорость могут быть увеличены до максимального тока мотора (RMS – среднеквадратичное значение) (см. максимальный рабочий ток на заводской табличке или в BITZER SOFTWARE).

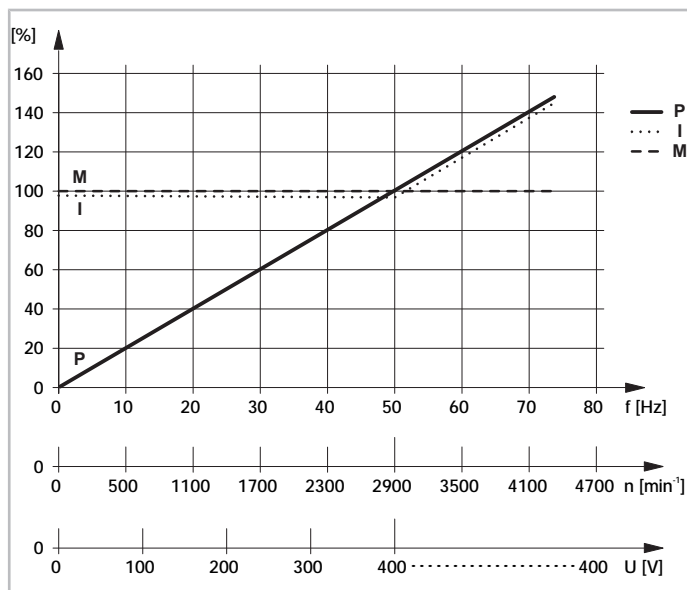


Рис. 4: Рабочие характеристики компрессора ORBIT (E..7 серия: макс. 65 Hz) для работы с преобразователем частоты (400 V/3/50 Hz) с резервом.

- P: макс. потребляемая мощность компрессора
- M: макс. крутящий момент мотора на валу компрессора
- I: макс. потребление тока компрессора
- f: частота (на выходе преобразователя частоты)
- U: напряжение (на выходе преобразователя частоты)

3.2 Область применения

Для безопасной работы компрессора с преобразователем частоты необходимо строго соблюдать следующие ограничения:

- минимальная и максимальная частота (см. ниже)
- максимальная температура мотора
- максимальная температура нагнетаемого газа или масла и перепад давления ($p_c - p_o$)
- максимальное и минимальное давление нагнетания
- максимальный рабочий ток компрессора
- максимальная температура испарения
- минимальный перепад давления ($p_c - p_o$)
- минимальное давление всасывания

Эти ограничения определяют применения и могут варьироваться в зависимости от диапазона частот и условий эксплуатации.

Диапазоны скоростей и частот

Минимальная частота для всех спиральных компрессоров BITZER составляет 35 / 44 Hz: уже было продемонстрировано, что это минимальная безопасная скорость, необходимая для обеспечения надлежащей смазки подшипников компрессора. Работа на более низких скоростях может привести к потере смазки и выходу подшипника из строя.

Максимальная частота ограничена возрастающими центробежными силами, которые влияют на механическую стабильность спиралей.

Компрессор	Диапазон частот (Hz)	Диапазон скоростей (min^{-1})
ESH7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELH7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELA7	35 .. 65	2000 .. 3800
ELV21	44 .. 140	2500 .. 8000
ELV52	44 .. 130	2500 .. 7500
ORBIT		
GED8	35 .. 60	2000 .. 3500
GSD6 .. GSD8	35 .. 75	2000 .. 4400
GSU6 .. GSU8	35 .. 75	2100 .. 4500
ORBIT тандем / трио	смотри ниже (<i>Работа тандема и трио</i>)	

Табл. 1: Диапазоны скоростей и частот спиральных компрессоров BITZER с внешними преобразователями частоты (также соблюдайте области применения и максимальное потребление тока мотором)

Пожалуйста, обратитесь в BITZER за рекомендациями по применению внешних преобразователей частоты.

Области применения

Как правило, модели компрессоров, допущенные к работе с преобразователем частоты, прошли полное циклическое испытание под нагрузкой на минимальной и максимальной скорости. Обычно области применения соответствуют областям с постоянной скоростью, опубликованным, например в BITZER SOFTWARE. Однако некоторые особые соображения могут потребовать ограничений на определенных скоростях.

На следующем рисунке в качестве примера показаны области применения для компрессоров ORBIT, работающих на разных частотах. Компрессор можно эксплуатировать только ниже указанных линий частот – в противном случае выберите мотор специального напряжения (*Моторы специального напряжения*).

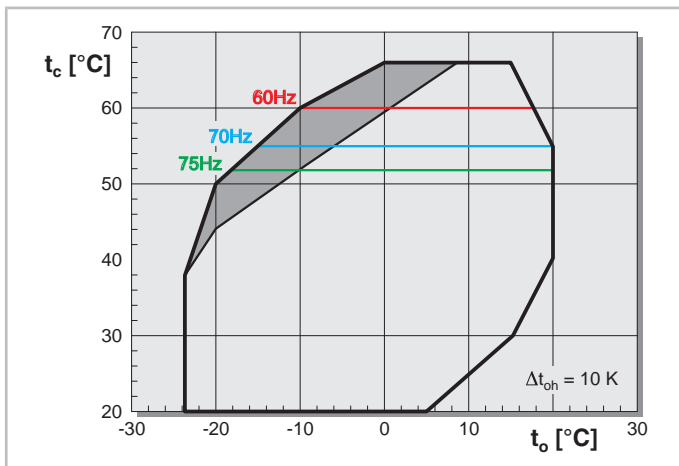


Рис. 5: Пример области применения для спиральных компрессоров ORBIT с преобразователем частоты на 50, 60 и 70 Hz (ограничения по температуре мотора или максимальному току). Компрессор можно эксплуатировать только **ниже** указанных линий частот. t_o : температура испарения, t_c : температура конденсации, Δt_{oh} : перегрев всасываемого газа
Серая область: возможны ограничения для частот < 50 Hz.

Конкретные области применения для конкретных компрессоров, моторов и хладагентов указаны в BITZER SOFTWARE или доступны по запросу.

Вибрации

Вибрации компрессора и пульсации давления, как правило, очень малы ввиду конструкции. Однако они могут вызывать резонансные частоты в трубопроводах и теплообменниках (т. е. соответствовать собственной частоте системы), что приводит к шуму от системы, вибрации и, возможно, к усталости трубопроводов и утечкам. Возможными источниками вибраций являются:

- пульсации давления в линии нагнетания газа
- вибрации крутящего момента, воздействующие на опоры компрессора или на фланцы трубных соединений
- резонанс с линией экономайзера (для винтовых и спиральных компрессоров)

Частота этих вибраций связана с рабочей частотой компрессора, которая может изменяться в широком диапазоне. По сравнению с односкоростными системами (без преобразователя частоты) эта проблема усугубляется в системах с регулируемой скоростью: Даже если трубопровод подходит для данной скорости компрессора, это может быть не так при других скоростях, устанавливаемых преобразователем частоты. По этой причине вибрации трубопроводов необходимо проверять во всем диапазоне скоростей компрессора, как во время проектирования конструкции системы, так и при вводе в эксплуатацию каждой отдельной системы (*Конфигурация преобразователя частоты*).

Данные с измеренными значениями шума для каждого компрессора представлены в Технической информации *AT-340* и в BITZER SOFTWARE, вкладка "Технические данные".

4 Подбор

4.1 Подбор с помощью BITZER SOFTWARE

i Информация

В настоящее время BITZER SOFTWARE предлагает расчеты с преобразователем частоты только для компрессоров ORBIT.

