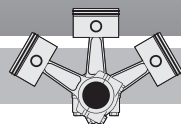


Technische Information Technical Information Техническая информация



KT-420-1 RUS

Einsatz von Frequenzumrichtern bei Hubkolben-Verdichtern

- 2KC-05.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
- 22EC-4.2(Y) .. 66F-100.2(Y)
- S4T-5.2(Y) .. S66F-60.2(Y)
- 2T.2(Y) .. 6F.2(Y)
- W2TA .. W6FA

Application of Frequency Inverters with Reciprocating Compressors

- 2KC-05.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
- 22EC-4.2(Y) .. 66F-100.2(Y)
- S4T-5.2(Y) .. S66F-60.2(Y)
- 2T.2(Y) .. 6F.2(Y)
- W2TA .. W6FA

Использование преобразователей частоты для регулирования производительности поршневых компрессоров

- 2KC-05.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
- 22EC-4.2(Y) .. 66F-100.2(Y)
- S4T-5.2(Y) .. S66F-60.2(Y)
- 2T.2(Y) .. 6F.2(Y)
- W2TA .. W6FA

Inhalt	Seite
1 Allgemeines	1
2 Funktionsweise	2
3 Anwendungsbereiche	6
4 Auslegungskriterien	11
5 In Betrieb nehmen	12
6 Prinzipschaltbild	15

Contents	Page
1 General	1
2 Operation	2
3 Application ranges	6
4 Design criteria	11
5 Commissioning	12
6 Schematic wiring diagram	15

Содержание	Страница
1 Общие сведения	1
2 Принцип действия	2
3 Предельные эксплуатационные параметры	6
4 Критерии подбора модели	11
5 Ввод в эксплуатацию	12
6 Схема электрическая принципиальная	15

1 Allgemeines

In der klassischen Anwendung ohne Frequenzumrichter wird der Verdichter immer bei konstanter Motor-Drehzahl direkt am Netz betrieben.

Mit Frequenzumrichter kann die Kälteleistung des Verdichters durch Drehzahlregelung stufenlos an den Kältebedarf der Anlage angepasst werden.

Merkmale des Betriebs mit Frequenzumrichter:

- höhere Systemeffizienz insbesondere bei Teillast
- erhöhte Verdichter-Lebensdauer durch weniger Verdichter-Starts

1 General

In classical applications without frequency inverter, the compressor is always operated at constant motor speed directly on the mains supply.

A frequency inverter allows the stepless control of the cooling capacity to the demand of the plant.

Features of the operation with a frequency inverter:

- higher system efficiency, especially under partial load
- increased compressor operating life due to fewer compressor starts

1 Общие сведения

Традиционный компрессор, не оснащенный преобразователем частоты, подключается непосредственно к сети электропитания и работает с постоянной скоростью вращения.

Преобразователь частоты предназначен для плавного регулирования холодопроизводительности в соответствии с текущей тепловой нагрузкой системы.

Использование преобразователя частоты обеспечивает следующие преимущества перед традиционной системой:

- Повышается эффективность системы, особенно при работе с частичной нагрузкой
- Увеличивается срок службы компрессора благодаря уменьшению количества его пусков

- Integrierter Sanftanlauf:
Anlaufstrom geringer als bei Stern-Dreieck- oder Teilwicklungs-Anlauf
- Geringeres Risiko von Flüssigkeitsschlägen durch verringerte Förderleistung beim Start
- Leistungserhöhung durch Betrieb oberhalb der Synchron-Drehzahl in vielen Fällen möglich (niedrigere Verdichterkosten)
- Je hochwertiger der Frequenzumrichter desto geringer ist der Oberwellenanteil im Ausgangssignal. Oberwellen reduzieren den Motor-Wirkungsgrad und verursachen dadurch eine stärkere Motor-Erwärmung als im Standard-Betrieb.
- Die elektrische Leistungsaufnahme mit Frequenzumrichter ist geringfügig höher als bei Betrieb des Verdichters direkt am Netz wegen
 - Verlusten im Motor (Motor-Erwärmung)
 - Verlusten im Frequenzumrichter – verursacht durch die Verluste der einzelnen elektronischen Komponenten zur Umwandlung der Netzspannung / Netzfrequenz
- Mit dem Frequenzumrichter wird ein weiterer Drehzahlbereich durchfahren. Dabei können Betriebszustände in der Anlage auftreten, bei denen sich Resonanzschwingungen einstellen.
- Integrated soft start:
starting current lower than star-delta or part-winding start
- Lower risk of liquid slugging due to reduced capacity during start
- A capacity increase is often possible (lower compressor costs) by operation above the synchronous speed
- The higher the quality of the frequency inverter, the lower the harmonic distortion-factor in the output-signal. Harmonics reduce the motor's efficiency and thus cause a more intense motor heat-up than in standard operation.
- The electrical power consumption with a frequency inverter is slightly higher than when operating the compressor directly on the mains supply. This is due to
 - motor losses (motor heat-up)
 - losses in the frequency inverter – caused by the losses of individual electronic components for power conversion
- The frequency inverter covers a wide speed range. Operating conditions, under which resonance vibrations set in, can occur in the plant.
- Благодаря встроенной системе «мягкого» пуска пусковой ток компрессора ниже, чем при пуске с разделенными обмотками или с переключением со звезды на треугольник.
- Благодаря пониженной производительности во время пуска снижается риск попадания жидкого хладагента из испарителя в компрессор.
- Работа с превышением синхронной скорости обеспечивает возможность повышения производительности компрессора, что позволяет использовать компрессор меньшего типоразмера (и, соответственно, меньшей стоимости).
- Чем выше качество преобразователя частоты, тем ниже коэффициент нелинейных искажений выходного сигнала. Это позволяет избежать снижения КПД и перегрева электродвигателя.
- При использовании преобразователя частоты потребляемая мощность системы немного выше, чем в случае подключения компрессора непосредственно к сети электропитания. Это обусловлено следующими причинами.
 - Дополнительными потерями энергии на нагрев электродвигателя;
 - Потерями энергии в преобразователе, в частности, в его компонентах, отвечающих за преобразование частоты
- Преобразователь частоты обеспечивает широкий диапазон регулирования скорости (производительности) компрессора. При определенных условиях в элементах установки могут возникнуть резонансные колебания.

2 Funktion

2.1 Klassische Verdichter-Anwendung ohne Frequenzumrichter

Die Kälteleistung eines Hubkolben-Verdichters kann bei der klassischen Anwendung u. a. durch Zylinder-Ab-schaltung, Heißgas-Bypass, Saug-druckregelung oder durch Ein- und Ausschalten einzelner Verdichter in Verbundanlagen an den Kältebedarf der Anlage angepasst werden.

Ohne Frequenzumrichter wird der Verdichter bei konstanter Drehzahl betrieben. Die Motor-Drehzahl korreliert direkt mit der Netzfrequenz. Daraus re-

2 Operation

2.1 Classical compressor application without frequency inverter

The cooling capacity of a reciprocating compressor can be adapted to the cooling demand of the plant in a classical application, among others, by a blocked suction system, by hot-gas by-pass, by suction pressure control or by switching individual compressors in the parallel compounding on and off.

Without a frequency inverter, the compressor is operated at a constant speed. The motor speed correlates directly with the mains supply frequency. From this correlation, the fol-

2 Принцип действия

2.1 Область применения традиционных компрессоров, не оснащенных преобразователем частоты

К традиционным способам реулирования производительности поршневого компрессора в соответствии с изменениями текущей тепловой нагрузки системы относятся блокирование всасывания, перепуск рабочего вещества с нагнетания на всасывание (байпасирование), дросселирование всасывания, а также пуск и остановка компрессоров, подключенных параллельно.