Шаг 1: Подбор компрессора

Сначала выберите хладагент, холодопроизводительность и рабочие точки, а затем выберите "Внешний FI". Затем запустите расчет, кликнув по кнопке . После этого программа предложит два подходящих компрессора в диапазоне максимальной рабочей частоты, каждый со своим стандартным мотором (*Моторы компрессоров*). Если выбран один из компрессоров, программа указывает частоту, холодопроизводительность и потребляемый ток (напряжение):

The screenshot displays the BITZER SOFTWARE interface for compressor selection. On the left, various parameters are set, including refrigerant (R410A), compressor type (ORBIT), and operating conditions (SST: 0°C, SCT: 50°C). The 'External FI' (Внешний FI) option is selected, and the frequency is set to 62 Hz. The right side shows the 'Result' (Результат) tab with a schematic diagram of the refrigeration cycle and a table of technical data for the selected compressor model GSD60235VA_4.

Компрессор		GSD60235VA_4
Частота компрессора		62,0 Hz
Холодопроизвод-сть		52,9 kW
Холодопроизвод-сть*		52,9 kW
Произв-сть испарителя		52,9 kW
Потребл. мощность		19,62 kW
Ток (400V)		32,6 A
Напряжения питания		380-420V
Производительность конденсатора		72,5 kW
СОР/КПД		2,69
СОР/КПД *		2,69
min. холодопроизводительность		29,3 kW (35 Hz)
max. Холодопроизводительность		64,5 kW (75 Hz)
Массов. расход		1299 kg/h
Температура нагнетания без охлаждения		92,3 °C

Рис. 6: BITZER SOFTWARE показывает частоту, холодопроизводительность и потребляемый ток (напряжение) для выбранного компрессора.

Постепенно увеличивая рабочую частоту (ползунок "Внешний FI"), можно найти максимальную рабочую частоту для выбранной комбинации компрессора, хладагента и рабочей точки. Для работы выше этой частоты может быть доступна специальная версия мотора (*Моторы специального напряжения*). Однако расчет моторов специального напряжения не реализован в BITZER SOFTWARE и доступен по запросу.

Шаг 2а: Подбор преобразователя частоты BITZER VARIPACK

Благодаря модульной конструкции преобразователей частоты VARIPACK доступен широкий спектр версий — гибких и совместимых с компрессорами BITZER:

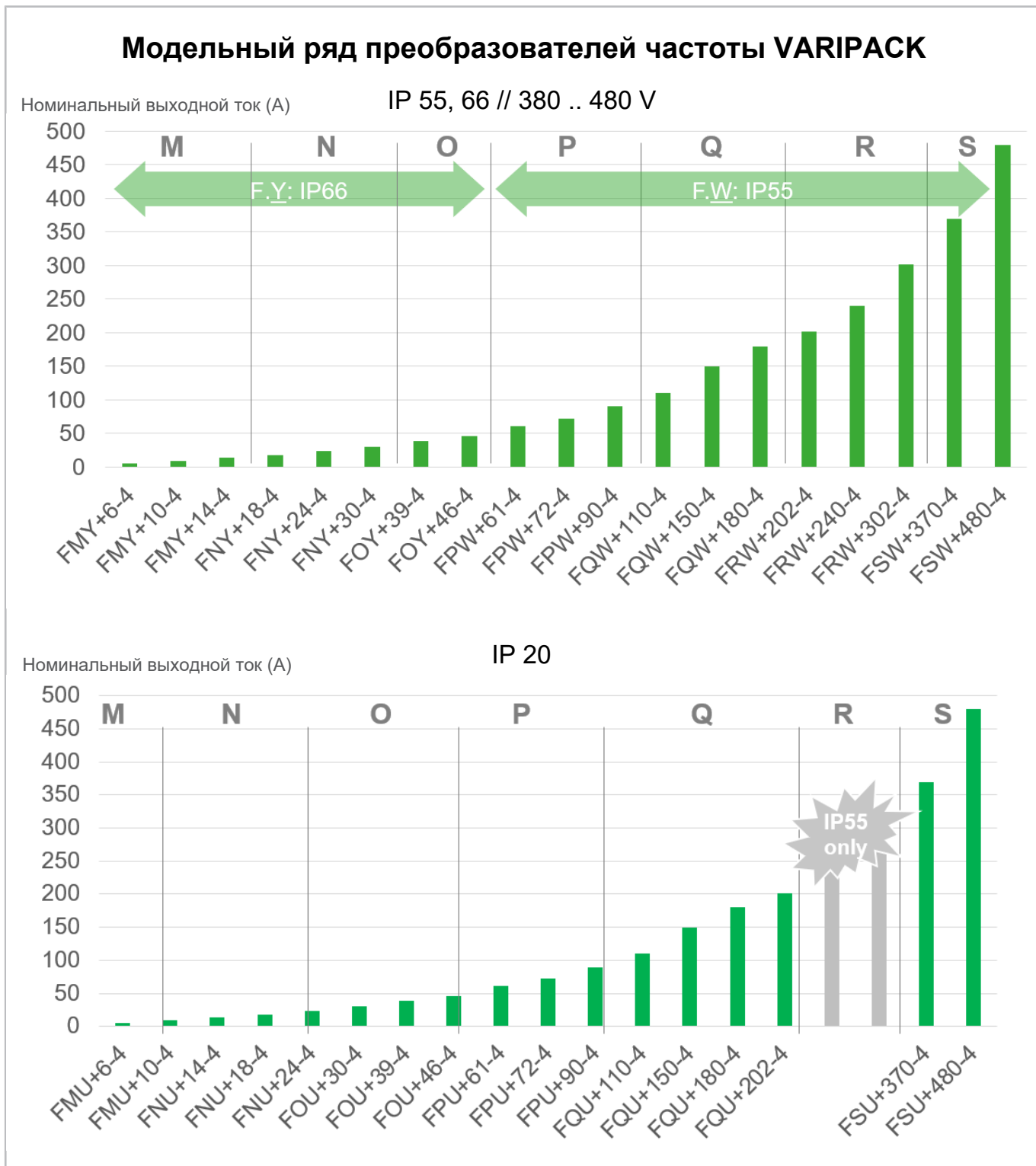


Рис. 7: Модельный ряд преобразователей частоты BITZER

См. также:

- CP-110: брошюра VARIPACK - внешние преобразователи частоты BITZER

Поскольку кнопка "Доп. оборудование" в BITZER SOFTWARE пока не активна для спиральных компрессоров, необходимо проверить максимальный рабочий ток мотора компрессора, который нельзя превышать при работе с преобразователем частоты. Он указан во вкладке "Технические данные":

The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface with the following settings and data:

- Mode:** Охлаждение и кондиционир...
- Refrigerant:** R410A
- Temp. used in calculation:** Темп. "точки росы"
- Compressor type:** Одиночный компрессор
- Series:** ORBIT
- Compressor Selection:**
 - Capacity: 60 kW
 - Model: GSD60235VA
 - Вкл. предыдущие типы
- Operating Point:**
 - SST: 0 °C
 - SCT: 50 °C
- Operating Conditions:**
 - Superheat: 0 K
 - Superheat: 10 K
 - Полезный перегрев: 100 %
- Production Control:**
 - без
 - Внешний ЧИ: 62Hz
- Technical Data (GSD60235VA):**
 - Volume production (2900rpm/50Hz): 37,6 m³/h
 - Volume production (3500rpm/60Hz): 45,4 m³/h
 - Weight: 83 kg
 - Max. excess pressure (HD/VD): 33 / 45 bar
 - Connection types: 1 3/8 (Standard), 7/8 (Standard "B" version)
 - Oil type: BVC32 (Standard)
 - Motor Parameters:**
 - Voltage: 380-420V Y-3-50Hz
 - Max. operating current: 41.3 A**
 - Starting current: 211.0 A
 - Max. energy consumption: 24,0 kW
 - Kit Contents:**
 - Oil fill: 2,7 dm³

Рис. 8: Проверка рабочего тока в BITZER SOFTWARE для подбора преобразователя частоты

В этом примере максимальный рабочий ток составляет 41,3 А, поэтому VARIPACK следует выбирать с номинальным выходным током ≥ 41.3 А. В соответствии с модельным рядом, показанным выше, это может быть, например FOY+46 (средний по. 6 .. 302 в обозначении модели указывает на номинальный выходной ток).

Пусковые характеристики компрессоров были оптимизированы для преобразователей частоты VARIPACK, протестированы для различных хладагентов, а результаты реализованы в BITZER SOFTWARE. Это обеспечивает безопасный запуск компрессора с преобразователями VARIPACK при любых условиях эксплуатации.

Для получения дополнительной информации по VARIPACK см.:

- [CB-110](#) и [CB-111](#): Инструкция по эксплуатации VARIPACK - внешние преобразователи частоты BITZER

Шаг 2b: Подбор преобразователя частоты другого производителя

- ▶ Обеспечьте резерв не менее 10 % для рабочего тока

Преобразователь частоты должен иметь возможность непрерывно подавать рабочий ток на компрессор при любых ожидаемых условиях эксплуатации. Следует запланировать не менее 10% дополнительного резерва, т.е. иметь возможность компенсировать пониженное напряжение в сети. Если преобразователь частоты имеет функции ограничения, которые ограничивают максимальную частоту в таких условиях для обеспечения эксплуатационной безопасности, можно закладывать меньший резерва.

- Учитывайте перегрузочную способность при пуске компрессора

Кроме того, необходимо учитывать коэффициент компенсации F_c для тока на время запуска компрессора. Для спиральных компрессоров следующий коэффициент: $F_s = 1.2$. Этот коэффициент умножается на "Макс. рабочий ток", который BITZER SOFTWARE указывает для соответствующего мотора во вкладке "Технические данные" (см. ниже). Этот максимальный ток должен находиться в пределах кратковременной перегрузочной способности преобразователя частоты, в противном случае потребуется более мощный преобразователь частоты.

The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface with the following settings and data:

- Спиральные компрессоры, Герметичные** (Screw compressors, Hermetic)
- Режим: Охлаждение и кондиционир...
- Хладагент: R410A
- Темп., используемая в расчете: Темп. "точки росы"
- тип компрессора: Одиночный компрессор
- Серии: ORBIT
- Подбор компрессора:
 - Холодопроизвод-сть: 60 kW
 - модель компрессора: GSD60235VA
 - Вкл. предыдущие типы
- Рабочая точка:
 - Тиспарения SST: 0 °C
 - Тконденсации SCT: 50 °C
- Условия функционирования:
 - Переохл-е (в конденсаторе): 0 K
 - Перегрев всасыв. паров: 10 K
 - Полезный перегрев: 100 %
- Регулирование производительности:
 - без
 - Внешний ЧИ: 62Hz
- Технические данные (Technical data):

Технические Параметры	
Объемная произв-сть (2900об/мин 50 Гц)	37,6 m³/h
Объемная произв-сть (3500об/мин 60 Гц)	45,4 m³/h
Вес	83 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	33 / 45 bar
Присоединение линии всасывания	
Соединение под пайку	1 3/8 (Standard)
Присоединение линии нагнетания	
Соединение под пайку	7/8 (Standard "B" version)
Тип масла для R410A	BVC32 (Standard)
Параметры Мотора	
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V Y-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	41.3 A
Пусковой ток (ротор заблокирован)	211.0 A
Мах. энергопотребление	24,0 kW
Комплект Поставки	
Заправка масла	2,7 dm³

Рис. 9: "Макс. рабочий ток", указанный в BITZER SOFTWARE (здесь: 41.3 A)

, умноженный на коэффициент компенсации конкретного компрессора (для спиральных компрессоров: $F_s = 1.2$) дает необходимую кратковременную перегрузочную способность преобразователя частоты. В преобразователях частоты BITZER VARIPACK (см. выше) это уже учтено в конструкции.

4.2 Моторы компрессоров

Для обычных применений, BITZER предлагает использовать стандартный мотор. Он очень экономичный и имеет широкий рабочий диапазон.

Напряжение питания	Рекомендуемый мотор	Код мотора
208-3-60	208/230 V/3/60 Hz	2
230-3-60	208/230 V/3/60 Hz	2
380-3-50	208/230 V/3/60 Hz	2
380-3-60	380 V/3/60 Hz	3
400-3-50	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4
460-3-60	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4
575-3-60	460 V/3/60 Hz 400 V/3/50 Hz	4

Табл. 2: Рекомендуемые моторы для спиральных компрессоров ORBIT для работы с преобразователем частоты

Расшифровка кодов моторов

ORBIT серии

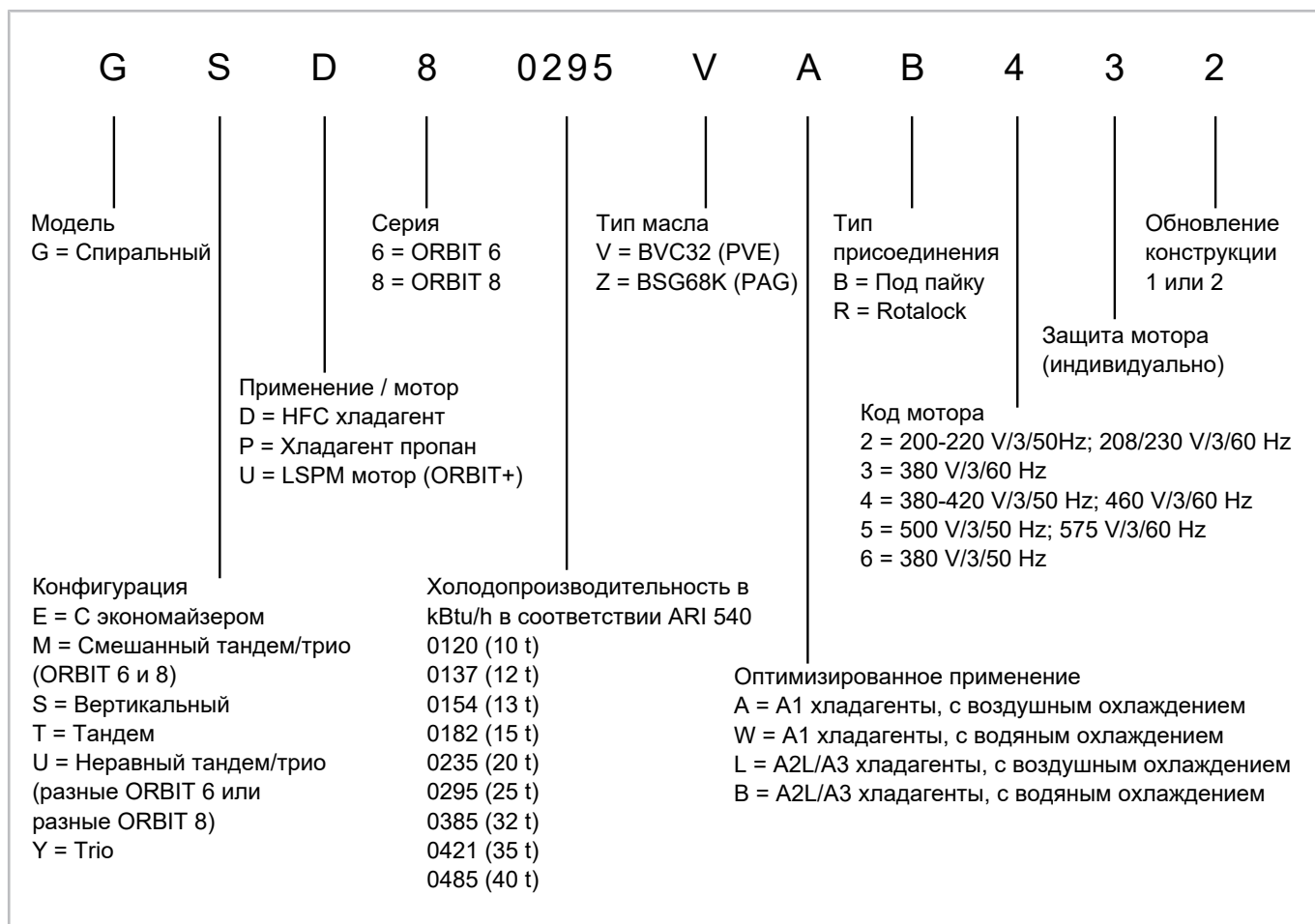


Рис. 10: Расшифровка кодов моторов спиральных компрессоров серии ORBIT (здесь пример: GSD)