Компрессор, не оснащенный преобразователем частоты, работает с постоянной скоростью, которая определяется частотой тока в сети электропитания.

sulziert für 4-polige Asynchronmotoren eine Nenndrehzahl von

- 1450 min⁻¹ bei 50 Hz (Punkt ① in Abb. 2A) bzw.
- 1750 min⁻¹ bei 60 Hz.

Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich auf 50 Hz.

lowing nominal speed is attained for 4-pole asynchronous motors

- 1450 min⁻¹ at 50 Hz (point ① in Fig. 2A) or
- 1750 min⁻¹ at 60 Hz.

The following explanations are based on 50 Hz.

Номинальная скорость 4-полюсных асинхронных электродвигателей составляет:

- 1450 об/мин при частоте тока 50 Гц (точка ① на рис. 2A)
- 1750 об/мин при частоте тока 60 Гц.

Ниже приведены характеристики для частоты тока 50 Гц.

2.2 Drehzahlregelung des Verdichters

Kälteleistung und Leistungsaufnahme des Hubkolben-Verdichters verändern sich nahezu proportional zur Drehzahl (Abb. 1). Durch Variation der Drehzahl kann die Kälteleistung des Verdichters stufenlos an den Kältebedarf der Anlage angepasst werden.

Damit der Verdichtermotor bei steigender Drehzahl ein konstantes Drehmoment abgeben kann, muss das Verhältnis Spannung / Frequenz (U/f) am Frequenzumrichter-Ausgang konstant bleiben. Der Verlauf des mittleren Belastungsmoments an der Verdichter-Welle (M) bleibt konstant, wie bei allen Verdrängermaschinen.

Der Frequenzumrichter variiert Frequenz und Spannung über einen weiten Bereich. Die Ausgangsspannung des Frequenzumrichters erreicht idealerweise bei der Nennfrequenz des Motors dessen Nennspannung (Punkt ζ in Abb. 2A).

2.2 Compressor speed control

Cooling capacity and compressor power consumption vary nearly proportional to the speed (Fig. 1). The compressor's cooling capacity can be adapted to the cooling requirement of the plant, by means of an infinitely variable speed.

In order for the compressor motor to deliver constant torque under speed increase, the voltage-frequency (U/f) ratio on the frequency inverter output must remain constant. The characteristic of the mean-load torque at the compressor shaft (M) remains constant, as with all displacement machines.

The frequency inverter varies the frequency and voltage over a wide range. The output voltage of the frequency inverter attains its nominal value (point ζ in Fig. 2A), in an ideal case at the motor's nominal frequency.

2.2 Регулирование скорости компрессора

Производительность и потребляемая мощность компрессора приблизительно пропорциональны скорости вращения электродвигателя (рис. 1). Управлять производительностью компрессора в соответствии с изменениями текущей тепловой нагрузки системы можно путем плавного регулирования скорости электродвигателя.

Для того чтобы при изменении скорости электродвигателя вращающий момент оставался постоянным, отношение напряжения к частоте тока (U/f) на выходе преобразователя частоты должно оставаться постоянным. При этом значение вращающего момента (M) на валу компрессора остается неизменным, как у всех машин объемного типа.

Преобразователь частоты позволяет изменять частоту тока и напряжение в широком диапазоне. Номинальное напряжение на выходе преобразователя частоты (точка ① на рис. 2A) соответствует номинальной скорости вращения электродвигателя.

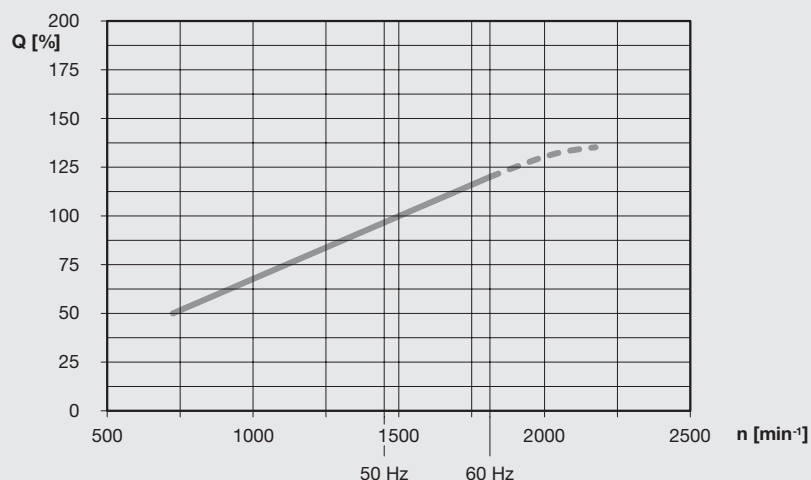


Abb. 1 Typischer Verlauf der Kälteleistung in Abhängigkeit von der Drehzahl

Fig. 1 Typical behaviour of the cooling capacity vs. speed

Рис. 1 Типичный график зависимости холодопроизводительности от скорости вращения компрессора

2.3 Übersynchroner Betrieb

Der Betrieb im Frequenzbereich oberhalb der Nennfrequenz des Motors wird als "übersynchroner Betrieb" bezeichnet.

Der Frequenzumrichter kann keine Spannung abgeben, die über seiner Eingangsspannung (= Netzspannung) liegt (400 V in Abb. 2A). Das bedeutet, dass beim Anheben der Frequenz über die Synchron-Drehzahl das Spannungs-Frequenz-Verhältnis U/f fällt. Da das vom Verdichter benötigte Moment konstant bleibt, wird die Stromaufnahme des Motors ansteigen. Deshalb sollte der Motor bei Netzfrequenz ausreichende Reserve (Strom / Leistung) aufweisen. Die Drehzahl kann nahezu bis zur Stromgrenze des Motors erhöht werden.

Bei Netzfrequenz 50 Hz sollte für den übersynchronen Betrieb bis 60 Hz ein Motor mit 25 % Leistungsreserve ausgewählt werden (Abb. 2B).

2.3 Trans-synchronous operation

The operation in the frequency range above the nominal frequency of the motor is called "trans-synchronous operation".

The frequency inverter cannot deliver voltage that lies above the input voltage (identical with mains supply voltage, 400 V in Fig. 2A). 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. Therefore, the motor should have adequate reserve (current / power) at the mains supply frequency. The speed can be increased until the current limit the motor is almost reached.

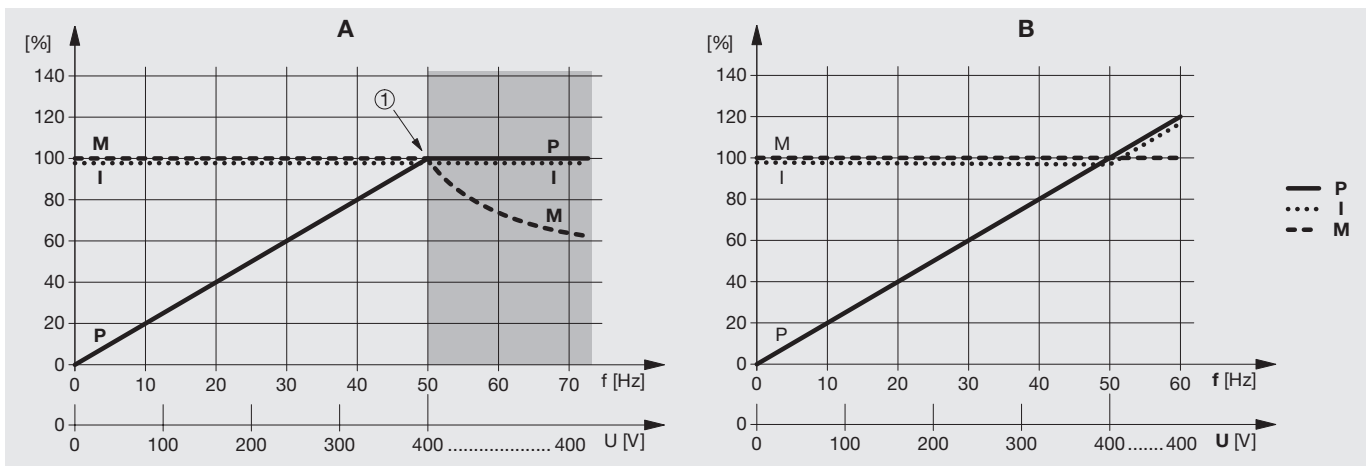
In the case of 50 Hz mains supply frequency, a motor with 25 % power reserve should be selected (Fig. 2B) for trans-synchronous operation of up to 60 Hz.

2.3 Работа с превышением синхронной скорости

Работа при частоте тока, превышающей номинальную частоту, называется работой с превышением синхронной скорости.

Напряжение на выходе преобразователя частоты не может быть выше входного напряжения, которое определяется параметрами сети электропитания (400 В на рис. 2A). Это означает, что когда частота тока превышает номинальное значение, отношение напряжения к частоте тока (U/f) на выходе преобразователя частоты уменьшается. А поскольку требуемый вращающий момент на валу электродвигателя остается постоянным, то потребляемый ток электродвигателя возрастает. Таким образом, электродвигатель должен иметь соответствующий запас по току/мощности при номинальной частоте тока в сети электропитания. Скорость можно увеличивать до достижения максимально допустимого потребляемого тока электродвигателя.

Если частота тока в сети электропитания составляет 50 Гц, то для работы с превышением синхронной скорости при частоте до 60 Гц следует выбирать электродвигатель с 25 % запасом по мощности (рис. 2 B).



P Leistungsaufnahme Verdichter
M Drehmoment an Verdichter-Welle
I Stromaufnahme Verdichter
f Frequenz (Frequenzumrichter-Ausgang)
U Ausgangsspannung (Frequenzumrichter)
① Nennfrequenz / Nennspannung des Motors

P Compressor power consumption
M Torque at compressor shaft
I Compressor current
f Frequency (frequency inverter output)
U Voltage (frequency inverter output)
① Nominal frequency / nominal voltage of the motor

P Потребляемая мощность компрессора
M Вращающий момент на валу электродвигателя
I Потребляемый ток компрессора
f Частота тока (на выходе преобразователя частоты)
U Напряжение (на выходе преобразователя частоты)
① Номинальная частота / номинальное напряжение электродвигателя

Abb. 2 Betriebscharakteristika zweier Verdichter-Motoren bei Betrieb mit Frequenzumrichter (400 V/3/50 Hz)

Fig. 2 Operating characteristics of two compressor motors for operation with a frequency inverter (400 V/3/50 Hz)

Рис. 2 Рабочие характеристики электродвигателей компрессоров для работы с преобразователем частоты (400 В; 3 фазы; 50 Гц).

A Motor ohne Reserve (Strom / Leistung)
B Motor mit ca. 25 % Reserve (Strom / Leistung) bei 50 Hz

A Motor without reserve (current / power)
B Motor with approx. 25 % reserve (current / power) at 50 Hz

A электродвигатель без запаса по току/мощности
B электродвигатель с запасом приблизительно 25 % по току/мощности при частоте тока 50 Гц

2.4 Einsatz von Sondermotoren

Durch Einsatz eines Sondermotors kann auch im Bereich über 50 Hz ein konstantes Verhältnis U/f eingehalten werden. Damit steht ein konstantes Drehmoment über den gesamten Einsatzbereich zur Verfügung.

- 400 V/3/60 Hz
20 % höhere Verdichterdrehzahl im Proportionalbereich möglich (Abb. 3 Kurve ①)
- 230 V/3/50 Hz
73 % höhere Verdichterdrehzahl im Proportionalbereich möglich (Abb. 3 Kurve ②)
Obere Verdichter-Drehzahlgrenze beachten! Siehe Einsatzgrenzen. Bei 2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y) entspricht diese Anschluss-Spannung dem Standard-Motor, der im Dreieck geschaltet ist (40S/D).

Mit dieser Auslegung liegt der Betriebsstrom bei i (Abb. 3) um das 1,2-fache bzw. bei \rightarrow um das 1,73-fache höher als bei 400 V. Dadurch erhöhen sich die Kosten für den Frequenzumrichter.

Der Sondermotor kann bei einem Ausfall des Frequenzumrichters nicht direkt mit Netzspannung betrieben werden.

2.4 Use of special motors

A constant ratio U/f can also be maintained in the range above 50 Hz if a special motor is used. A constant torque is available over the entire application range.

- 400 V/3/60 Hz
20 % higher compressor speed is possible in the proportionality range (Fig. 3 curve ①)
- 230 V/3/50 Hz
73 % higher compressor speed is possible in the proportionality range (Fig. 3 curve ②)
Observe the upper compressor speed limit! See Application limits. For 2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y) this supply voltage corresponds to a standard motor connected in delta (40S/D).

With this design the operating current at i (Fig. 3) lies 1.2-fold higher than in the case of 400 V; at \rightarrow it lies 1.73-fold higher. This causes an increased cost of the frequency inverter.

A special motor cannot be operated directly with the mains supply voltage in case of a frequency inverter failure.

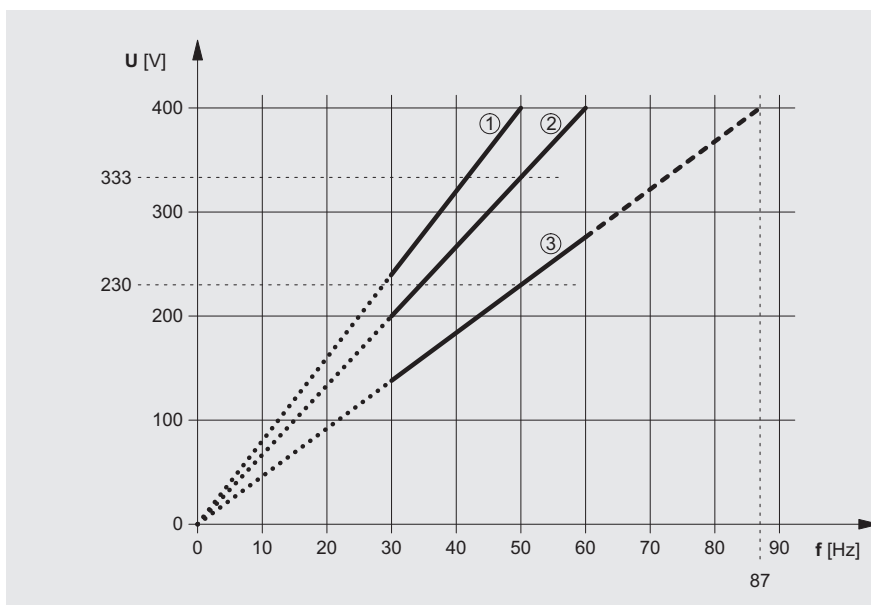
2.4 Использование специальных электродвигателей

Постоянное отношение напряжения к частоте тока (U/f) при частоте тока выше 50 Гц можно поддерживать также с использованием специальных электродвигателей. При этом обеспечивается постоянный вращающий момент на валу электродвигателя во всем рабочем диапазоне параметров.

- 400 В; 3 фазы; 60 Гц
Возможно 20 % повышение скорости компрессора в зоне пропорционального регулирования (рис. 3, кривая ②)
- 230 В; 3 фазы; 50 Гц
Возможно 73 % повышение скорости компрессора в зоне пропорционального регулирования (рис. 3, кривая ③)
Скорость компрессора не должна превышать максимально допустимое значения (см. раздел «Предельные эксплуатационные параметры»). Для моделей 2KC-05.2(Y) ... 4CC-9.2(Y) данные параметры электропитания соответствуют стандартному электродвигателю с обмотками, подключенными по схеме «треугольник» (40S/Δ).