ESH7, ELH7 и ELA7 серии

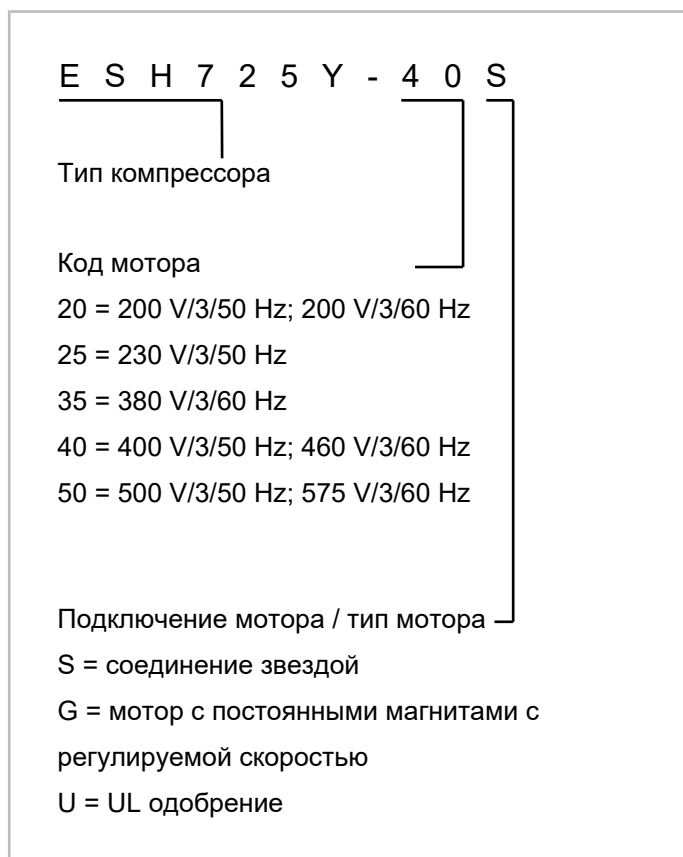


Рис. 11: Расшифровка кодов моторов спиральных компрессоров серии ORBIT (пример здесь: ESH7)

Дополнительные сведения о кодах моторов:

- *EST-410*: Коды моторов для спиральных компрессоров BITZER

LSPM моторы

Компрессоры, оснащенные мотором с постоянными магнитами с прямым пуском (LSPM мотор), можно идентифицировать по букве «U», добавленной к обозначению модели (например, **GSU60120VLB4-2**). Встроенные постоянные магниты создают незначительное магнитное поле, которое, при этом, экранируется корпусом компрессора.



Рис. 12: Предупреждающие и запрещающие знаки на компрессоре с LSPM мотором

Знаки безопасности, прикрепленные к компрессору



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Сильное магнитное поле!

Держите магнитные и намагничивающиеся предметы подальше от компрессора!



Лица с кардиостимуляторами, имплантированными дефибрилляторами сердца или металлическими имплантатами: расстояние должно быть не менее 30 см!

4.2.1 Моторы специального напряжения

Если мотор работает с максимальным рабочим током уже при стандартных условиях и частоте питания, может быть полезен мотор специального напряжения для достижения большего диапазона регулирования. Это гарантирует, что постоянное отношение напряжения к частоте U/f может поддерживаться даже выше частоты электросети. Постоянный крутящий момент доступен во всем диапазоне применения.

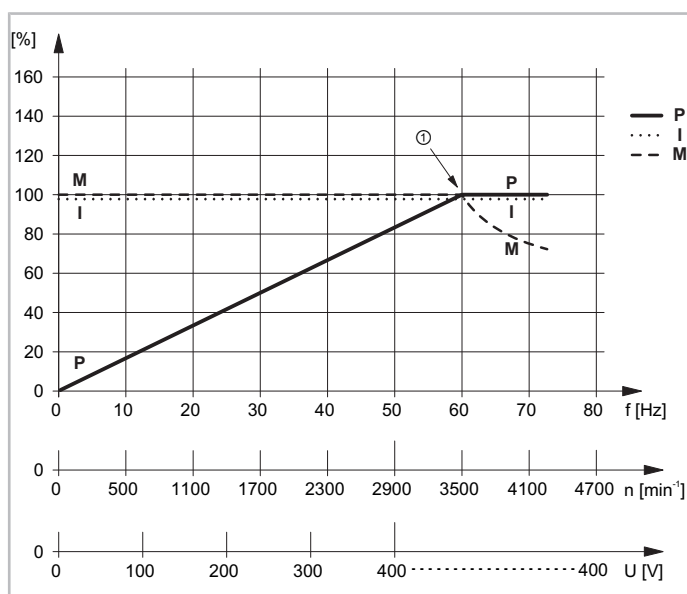


Рис. 13: Рабочие характеристики компрессора ORBIT (E..7 серия: макс. 65 Hz) для работы с преобразователем частоты (380 V/3/60 Hz) без резерва (ток/мощность), т.е. мотор на максимальной мощности.

P: макс. потребляемая мощность компрессора

M: макс. крутящий момент мотора на валу компрессора

I: макс. потребление тока компрессора

f: частота (на выходе преобразователя частоты)

U: напряжение (на выходе преобразователя частоты)

①: частота питания / номинальное напряжение мотора



УВЕДОМЛЕНИЕ

Повреждение компрессора и мотора при превышении скорости!

Соблюдайте верхний предел скорости компрессора! См. область применения.

В зависимости от конструкции и/или допустимого диапазона частот вращения компрессора предпочтительным вариантом мотора является (для электросети 400 V/3/50 Hz):

- Код мотора 2: 200 V/3/50 Hz при полном крутящем моменте мотора – соблюдайте максимально допустимую скорость компрессора!

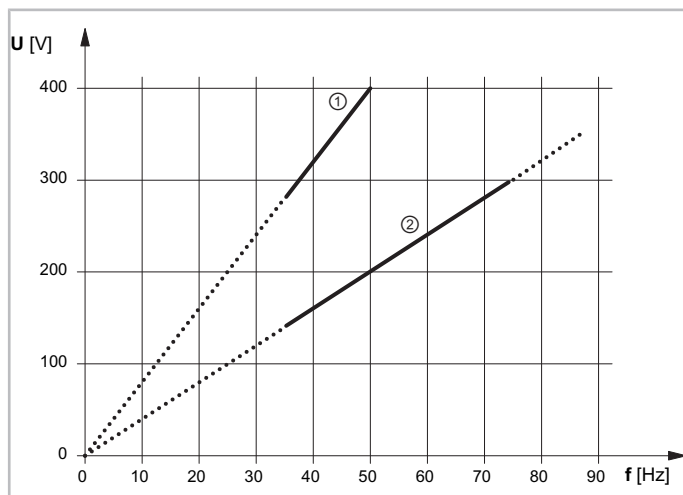


Рис. 14: Увеличение напряжения в зависимости от частоты для различных моторов для компрессоров ORBIT (E..7 серия: макс. 65 Hz)

①: 400 V/3/50 Hz (мотор 4)

②: 200 V/3/50 Hz (мотор 2)

При такой конструкции рабочий ток на графике ② (мотор 2) в 1,3 раза выше, чем на графике ① (мотор 4). Это увеличивает капитальные затраты на преобразователь частоты, соответственно преобразователь частоты должен быть выбран соответствующим образом.

4.3 Подходящие устройства защиты

Стандартное защитное устройство (SE-B*) и датчики температуры могут использоваться в сочетании с преобразователями частоты. Также подходит защитное устройство SE-E5. Подробно см. в Технической информации [CT-120](#).