В компрессорах с такими электродвигателями значение потребляемого тока в случае ② (рис. 3) лежит на 1,2 деления выше, чем в случае 400 В; а в случае ③ – на 1,73 деления выше, чем в случае 400 В. Это приводит к повышению стоимости преобразователя частоты.

В случае выхода преобразователя частоты из строя специальный электродвигатель нельзя подключать непосредственно к сети электропитания.



- ① 400 V/3/50 Hz
Standard-Motor 40P:
Стандартный электродвигатель 40P
4VC(S)-6.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
Standard-Motor 40S/Y:
Стандартный электродвигатель 40S/Y:
2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y)
- ② 400 V/3/60 Hz
- ③ 230 V/3/50 Hz
Standard-Motor 40S/D:
Стандартный электродвигатель
40S/D:
2KC-05.2(Y) .. 4CC-9.2(Y)

Drehzahlgrenzen beachten (Kap. 3)!
Consider speed limits (chap. 3)!
Скорость компрессора не должна превышать максимально допустимого значения (см. главу 3)!

Abb. 3 Spannungsanstieg über der Frequenz bei verschiedenen Motoren

Fig. 3 Voltage increase via the frequency for different motors

Рис. 3 Зависимость напряжения от частоты тока для различных электродвигателей

3 Anwendungsbereiche

3 Application ranges

3 Предельные эксплуатационные параметры

3.1 Halbhermetische Hubkolbenverdichter

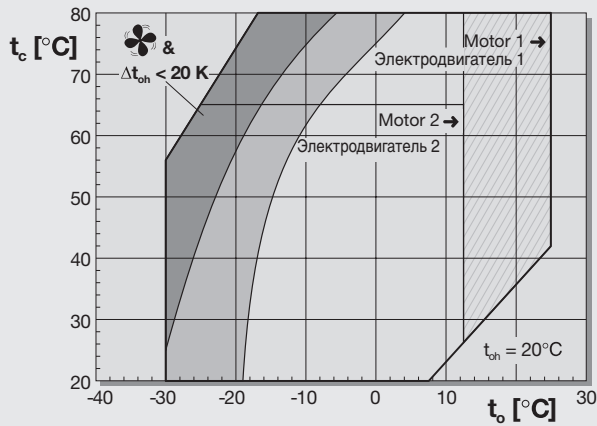
3.1 Semi-hermetic reciprocating compressors

3.1 Полугерметичные поршневые компрессоры

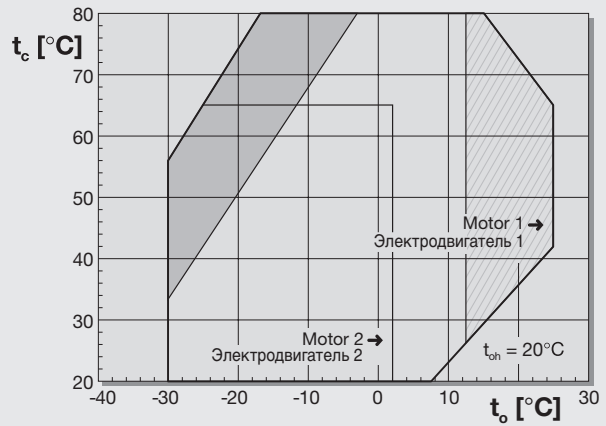
50 .. 60 Hz • Standard-Motor
50 .. 60 Гц • Стандартный электродвигатель

50 .. 60 Hz • Standard-Motor
50 .. 60 Гц • Стандартный электродвигатель

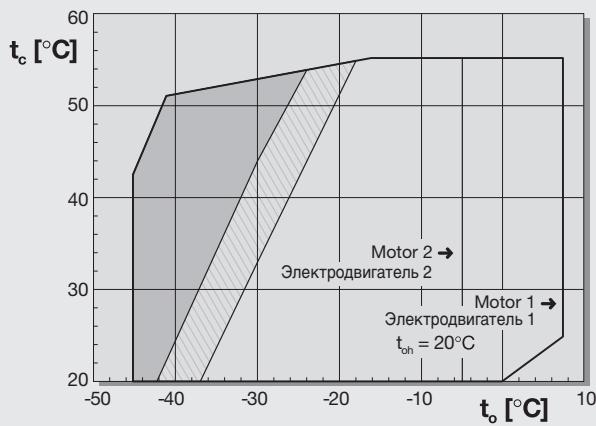
R134a 2KC-05.2Y .. 6F-50.2Y



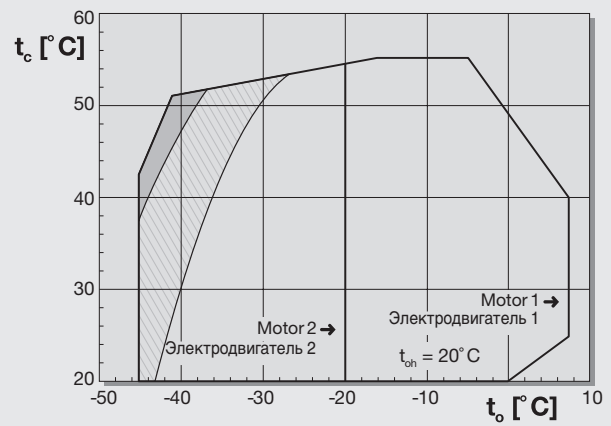
R134a 2KC-05.2Y .. 6F-50.2Y



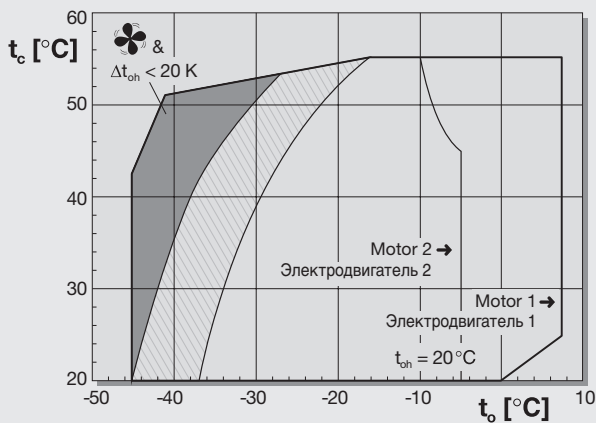
R404A • R507A 2KC-05.2Y .. 4CC-9.2Y



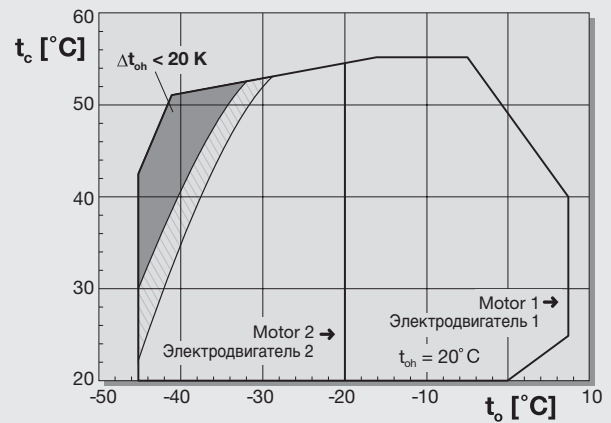
R404A • R507A 2KC-05.2Y .. 4CC-9.2Y



R404A • R507A 4VC(S)-6.2Y .. 6F-50.2Y

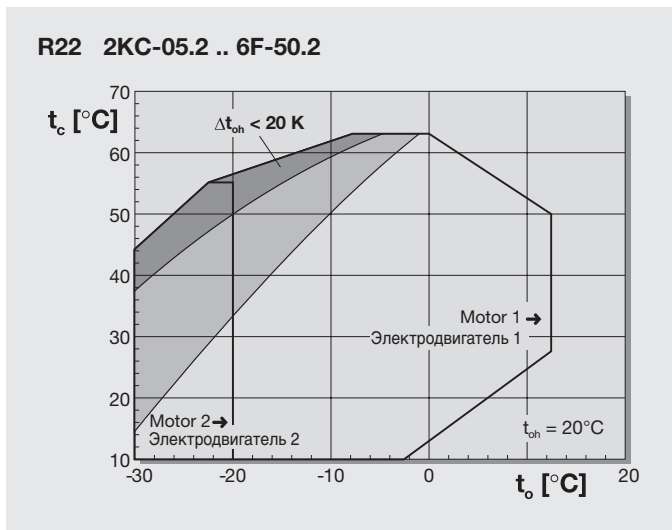
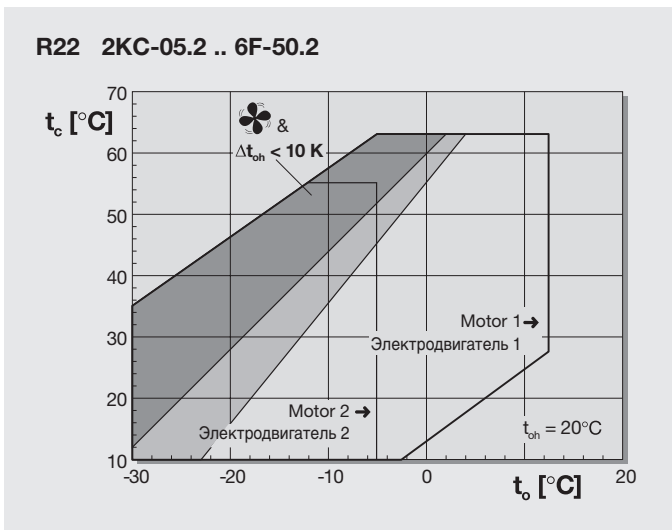
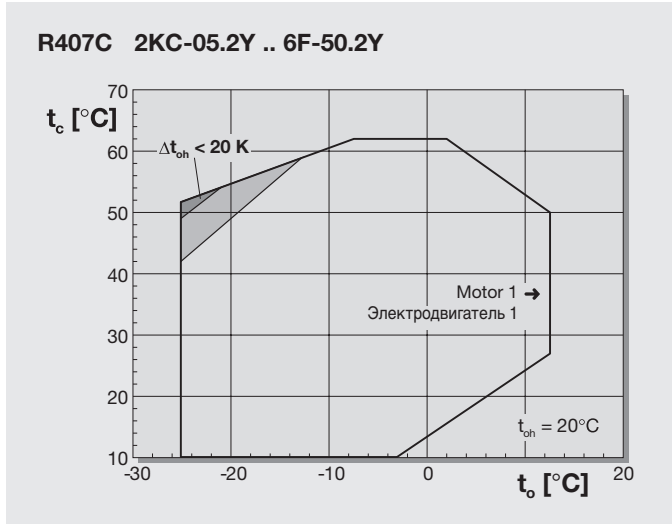
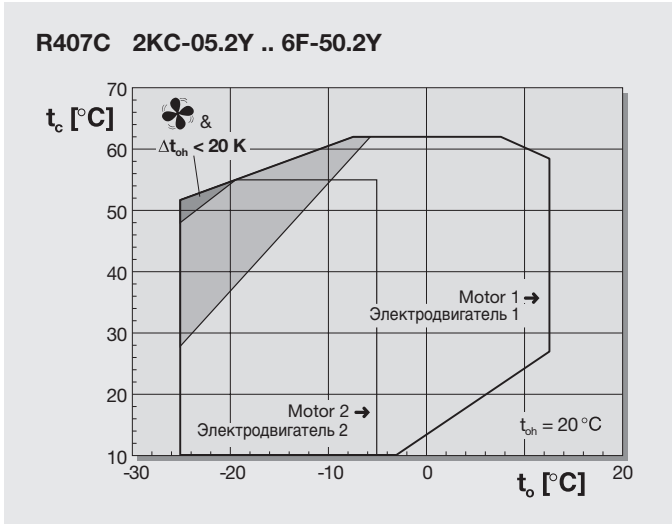


R404A • R507A 4VC(S)-6.2Y .. 6F-50.2Y



50 .. 60 Hz • Standard-Motor
50 .. 60 Гц • Стандартный электродвигатель

50 .. 60 Hz • Standard-Motor
50 .. 60 Гц • Стандартный электродвигатель



Legende

- t_o Verdampfungstemperatur [°C]
- t_{oh} Sauggasttemperatur [°C]
- Dt_{oh} Sauggas-Überhitzung
- t_c Verflüssigungstemperatur [°C]
- Zusatzkühlung ($t_{oh} = 20^\circ\text{C}$)
- Zusatzkühlung oder max. 0°C Sauggasttemperatur
- Zusatzkühlung & eingeschränkte Sauggasttemperatur
- Sauggas-Überhitzung $> 10\text{ K}$

Die Einsatzgrenzen sind gültig für

Nennspannung des Verdichter-Motors
400 V/3/50 Hz
(Motorkennung 40P bzw. 40S/Y)

Legend

- t_o Evaporating temperature [°C]
- t_{oh} Suction gas temperature [°C]
- Dt_{oh} Suction gas superheat
- t_c Condensing temperature [°C]
- Additional cooling ($t_{oh} = 20^\circ\text{C}$)
- Additional cooling or max. 0°C suction gas temperature
- Additional cooling & limited suction gas temperature
- Suction superheat $> 10\text{ K}$

The application limits are valid for

nominal voltage of the compressor motor
400 V/3/50 Hz
(motor code 40P or 40S/Y)

Обозначения

- t_o Температура испарения, [°C]
- t_{oh} Температура всасываемого газа, [°C]
- Δt_{oh} Перегрев газа на всасывании
- t_c Температура конденсации, [°C]
- Дополнительное охлаждение ($t_{oh} = 20^\circ\text{C}$)
- Дополнительное охлаждение или $t_{oh\text{ max}} = 0^\circ\text{C}$
- Дополнительное охлаждение с ограничением температуры всасывания
- Перегрев газа на всасывании $> 10\text{ K}$

Предельные эксплуатационные параметры указаны для следующих условий

Номинальные параметры электропитания электродвигателя 400 В; 3 фазы; 50 Гц (код электродвигателя 40P или 40S/Y)

Erweiterte Frequenzbereiche für halbhermetische Verdichter

Extended frequency ranges for semi-hermetic compressors

Расширенные диапазоны частот для полугерметичных компрессоров

Verdichter Compressor Компрессор	Frequenzbereich Frequency range Диапазон частот
2KC-05.2(Y) .. 2FC-3.2(Y)	30 .. 70 Hz/Гц
2EC-2.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)	30 .. 70 Hz/Гц
4FC-3.2(Y) .. 4CC-9.2(Y)	30 .. 70 Hz/Гц
4VCS-6.2(Y) .. 4NCS-20.2(Y)	30 .. 70 Hz/Гц
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)	25 .. 70 Hz/Гц

Verdichter Compressor Компрессор	Frequenzbereich Frequency range Диап частот
4VC-6.2(Y) .. 4NC-20.2(Y)	25 .. 70 Hz/Гц
4Z-5.2(Y) .. 4N-20.2(Y)	25 .. 70 Hz/Гц
4J-13.2(Y) .. 4G-30.2(Y)	25 .. 70 Hz/Гц
6J-22.2(Y) .. 6F-50.2(Y)	30 .. 70 Hz/Гц
S6J-16.2(Y) .. S6F-30.2(Y)	30 .. 70 Hz/Гц

Einsatz von 25 bis 30 Hz und 60 bis 70 Hz nur nach Rücksprache mit BITZER.

Operation from 25 to 30 Hz and from 60 up to 70 Hz only after consultation with BITZER.