4.4 Работа тандема и трио

спиральные компрессоры ORBIT с инверторным приводом могут быть объединены в тандем и трио (ESH7: только тандемы, EL.7: только одиночное применение). В этих случаях, однако, соблюдайте соответствующий максимальный диапазон частот (см. таблицы ниже): Диапазоны частот необходимы для обеспечения адекватной смазки, и возврата масла из системы при снижении производительности. Как при работе с инвертором так и при ступенчатом регулировании, снижение производительности снижает массовый расход хладагента в системе. Особое внимание следует уделить тому, чтобы избежать залегания масла и обеспечить, чтобы при низких нагрузках и низких температурах окружающей среды скорость потока была достаточной для возврата масла из испарителей и любых аккумуляторов на всасывании.

Общую информацию о том, как интегрировать компрессоры ORBIT в холодильный контур:

- [EST-600](#): Интеграция спиральных компрессоров BITZER ORBIT в холодильный контур

Индивидуальная, не общая работа с приводом

Оснащение каждого компрессора преобразователем частоты (= работа с индивидуальным приводом) позволяет останавливать или запускать отдельные компрессоры независимо от других – в определенных диапазонах, которые подробно перечислены в таблицах ниже. С помощью BITZER Advanced Header Technology (BAHT), можно комбинировать компрессоры ORBIT с фиксированной и переменной скоростью с теми же трубопроводами, которые используются для обычной работы вкл./выкл. Для ESH7 доступна только стандартная система трубопроводов.

Напротив, не рекомендуется использовать один инвертор для нескольких компрессоров (= работа с общим приводом), потому что, например:

- Из-за небольших различий при производстве моторов и эл. подключений большие токи будут протекать в нежелательных местах и со временем разрушать моторы компрессоров. Некоторые производители инверторов имеют специальные «синус» фильтры, которые должны устранить проблему, но необходимо проконсультироваться с производителем.
- При каждом запуске одного компрессора все остальные должны останавливаться (что снижает общую эффективность), и необходимы контакторы.

Многокомпрессорные системы из 2 или 3 спиральных компрессоров ORBIT, использующих BAHT



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность повреждения компрессора при несоблюдении лимитов скорости/частоты!

В многокомпрессорных системах с преобразователем частоты на **одном** компрессоре: Соблюдайте ограничения по скорости/частоте для этого компрессора! Они зависят от типа компрессора и частоты питания (50 или 60 Hz).

В многокомпрессорных системах с преобразователем частоты на **каждом** компрессоре: Все компрессоры должны работать с одинаковой скоростью/частотой при одновременной работе! Если фактически работает только один компрессор, он может работать на любой частоте 35 .. 75 Hz.

Из-за перепада давления, необходимого для обеспечения распределения масла, варианты переменной скорости ограничены скоростями, которые обеспечивают перепады давления для надлежащего функционирования системы управления маслом.

Соответствующие параметры для возможных комбинаций компрессоров ORBIT:

- частота питания в местной электросети (50 или 60 Hz)
- количество компрессоров в централи (2 или 3)
- сколько компрессоров в централи оснащено преобразователем частоты
- какой компрессор оснащен преобразователем частоты (чтобы определить монтажное положение, которое обозначено как «компрессор 1», «компрессор 2» и «компрессор 3», см. соответствующие сборочные чертежи — обратитесь в BITZER)

После выбора компрессоров в BITZER SOFTWARE в соответствии с требуемой холодопроизводительностью возможные комбинации приводов с фиксированной и переменной скоростью можно проверить в следующих таблицах.

По вопросам параллельной работы спиральных компрессоров GSU, GED, GSP и ESH7 обращайтесь в компанию BITZER.

4.4.1 Тандемы с ПЧ на каждом компрессоре

В следующей таблице перечислены все возможные тандем соединения ORBIT с преобразователем частоты на каждом компрессоре.

В каждом тандеме или трио один компрессор является **ведущим компрессором**. Это должен быть компрессор с наименьшей объемной производительностью в тандеме, потому что он первым получает масло из коллектора BAHT:

- В случае **вертикального коллектора ВАHT** (ORBIT 6 тандем и трио, смешанный тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный к нижней части ВАHT.
- В случае **горизонтального коллектора ВАHT** (ORBIT 8 тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный рядом с заглушенным концом.

Чтобы определить монтажное положение, обозначенное «ведущим» и «ведомым» компрессором, обратитесь в BITZER за соответствующими сборочными чертежами.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Оба компрессора всегда должны работать с одинаковой скоростью/частотой: $f(1) = f(2)$!

Ведущий компр.	f (мин.)	f (макс.)	Ведомый компр.	f (мин.)	f (макс.)	Комментарий
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80421	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)

Ведущий компр.	f (мин.)	f (макс.)	Ведомый компр.	f (мин.)	f (макс.)	Комментарий
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD60235	35 Hz	75 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80295	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80385	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80421	35 Hz	75 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)
GSD80485	35 Hz	75 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz	f (1) = f (2)

Табл. 3: тандем соединения ORBIT с преобразователем частоты на каждом компрессоре. Оба компрессора всегда должны работать с одинаковой скоростью/частотой!

f (мин.): минимально допустимая частота

f (макс.): максимально допустимая частота

4.4.2 Танделы с ПЧ на ведущем компрессоре (50 Hz)

В следующей таблице перечислены все возможные тандем соединения ORBIT при частоте питания 50 Hz и с преобразователем частоты на ведущем компрессоре.

В каждом танделе или трио один компрессор является **ведущим компрессором**. Это должен быть компрессор с наименьшей объемной производительностью в танделе, потому что он первым получает масло из коллектора ВАHT:

- В случае **вертикального коллектора ВАHT** (ORBIT 6 тандем и трио, смешанный тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный к нижней части ВАHT.
- В случае **горизонтального коллектора ВАHT** (ORBIT 8 тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный рядом с заглушенным концом.

Чтобы определить монтажное положение, обозначенное «ведущим» и «ведомым» компрессором, обратитесь в BITZER за соответствующими сборочными чертежами.

Ведущий компрессор	f (мин.)	f (макс.)	Ведомый компрессор	f (fix)
GSD80295	35 Hz	65 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD80295	35 Hz	71 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD80385	35 Hz	54 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80385	35 Hz	62 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD80421	35 Hz	57 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60120	35 Hz	57 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60120	35 Hz	64 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60137	35 Hz	56 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60137	35 Hz	67 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60154	35 Hz	59 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	50 Hz

Ведущий компрессор	f (мин.)	f (макс.)	Ведомый компрессор	f (fix)
GSD60182	35 Hz	64 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60120	35 Hz	72 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60137	35 Hz	63 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD60154	35 Hz	55 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60154	35 Hz	65 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	57 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60235	35 Hz	55 Hz	GSD80485	50 Hz
GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD60120	50 Hz
GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD60182	50 Hz
GSD60235	35 Hz	50 Hz	GSD60235	50 Hz
GSD80295	35 Hz	50 Hz	GSD80295	50 Hz
GSD80385	35 Hz	50 Hz	GSD80385	50 Hz
GSD80421	35 Hz	50 Hz	GSD80421	50 Hz
GSD80485	35 Hz	50 Hz	GSD80485	50 Hz

Табл. 4: тандем соединения ORBIT при частоте питания 50 Hz (=f (fix)) и с преобразователем частоты на ведущем компрессоре.

f (мин.): минимально допустимая частота

f (макс.): максимально допустимая частота

4.4.3 Тандемы с ПЧ на ведомом компрессоре (50 Hz)

В следующей таблице перечислены все возможные тандем соединения ORBIT при частоте питания 50 Hz и с преобразователем частоты на ведомом компрессоре.

В каждом тандеме или трио один компрессор является **ведущим компрессором**. Это должен быть компрессор с наименьшей объемной производительностью в тандеме, потому что он первым получает масло из коллектора ВАHT:

- В случае **вертикального коллектора ВАHT** (ORBIT 6 тандем и трио, смешанный тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный к нижней части ВАHT.
- В случае **горизонтального коллектора ВАHT** (ORBIT 8 тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный рядом с заглушенным концом.

Чтобы определить монтажное положение, обозначенное «ведущим» и «ведомым» компрессором, обратитесь в BITZER за соответствующими сборочными чертежами.