Для работы в диапазонах от 25 до 30 Гц и от 60 до 70 Гц следует проконсультироваться с представителем компании BITZER.

Besonderheiten bei übersynchronem Betrieb siehe Kapitel 2.4.

See chapter 2.4 for specific features for trans-synchronous operation.

Использование специальных электродвигателей для работы с превышением синхронной скорости описано в разделе 2.4.

Auslegung bei anderen Netz-Spannungen und -Frequenzen

Design for other mains supply voltages and frequencies

Специальные электродвигатели для работы от сети электропитания с другим напряжением и частотой тока

Bei Netzversorgung, die von den zuvor definierten Standard-Bedingungen abweichen (400 V/3/50 Hz), sind ggf. Sonderspannungsmotoren und eine angepasste Auslegung des Frequenzumrichters erforderlich. Weitere Informationen auf Anfrage.

Special voltage motors and adapted frequency-inverter design are required for the mains supply that deviates from the prior-defined standard conditions (400 V/3/50 Hz). More information is available upon request.

Для работы от сети электропитания с напряжением и частотой тока, отличающимися от стандартных параметров (400 В; 3 фазы; 50 Гц), требуются электродвигатель и преобразователь частоты, рассчитанные на соответствующее напряжение. Более подробная информация предоставляется по требованию заказчика.

3.2 Offene Hubkolbenverdichter

- 2T.2(Y) .. 4G.2(Y): 750 .. 1750 min⁻¹
6H.2(Y) .. 6F.2(Y): 900 .. 1750 min⁻¹
und
W2TA .. W4GA: 750 .. 1750 min⁻¹
W6HA .. W6FA: 900 .. 1750 min⁻¹
jeweils mit 4-poligem Asynchron-
motor
- Standard-Einsatzgrenzen (siehe
Prospekt KP-520)
- Betrieb außerhalb dieser Dreh-
zahlbereiche auf Anfrage
- 4UFC(Y) .. 6NFC(Y)
auf Anfrage

Motorzuordnung und Auslegung des Frequenzumrichters in Abstimmung mit den Herstellern vornehmen.



Achtung!

Gefahr von ungenügender Motor-Kühlung!
Die geförderte Kühlluftmenge des Motorlüfters verändert sich nicht proportional zur Drehzahl. Sicherstellen, dass der Motor bei jeder Drehzahl ausreichend gekühlt wird!

Im übersynchronen Betrieb: erhöhter Leistungsbedarf des Lüfters!



Bei niedrigen Drehzahlen und hohen Druckverhältnissen ist ggf. Kupplung mit erhöhter Schwungmasse erforderlich.

3.2 Open drive reciprocating compressors

- 2T.2(Y) .. 4G.2(Y): 750 .. 1750 min⁻¹
6H.2(Y) .. 6F.2(Y): 900 .. 1750 min⁻¹
and
W2TA .. W4GA: 750 .. 1750 min⁻¹
W6HA .. W6FA: 900 .. 1750 min⁻¹
each with 4-pole asynchronous
motor
- standard application limits (see
brochure KP-520)
- operation outside these speed
ranges upon request
- 4UFC(Y) .. 6NFC(Y)
upon request

Select motor and frequency inverter in agreement with the manufacturer.



Attention!

Danger of insufficient motor cooling!
The required volume of cooling air of the motor fan is not proportional to speed. Ensure that the motor is sufficiently cooled at every speed!

In trans-synchronous operation: increased power demand of the fan!



A coupling with increased gyrating mass may be required for operation at low speeds with high pressure ratios.

3.2 Поршневые компрессоры с открытым приводом

- 2T.2(Y) .. 4G.2(Y): 750 .. 1750 об/мин
6H.2(Y) .. 6F.2(Y): 900 .. 1750 об/мин

W2TA .. W4GA: 750 .. 1750 об/мин
W6HA .. W6FA: 900 .. 1750 об/мин
с 4-полюсным асинхронным электродвигателем
- для работы в стандартном диапазоне применения (см. документ KP-520)
- для работы вне стандартного диапазона скоростей – по требованию заказчика.
- 4UFC(Y) .. 6NFC(Y)
по требованию заказчика

Для подбора электродвигателя и преобразователя частоты проконсультируйтесь с представителем компании-производителя.



Внимание!

Опасность недостаточного охлаждения электродвигателя!
Требуемый расход воздуха от охлаждающего вентилятора не пропорционален скорости вращения электродвигателя. Убедитесь, что обеспечивается достаточное охлаждение электродвигателя на всех скоростях вращения!

При работе с превышением синхронной скорости потребляемая мощность охлаждающего вентилятора возрастает!



Для работы на низких скоростях с высоким отношением давлений может потребоваться муфта с повышенной вращающейся массой.

3.3 Besondere Hinweise

Leistungsregelung

i Der Betrieb mit Frequenzumrichter (speziell bei niedrigen Drehzahlen) in Kombination mit der herkömmlichen Leistungsregelung durch Zylinder-Abschaltung ist nicht zulässig.

Auf Grund des stark verringerten Kältemittel-Massenstroms wäre dabei eine ausreichende Motorkühlung nicht sichergestellt.

Ölausgleich bei Tandem-Verdichtern

In Tandem-Verdichtern kann sich bei Betrieb mit Frequenzumrichter ein unterschiedliches Ölniveau zwischen beiden Verdichter-Seiten einstellen. Deshalb muss zwischen beiden Seiten ein Ölniveau-Regelsystem oder Öl- und Gasausgleich installiert werden.

Kältemittel-Einspritzventil bei 2-stufigen Verdichtern

Bei diesen Verdichtern muss im gesamten Drehzahlbereich eine ausreichende Überhitzung am Kältemittel-Einspritzventil sichergestellt sein. Dazu Ventil individuell auswählen.

3.3 Special recommendations

Capacity control

i The operation with frequency inverters (especially at low speeds) in combination with conventional capacity control by blocked suction is not permitted.

It is not guaranteed that the motor will be cooled adequately because refrigeration mass flow is heavily reduced.

Oil equalisation for Tandem compressors

When tandem compressors are operated with frequency inverter, the oil level between both compressor sides may differ. Thus, between both sides an oil level control system or oil and gas equalisation must be installed.

Liquid injection valve for 2-stage compressors

For these compressors sufficient superheat at the liquid injection valve must be ensured over the entire speed range. Therefore select valve for application.

3.3 Специальные рекомендации

Регулирование производительности

i Работа с преобразователем частоты (особенно на низких скоростях) не совместима с традиционным регулированием производительности путем блокирования всасывания.

В последнем случае расход хладагента может значительно уменьшаться, поэтому адекватное охлаждение электродвигателя не гарантируется.

Регулирование уровня масла в тандем компрессорах

Уровни масла в тандем компрессорах, оснащенных преобразователем частоты, могут различаться. Поэтому в таких компрессорах следует установить систему регулирования уровня масла или организовать уравнительную линию масла и газа.

Клапан впрыска жидкого хладагента для 2-ступенчатых компрессоров

В таких компрессорах должен быть обеспечен достаточный перегрев газа на клапане впрыска жидкого хладагента во всем диапазоне скоростей вращения. Поэтому следует выбирать клапан в соответствии с конкретными условиями эксплуатации.

4 Auslegungskriterien

Nennbemessungsstrom

Der Frequenzumrichter muss den maximalen Betriebsstrom des Verdichtermotors dauerhaft aufbringen können. Zusätzlich sollten 10 % Reserve eingeplant werden.

i Meist werden vom Frequenzumrichter-Hersteller mehrere Nennbemessungsstrom-Werte dokumentiert (Werte für konstantes und quadratisches Belastungsmoment). Frequenzumrichter auf Basis eines konstanten Belastungsmoments auswählen.

Übermoment in der Hochlaufzeit

Der Frequenzumrichter muss während der Startphase in der Lage sein kurzzeitig ein Übermoment abzugeben:

- zur Überwindung des Losbrechmoments
 - zur Beschleunigung des Triebwerks
- Daraus ergibt sich ein erhöhter Strom bei Anlauf des Verdichters, den der Frequenzumrichter in der Hochlaufzeit erbringen muss.

Ausgleichsfaktor für Momentenverlauf

Hubkolbenverdichter weisen keinen gleichförmigen Momentenverlauf über den Drehwinkel auf. Die Gleichförmigkeit nimmt mit steigender Zylinderzahl zu. Deshalb ist bei kleinerer Zylinderzahl ein größeres Anlaufmoment erforderlich.

Ausgleichsfaktoren (F_C) für den Strom bei Anlauf des Verdichters:

- 2-Zylinder-Verdichter: $F_2 = 2,0$
2KC-05.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)
2T.2(Y) & 2N.2(Y) / W2TA & W2NA
- 4-Zylinder-Verdichter: $F_4 = 1,6$
4FC-3.2(Y) ... 4G-30.2(Y)
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)
4T.2(Y) .. 4G.2(Y) / W4TA .. W4GA
- 6-Zylinder-Verdichter: $F_6 = 1,5$
6J-22.2(Y) ... 6F-50.2(Y)
S6J-16.2(Y) .. S6F-30.2(Y)
6H.2(Y) .. 6F.2(Y) / W6HA .. W6FA

Dieser max. Strom muss innerhalb der kurzfristigen Überlastfähigkeit des Frequenzumrichters liegen. Ist dies nicht gegeben, muss ein größerer Frequenzumrichtertyp gewählt werden.

4 Design criteria

Nominal current based on design

The frequency inverter must be able to continuously supply the maximum operating current to the compressor motor. 10 % Reserve should be planned additionally.

i Several values of rated current (constant and quadratic torque ratings) are provided by frequency inverter manufacturers. Select a frequency inverter based on a constant torque rating.

Over torque in the ramp-up time

The frequency inverter must be capable of briefly delivering over torque during the starting phase:

- to overcome the break-away torque
 - to accelerate the drive
- This results in increased current demand for starting the compressor, which must be provided by the frequency inverter in the ramp-up time.

Compensation factor for torque characteristic

The torque of reciprocating compressors is not constant with the angle of rotation: the higher the number of cylinders, the more constant the torque. Thus, a greater starting torque is required for a smaller number of cylinders.

Compensation factors (F_C) for the current during compressor's start:

- 2 cylinder compressor: $F_2 = 2.0$
2KC-05.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)
2T.2(Y) & 2N.2(Y) / W2TA & W2NA
- 4 cylinder compressor: $F_4 = 1.6$
4FC-3.2(Y) .. 4G-30.2(Y)
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)
4T.2(Y) .. 4G.2(Y) / W4TA .. W4GA
- 6 cylinder compressor: $F_6 = 1.5$
6J-22.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
6H.2(Y) .. 6F.2(Y) / W6HA .. W6FA

This maximum current must be within the transient overload rating of the frequency inverter. If this is not the case, then a larger type of frequency inverter must be selected.

4 Критерии подбора модели

Номинальный потребляемый ток

Преобразователь частоты должен обеспечивать долговременную подачу на электродвигатель компрессора максимального рабочего тока. Поэтому выберите преобразователь частоты с 10 % запасом по току.

i Выпускаются преобразователи частоты с несколькими значениями номинального потребляемого тока (для работы с постоянным или квадратичным моментом нагрузки). Выберите преобразователь частоты для работы с постоянным моментом нагрузки.

Избыточный момент при разгоне

Преобразователь частоты должен обеспечивать кратковременно увеличение вращающего момента при пуске (разгоне) компрессора. Это необходимо для следующих целей.

- Для преодоления момента трогания
 - Для повышения скорости вращения
- Это приводит к увеличению потребляемого тока при пуске компрессора. Преобразователь частоты должен обеспечивать соответствующий ток при пуске (разгоне).

Поправочный коэффициент

Момент вращения поршневых компрессоров зависит от угла поворота, поэтому, чем больше количество цилиндров, тем меньше изменяется момент вращения; чем меньше количество цилиндров, тем больший стартовый момент вращения требуется.

Поправочный коэффициент (F_C) для потребляемого тока при пуске компрессора:

- 2-цилиндровый компрессор: $F_2 = 2,0$
2KC-05.2(Y) .. 2CC-4.2(Y)
2T.2(C) & 2N.2(Y) / W2TA & W2NA
- 4-цилиндровый компрессор: $F_4 = 1,6$
4FC-3.2(Y) .. 4G-30.2(Y)
S4T-5.2(Y) .. S4G-12.2(Y)
4T.2(Y) .. 4G.2(Y) / W4TA .. W4GA
- 6-цилиндровый компрессор: $F_6 = 1,5$
6J-22.2(Y) .. 6F-50.2(Y)
S6J-16.2(Y) .. S6F-30.2(Y)
6H.2(Y) .. 6F.2(Y) / W6HA .. W6FA

Этот максимальный ток, обеспечиваемый преобразователем частоты, должен быть в диапазоне временной перегрузки. Если это условие не выполняется, то выберите преобразователь частоты большего типоразмера.

5 In Betrieb nehmen

5.1 Installation

Elektronische Abschirmung

Abgeschirmte Kabel verwenden. Schirm am Verdichter möglichst großflächig anbringen.

Frequenzumrichter funkenstören (z. B. nach EN 55011, Klasse B). Motorkabel beidseitig erden.

Spannungsanstieg der Impulsspannung an den Motorklemmen

Die Spannung des Frequenzumrichter-Ausgangssignals steigt impulsartig an.

! Achtung!
Motorschäden möglich. Die Spannungs-Anstiegsgeschwindigkeit und die Spannungsimpulse an den Motorklemmen dürfen nicht zu steil ansteigen. Grenzen einhalten (Abb. 4). Ggf. Sinusfilter einsetzen.

5 Commissioning

5.1 Installation

Electronic screening

Use screened cables. Ensure large-area contact to the housing of the compressor.

The frequency inverter must be fitted with suitable emc-filters (e.g. to EN 55011, Class B). Connect both ends of motor cable to the ground.

Voltage increase of voltage pulses at the motor terminals

The pulsed output voltage of a frequency inverter rises with a steep edge.

! Attention!
Motor damage possible. The speed of voltage increase and the voltage pulses at the motor terminals must rise too steeply. Observe the limits (Fig. 4). If necessary, use sinusoidal filters.

5 Ввод в эксплуатацию

5.1 Монтаж

Экранирование электрооборудования

Для электрических подключений используйте экранированные кабели. Убедитесь в надежности контакта заземляющего кабеля с корпусом компрессора.

Преобразователь частоты должен быть оснащен соответствующим фильтром электромагнитных помех (в соответствии с требованиями стандарта EN 55011, класс B). К обоим концам кабеля электропитания должны быть подсоединены кабели защитного заземления.

Скорость нарастания импульсного напряжения на зажимах электродвигателя

Импульсы напряжения на выходе преобразователя частоты имеют высокую скорость нарастания фронта.

! Внимани!
Опасность повреждения электродвигателя. Преобразователь частоты характеризуется высокой скоростью нарастания напряжения и большой крутизной фронтов импульсов напряжения на выходе. Следите за тем, чтобы скорость нарастания не выходила за пределы, указанные на рис. 4. При необходимости используйте сглаживающие фильтры.