Ведущий компрессор	f (fix)	Ведомый компрессор	f (мин.)	f (макс.)
GSD80295	50 Hz	GSD80385	39 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80421	35 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80421	46 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80485	40 Hz	75 Hz
GSD80421	50 Hz	GSD80485	44 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60137	44 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60154	40 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60154	45 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60182	39 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60182	43 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60235	40 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80385	44 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80385	46 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80385	48 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80421	44 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80421	47 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD80485	35 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz

Ведущий компрессор	f (fix)	Ведомый компрессор	f (мин.)	f (макс.)
GSD60137	50 Hz	GSD80485	36 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD80485	38 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80421	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD80485	42 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD80485	47 Hz	75 Hz
GSD60120	50 Hz	GSD60120	50 Hz	75 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60137	50 Hz	75 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60154	50 Hz	75 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60182	50 Hz	75 Hz
GSD60235	50 Hz	GSD60235	50 Hz	75 Hz
GSD80295	50 Hz	GSD80295	50 Hz	75 Hz
GSD80385	50 Hz	GSD80385	50 Hz	75 Hz
GSD80421	50 Hz	GSD80421	50 Hz	75 Hz
GSD80485	50 Hz	GSD80485	50 Hz	75 Hz

Табл. 5: тандем соединения ORBIT при частоте питания 50 Hz (=f (fix)) и с преобразователем частоты на ведомом компрессоре.

f (мин.): минимально допустимая частота

f (макс.): максимально допустимая частота

4.4.4 Танделы с ПЧ на ведущем компрессоре (60 Hz)

В следующей таблице перечислены все возможные тандем соединения ORBIT при частоте питания 60 Hz и с преобразователем частоты на ведущем компрессоре.

В каждом танделе или трио один компрессор является **ведущим компрессором**. Это должен быть компрессор с наименьшей объемной производительностью в танделе, потому что он первым получает масло из коллектора ВАHT:

- В случае **вертикального коллектора ВАHT** (ORBIT 6 тандем и трио, смешанный тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный к нижней части ВАHT.
- В случае **горизонтального коллектора ВАHT** (ORBIT 8 тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный рядом с заглушенным концом.

Чтобы определить монтажное положение, обозначенное «ведущим» и «ведомым» компрессором, обратитесь в BITZER за соответствующими сборочными чертежами.

Ведущий компрессор	f (мин.)	f (макс.)	Ведомый компрессор	f (fix)
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80295	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD80385	35 Hz	65 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80385	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD80421	35 Hz	69 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60120	35 Hz	68 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60137	35 Hz	67 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60154	35 Hz	70 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz

Ведущий компрессор	f (мин.)	f (макс.)	Ведомый компрессор	f (fix)
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	65 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	65 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60235	35 Hz	70 Hz	GSD80485	60 Hz
GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD60120	60 Hz
GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD60182	60 Hz
GSD60235	35 Hz	60 Hz	GSD60235	60 Hz
GSD80295	35 Hz	60 Hz	GSD80295	60 Hz
GSD80385	35 Hz	60 Hz	GSD80385	60 Hz
GSD80421	35 Hz	60 Hz	GSD80421	60 Hz
GSD80485	35 Hz	60 Hz	GSD80485	60 Hz

Табл. 6: тандем соединения ORBIT при частоте питания 60 Hz (=f (fix)) и с преобразователем частоты на ведущем компрессоре.

f (мин.): минимально допустимая частота

f (макс.): максимально допустимая частота

4.4.5 Танделы с ПЧ на ведомом компрессоре (60 Hz)

В следующей таблице перечислены все возможные тандем соединения ORBIT при частоте питания 60 Hz и с преобразователем частоты на ведомом компрессоре.

В каждом танделе или трио один компрессор является **ведущим компрессором**. Это должен быть компрессор с наименьшей объемной производительностью в танделе, потому что он первым получает масло из коллектора ВАHT:

- В случае **вертикального коллектора ВАHT** (ORBIT 6 тандем и трио, смешанный тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный к нижней части ВАHT.

- В случае **горизонтального коллектора ВАHT** (ORBIT 8 тандем) ведущим компрессором является компрессор, подключенный рядом с заглушенным концом.

Чтобы определить монтажное положение, обозначенное «ведущим» и «ведомым» компрессором, обратитесь в BITZER за соответствующими сборочными чертежами.

Ведущий компрессор	f (fix)	Ведомый компрессор	f (мин.)	f (макс.)
GSD80295	60 Hz	GSD80385	46 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80421	42 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80485	37 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80421	55 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80485	48 Hz	75 Hz
GSD80421	60 Hz	GSD80485	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60137	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60154	47 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60154	54 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60182	41 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60182	46 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60182	51 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60235	35 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60235	36 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60235	40 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60235	47 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80385	47 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80385	49 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80385	52 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80421	45 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80421	47 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80421	51 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD80485	37 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD80485	39 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD80485	41 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80421	55 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD80485	45 Hz	75 Hz
GSD60235	60 Hz	GSD80485	53 Hz	75 Hz
GSD60120	60 Hz	GSD60120	60 Hz	75 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60137	60 Hz	75 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60154	60 Hz	75 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60182	60 Hz	75 Hz

Ведущий компрессор	f (fix)	Ведомый компрессор	f (мин.)	f (макс.)
GSD60235	60 Hz	GSD60235	60 Hz	75 Hz
GSD80295	60 Hz	GSD80295	60 Hz	75 Hz
GSD80385	60 Hz	GSD80385	60 Hz	75 Hz
GSD80421	60 Hz	GSD80421	60 Hz	75 Hz
GSD80485	60 Hz	GSD80485	60 Hz	75 Hz

Табл. 7: тандем соединения ORBIT при частоте питания 60 Hz (=f (fix)) и с преобразователем частоты на ведомом компрессоре.

f (мин.): минимально допустимая частота

f (макс.): максимально допустимая частота

4.4.6 Трио с ПЧ на каждом компрессоре

В следующей таблице перечислены все возможные Трио соединения ORBIT с преобразователем частоты на каждом компрессоре. Чтобы определить монтажное положение, обозначенное "компрессор 1", "компрессор 2" и "компрессор 3", обратитесь в Bitzer за соответствующими сборочными чертежами.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Все 3 компрессора всегда должны работать с одинаковой скоростью/частотой: $f(1) = f(2) = f(3)$!

Компр. 1	f (мин.)	f (макс.)	Компр. 2	f (мин.)	f (макс.)	Компр. 3	f (мин.)	f (макс.)	Комментарий
GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	GSD60120	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2) = f(3)$
GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	GSD60137	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2) = f(3)$
GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	GSD60154	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2) = f(3)$
GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	GSD60182	35 Hz	75 Hz	$f(1) = f(2) = f(3)$

Табл. 8: Трио соединения ORBIT с преобразователем частоты на каждом компрессоре. Все 3 компрессора всегда должны работать с одинаковой скоростью/частотой!

f (мин.): минимально допустимая частота

f (макс.): максимально допустимая частота

4.4.7 Трио с ПЧ на компрессоре 2 (50 Hz)

В следующей таблице перечислены все возможные трио соединения ORBIT при частоте питания 50 Hz и с преобразователем частоты на компрессоре 2. Чтобы определить монтажное положение, обозначенное "компрессор 1", "компрессор 2" и "компрессор 3", обратитесь в BITZER за соответствующими сборочными чертежами.

Компрессор 1	f (fix)	Компрессор 2	f (мин.)	f (макс.)	Компрессор 3	f (fix)
GSD60120	50 Hz	GSD60120	35 Hz	50 Hz	GSD60120	50 Hz
GSD60137	50 Hz	GSD60137	35 Hz	50 Hz	GSD60137	50 Hz
GSD60154	50 Hz	GSD60154	35 Hz	50 Hz	GSD60154	50 Hz
GSD60182	50 Hz	GSD60182	35 Hz	50 Hz	GSD60182	50 Hz

Табл. 9: трио соединения ORBIT при частоте питания 50 Hz (=f (fix)) и с преобразователем частоты на компрессоре 2

f (мин.): минимально допустимая частота

f (макс.): максимально допустимая частота

4.4.8 Трио с ПЧ на компрессоре 2 (60 Hz)

В следующей таблице перечислены все возможные трио соединения ORBIT при частоте питания 60 Hz и с преобразователем частоты на компрессоре 2. Чтобы определить монтажное положение, обозначенное "компрессор 1", "компрессор 2" и "компрессор 3", обратитесь в BITZER за соответствующими сборочными чертежами.

Компрессор 1	f (fix)	Компрессор 2	f (мин.)	f (макс.)	Компрессор 3	f (fix)
GSD60120	60 Hz	GSD60120	35 Hz	60 Hz	GSD60120	60 Hz
GSD60137	60 Hz	GSD60137	35 Hz	60 Hz	GSD60137	60 Hz
GSD60154	60 Hz	GSD60154	35 Hz	60 Hz	GSD60154	60 Hz
GSD60182	60 Hz	GSD60182	35 Hz	60 Hz	GSD60182	60 Hz

Табл. 10: трио соединения ORBIT при частоте питания 60 Hz (=f (fix)) и с преобразователем частоты на компрессоре 2
 f (мин.): минимально допустимая частота
 f (макс.): максимально допустимая частота

5 Электрический монтаж компрессора и преобразователя частоты

В этой главе рассматриваются некоторые важные аспекты, которые следует учитывать при установке и вводе в эксплуатацию внешнего преобразователя частоты.

- Для преобразователей частоты, изготовленных не BITZER: Пожалуйста также см. соответствующие инструкции по эксплуатации!
- Для преобразователя частоты BITZER VARIPACK см.:
 - *CB-110* и *CB-111*: Инструкция по эксплуатации VARIPACK - внешние преобразователи частоты BITZER
- Эл. схемы для различных компрессоров с преобразователем частоты собраны в Технической информации
 - *AT-300*: Принципиальные электрические схемы для оборудования BITZER

Для получения дополнительной информации см. также Руководство ASERCOM "Рекомендации по использованию преобразователей частоты с холодильными компрессорами объемного принципа действия", глава 6.

Состояние поставки компрессора:



ВНИМАНИЕ

Компрессор наполнен защитным газом: Избыточное давление 0.5 .. 1 бар азота.
 Риск повреждения кожи и глаз.
 Сбросьте давление в компрессоре!
 Наденьте защитные очки!

Для работы с электросистемой:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасность поражения электрическим током!
 Перед работой с клеммной коробкой, корпусом модуля и электрическими линиями: Выключите главный выключатель и заблокируйте его от повторного включения!
 Перед повторным включением закройте клеммную коробку и корпус модуля!

Для работы с преобразователем частоты (FI):



ОПАСНОСТЬ

Опасное для жизни напряжение внутри корпуса преобразователя частоты!
Прикосновение может привести к серьезным травмам или смерти.



Никогда не открывайте корпус FI во время работы! Выключите главный выключатель и заблокируйте его от повторного включения.

Подождите не менее 10 минут, пока не разрядятся все конденсаторы!

Перед повторным включением закройте корпус FI.



ОПАСНОСТЬ

Неправильное или недостаточное заземление может привести к опасному для жизни поражению электрическим током при контакте с преобразователем частоты!



На постоянную заземлите весь преобразователь частоты и регулярно проверяйте заземляющие контакты!

Перед любым вмешательством в устройство проверьте все подключения напряжения на надлежащую изоляцию.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Эксплуатация преобразователя частоты при высоких температурах приводит к стрессу и сокращению срока службы!

Учитывайте максимальную температуру окружающей среды в месте установки.

Соблюдайте минимальные отступы для вентиляции.

5.1 Прокладка кабелей

Строго соблюдайте рекомендации и требования производителя преобразователя частоты по монтажу! Обратите особое внимание на следующее:

- Силовой кабель между преобразователем частоты и мотором компрессора должен иметь соответствующий EMC-экран, который соединяется как с монтажной пластиной электрического шкафа, так и с корпусом мотора с большой площадью контакта экрана без каких-либо соединений типа «косичка». Поскольку клеммная коробка спиральных компрессоров Bitzer изготовлена из пластика, винт заземления в клеммной коробке должен быть правильно подключен к экрану EMC, т.е. с лентой заземления и с зажимами экрана.
- В зависимости от местных условий (жилые, коммерческие, промышленные и т. д.) могут потребоваться дополнительные EMC фильтры.
- Мотор следует заземлить с помощью защитного провода этого кабеля.
- Кроме того, корпус компрессора должен быть отдельно заземлен кабелем подходящего сечения.
- В отношении силового кабеля необходимо соблюдать рекомендации производителя преобразователя частоты (например, относительно максимальной длины, отступов от других кабелей).

5.2 LSPM мотор

Компрессоры, оснащенные мотором с постоянными магнитами с прямым пуском (LSPM мотор), можно идентифицировать по букве «U», добавленной к обозначению модели (например, GSU60120VLB4-2). Встроенные постоянные магниты создают незначительное магнитное поле, которое, при этом, экранируется корпусом компрессора.



Рис. 15: Предупреждающие и запрещающие знаки на компрессоре с LSPM мотором

Знаки безопасности, прикрепленные к компрессору



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Сильное магнитное поле!

Держите магнитные и намагничивающиеся предметы подальше от компрессора!



Лица с кардиостимуляторами, имплантированными дефибрилляторами сердца или металлическими имплантатами: расстояние должно быть не менее 30 см!

Работа с компрессором с LSPM мотором

Любые работы с компрессором могут выполнять только лица, не входящие в указанную группу. Работы по техническому обслуживанию, выходящие за рамки работ, описанных в настоящем документе и в Инструкции по эксплуатации *ESB-130* могут выполняться только после консультации с BITZER.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Индукция, электрическое напряжение!

Ни в коем случае не включайте в работу мотор, если клеммная коробка открыта!

Если ротор вращается, то он индуцирует электрическое напряжение на клеммные болты – даже если мотор выключен.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Датчик температуры PTC, встроенный в статор, в стандартной комплектации, защищает мотор LSPM от перегрузки при повышении температуры (например, в случае длительной блокировки ротора). Рекомендуется установить дополнительное устройство защиты от перегрузок, которое будет срабатывать быстрее, так как повторяющиеся условия блокировки могут повредить магниты.

Разрешенные работы с компрессором с LSPM мотором

Работы по электроснабжению и резьбовым соединениям в клеммной коробке, замене масла, а также проверке и замене предохранительных клапанов, блоков цилиндров и смотровых стекол. Для этих работ не нужны специальные инструменты. Перед открытием компрессора тщательно очистите рабочее пространство. Обратите особое внимание на незакрепленные частицы металла! Не открывайте крышку мотора!

6 Ввод в эксплуатацию

6.1 Конфигурация преобразователя частоты

Для работы с преобразователем частоты (FI):



ОПАСНОСТЬ

Опасное для жизни напряжение внутри корпуса FI!

Прикосновение может привести к серьезным травмам или смерти.



Никогда не открывайте корпус FI во время работы!

Выключите главный выключатель и заблокируйте его от повторного включения.

Подождите не менее 5 минут, пока не разрядятся все конденсаторы!

Перед повторным включением закройте корпус FI.



ВНИМАНИЕ

При работе радиатор преобразователя частоты нагревается.

Опасность ожога при контакте!



Перед выполнением работ на преобразователе частоты отключите электропитание и подождите не менее 15 минут, пока радиатор не остынет.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность отказа преобразователя частоты из-за перенапряжения!

Всегда отключайте преобразователь частоты от проверяемой цепи перед любыми испытаниями высоким напряжением или испытаниями изоляции на работающих линиях!



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность повреждения мотора!

Проверьте частоту коммутации преобразования в преобразователе частоты и при необходимости настройте ее! Рекомендуемое значение: 2 .. 6 kHz

- Настройте минимальную и максимальную частоту (или скорость)
- Настройте номинальные данные мотора (см. заводскую табличку)
 - ток
 - напряжение
 - частота
 - количество полюсов мотора
 - (скорость мотора)
 - (мощность)
 - ($\cos \varphi$)
- логика управления: U/f (пропорциональная)
- частота преобразования в преобразователе частоты: используйте ок. 3 kHz в стандартной комплектации
 - Низкие частоты преобразования снижают нагрузку на изоляцию обмоток мотора, в результате чего повышается эффективность.
 - Более высокие частоты преобразования могут привести к уменьшению шума от мотора, незначительному снижению потерь в моторе и его нагреву. С другой стороны, они приводят к более высоким потерям и, следовательно, к более высокой температуре в преобразователе частоты (возможно, с учетом ухудшения характеристик, т. е. выходная нагрузка уменьшается с повышением температуры окружающей среды).
- Активируйте функцию «Автонастройка» в преобразователе частоты, если она доступна.

- Определите возрастающий рамп (последовательность пуска) и нисходящий рамп (последовательность останова), см. ниже.
- Определите рамп скорости во время работы (между мин. и макс. частотой). Во время работы изменение частоты должно быть намного медленнее, чем при пуске и останове, что выгодно для компрессора и всей системы. Оптимальное время рамп также зависит от типа системы (комбинированная система, один компрессор в жидкостном чиллере и т. д.). Особенно в жидкостных чиллерах и в тепловых насосах производительность должна изменяться в течение нескольких минут, а не секунд. Как правило, возрастающий рамп должен быть намного медленнее, чем нисходящий— в компрессорах BITZER он обычно в два раза медленнее. VARIPACK имеет, например, следующие заводские настройки:
 - Разгон (возрастающий рамп): 10s/50Hz
 - Замедление (нисходящий рамп): 5s/50Hz

Не все эти шаги необходимы для преобразователей частоты BITZER VARIPACK, поскольку они предварительно сконфигурированы и могут быть адаптированы к требованиям системы с помощью BEST SOFTWARE, см.

- CB-110 и CB-111: Инструкция по эксплуатации VARIPACK - внешние преобразователи частоты BITZER

Вибрации



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность усталости материала и повреждения из-за вибраций в системе из-за скоростного привода FI!

Тщательно проверьте всю систему на всех возможных рабочих частотах на наличие вибраций и резонанса.

Устраните частоты, вызывающие резонанс, путем соответствующей настройки параметров инвертора!

Если проблема с вибрацией обнаружена на определенной скорости или комбинации скоростей, можно изменить или усилить конструкцию трубопровода, чтобы устранить ее. После любых таких изменений систему следует повторно протестировать во всем диапазоне скоростей, чтобы убедиться, что решение проблемы на одной скорости не создает проблемы на другой.

В качестве альтернативы, большинство инверторов имеют возможность программировать диапазоны скоростей «гар» (диапазоны обхода частот): Несмотря на то, что компрессору будет разрешено проходить через диапазон вырезанных скоростей, ему не будет разрешено оставаться в этом диапазоне. Любые диапазоны частот, в которых обнаружены проблемы с вибрацией или шумом, могут быть «исключены» таким образом.

По дополнительным вопросам обращайтесь в BITZER.

6.2 Последовательность пуска

Преобразователи частоты по умолчанию обеспечивают плавный пуск. При запуске компрессора инвертор следует настроить на очень низкую скорость/частоту, повышая ее до тех пор, пока не будет достигнута номинальная рабочая скорость компрессора. Это не должно происходить слишком быстро, иначе высокий пусковой ток мотора может повредить инвертор. Обычно процесс пуска можно запрограммировать с управлением возрастающего рамп и повышения напряжения при пуске.



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность повреждения компрессора из-за недостатка масла!

В режиме FI соблюдайте рекомендуемые значения рамп скорости, чтобы избежать задержек с внутренней смазкой компрессора.

Рекомендуемая последовательность пуска

Bitzer предлагает придерживаться следующей последовательности пуска, т.е. по возрастанию до 50.. .. 60 Hz. Это можно запрограммировать в преобразователе частоты (VARIPACK : «Hold frequency») или долж-

но реализоваться с помощью вышестоящего контроллера. Индивидуальные применения могут допускать более низкую «start dwell speed» с одобрения BITZER.

Последовательность запуска для ELV21 см. в инструкции по эксплуатации, для ELV52 - по запросу.

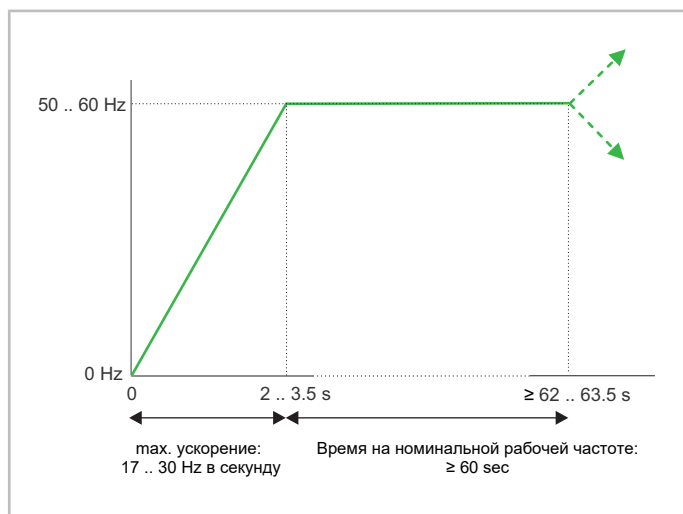


Рис. 16: Примерная последовательность пуска для спиральных компрессоров ORBIT и ESH7 с преобразователем частоты.

Ускорение при возрастающем рампе: 17 .. 30 Hz / sec

Номинальная рабочая частота: 50 .. 60 Hz

Время на номинальной рабочей частоте: ≥ 60 sec

Для EL.7 необходимо соблюдать минимальное время работы 3 min- пожалуйста, свяжитесь с BITZER для работы EL.7 с преобразователем частоты.

Эта последовательность пуска предназначена только для поддержания нормальной смазки в самом компрессоре. Она не предназначена для решения проблемы миграции масла или возврата масла из системы. Следует также решить вопрос с возвратом масла в систему. В случае если ожидается работа на низких рабочих частотах, с малым массовым расходом, может потребоваться более продолжительное время работы на номинальной частоте для возврата того масла, которое могло "улететь" в систему при пуске.

Для спиральных компрессоров с преобразователем частоты не существует специальной последовательности останова – процедура такая же, как и без преобразователя частоты, но при этом необходимо особо следить за тем, чтобы сохранялся достаточный уровень масла.

Во время работы изменение частоты должно быть намного медленнее, чем при пуске и останове (*Конфигурация преобразователя частоты*).

Для работы с компрессором после его ввода в эксплуатацию:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Компрессор находится под давлением!

Возможны тяжелые травмы.



Сбросьте давление в компрессоре!

Наденьте защитные очки!



ВНИМАНИЕ

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

Возможно получение ожогов и обморожений.



Оградите доступные места и пометьте их соответствующим образом.

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



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность выхода из строя компрессора!
Эксплуатация компрессора только в предусмотренном направлении вращения!

6.3 Частота циклов и минимальное время работы

Обязательно соблюдайте следующие минимальные задержки времени:

Компрессор	Минимальное время работы	Частота циклов (минимальное время между пусками)
GSD6, GSU6 (ORBIT 6)	2 min	5 min
GED8, GSD8, GSU8 (ORBIT 8)	3 min	5 min
ESH7, ELH7	3 min	5 min
ELV21	2 min	см. инструкцию по эксплуатации • <i>ESB-310</i> : Инструкция по эксплуатации компрессоры ELV21
ELV52	2 min	см. инструкцию по эксплуатации • <i>ESB-320</i> : Инструкция по эксплуатации компрессоры ELV(E)52

Табл. 11: Частота циклов и минимальное время работы для спиральных компрессоров с преобразователем частоты



УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность выхода из строя мотора!
Необходимо обеспечить выполнение установленных требований с помощью логики управления.