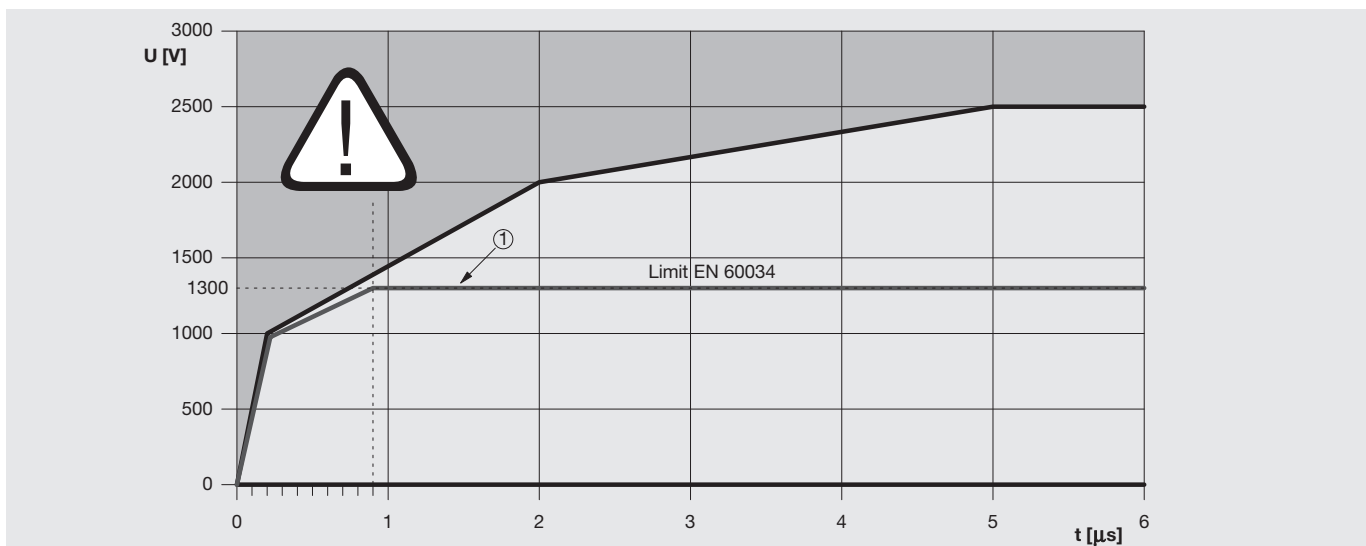


Abb. 4 Grenzen des Spannungs-Anstiegs an den Motorklemmen
 zulässiger Bereich
 t Anstiegszeit
 U Impuls-Spannung an den Motorklemmen
 ① Grenzen gemäß EN 60034

Fig. 4 Limits of voltage increase on motor terminals
 Permissible range
 t Rise time
 U Pulse voltage on motor terminals
 ① Limits according to EN 60034

Рис. 4 Допустимые пределы для скорости нарастания импульсного напряжения на зажимах электродвигателя
 Область допустимых значений
 t Время нарастания импульсного напряжения
 U Импульсно напряжение на зажимах электродвигателя
 ① Предельные значения в соответствии со стандартом EN 60034

Verdichterschütz

Wegen seiner Funktion in der Sicherheitskette sollte auf den Verdichterschütz nicht verzichtet werden.

Compressor contactor

A compressor contactor should always be used to ensure the correct function of the safety circuit.

Контактор компрессора

Контактор компрессора должен всегда быть использован, чтобы гарантировать правильное функционирование цепи безопасности.

5.2 Frequenzumrichter programmieren

Hochlaufzeit bis zum Erreichen der Mindest-Drehzahl

Als Hochlaufzeit hat sich ein Wert zwischen 1 .. 3 s bewährt. Damit wird ein sanfter Start ermöglicht und trotzdem schnell genug eine ausreichende Schmierung des Verdichters erreicht.

5.2 Programming the frequency inverter

Ramp-up time to minimum speed

Experience has shown a ramp-up time between 1 .. 3 s to minimum speed to be a good compromise. This enables a soft start and at the same time adequate lubrication is achieved fast enough.

5.2 Программирование преобразователя частоты

Время разгона до минимальной скорости

Опыт показал, что время разгона до минимальной скорости 1...3 сек является оптимальным, поскольку при этом обеспечивается мягкий пуск компрессора и в то же время достаточно быстро обеспечивается адекватная смазка подшипников

Spannungsüberhöhung beim Start

Um einen sicheren Verdichterstart zu gewährleisten, ist es empfehlenswert das Moment beim Start kurzzeitig zu erhöhen (sog. Boost). Dazu eine Spannungsüberhöhung beim Frequenzumrichter-Start programmieren. Das heißt, dass die U/f-Kennlinie beim Start vom linearen Verlauf abweicht.

Oft gibt es für den Wert der Spannungsüberhöhung einen eigenen Parameter im Menü des Frequenzumrichters. Dieser sollte durch Versuche nur soweit angehoben, dass der Motor gerade losläuft. Dies darf sich aber nur auf die Startphase auswirken und keinesfalls zu einer Verschiebung der U/f-Kennlinie im normalen Regelbereich führen.

Voltage raising during the start

To ensure a successful compressor start, it is recommended that the starting torque is increased momentarily (so called boost). For this, set a voltage raising during the frequency inverter start. This means that the U/f characteristic deviates from a linear shape when starting.

Often, there is an individual parameter for boosting the voltage in the frequency inverter menu. This value should be raised only enough so that the motor just starts to run. This should only affect the start phase and must never lead to a shift of the characteristic in the normal of operation range U/f.

Нарастание напряжения при пуске компрессора

Для успешного пуска компрессора рекомендуется, чтобы пусковой вращающий момент на валу электродвигателя возрастал мгновенно. Поэтому задайте скорость нарастания напряжения при включении преобразователя частоты. Это означает, что при пуске характеристика U/f будет нелинейной.

Обычно для этой цели в меню преобразователя частоты предусмотрен отдельный параметр для скорости нарастания напряжения. Скорость нарастания напряжения должна быть увеличена до значения, достаточного для пуска электродвигателя. Данная настройка относится только к фазе пуска компрессора и не должна изменять характеристики при работе в нормальном диапазоне U/f.

Taktfrequenz des Frequenzumrichters einstellen

! Achtung!
Motorschäden möglich.
Taktfrequenz prüfen und ggf. einstellen.
empfohlener Wert: 2 .. 6 kHz

Adjusting the elementary frequency of frequency inverter

! Attention!
Motor damage possible.
Check the elementary frequency and – if necessary – adjust it.
recommended value: 2 .. 6 kHz

Настройка тактовой частоты преобразователя частоты

! Внимание!
Опасность повреждения электродвигателя.
Проверьте тактовую частоту и при необходимости настройте ее.
Рекомендуемое значение 2...6 кГц

Anlage im gesamten Frequenzbereich auf abnormale Schwingungen prüfen

Abhängig von der Verdichter-Drehzahl ändert sich auch die Pulsationsfrequenz der Gassäule in der Druckleitung und die Erregerfrequenz an den Verdichterfüßen und den Rohrleitungen. Dadurch kann es zu Resonanzeffekten in Rohrleitungen und anderen Anlagen-Komponenten kommen.

Deshalb muss die gesamte Anlage bei der Inbetriebnahme – und wiederholt während des Betriebs – bei jeder Frequenz sorgfältig auf abnormale Schwingungen geprüft werden.

Frequenzen, bei denen Resonanzen auftreten, müssen in der Programmierung des Frequenzumrichters ausgeblendet werden.

Checking the plant for abnormal vibrations in the entire frequency range

The pulsation frequency in the discharge line and the excitation frequency at the compressor feet and in the piping system depend on the compressor speed. This can result in resonance effects in pipelines and other plant components.

Therefore, the entire plant must be carefully checked for abnormal vibrations during commissioning – and repeatedly during the operation at each frequency.

Frequencies at which resonances occur must be blended out during frequency inverter programming.

Проверка установки на отсутствие сильной вибрации во всем диапазоне частот

Частота пульсаций в линии нагнетания, а также частота возбуждения для опор компрессора и трубопроводов зависят от скорости вращения компрессора. В трубопроводах и других компонентах установки могут возникнуть резонансные колебания.

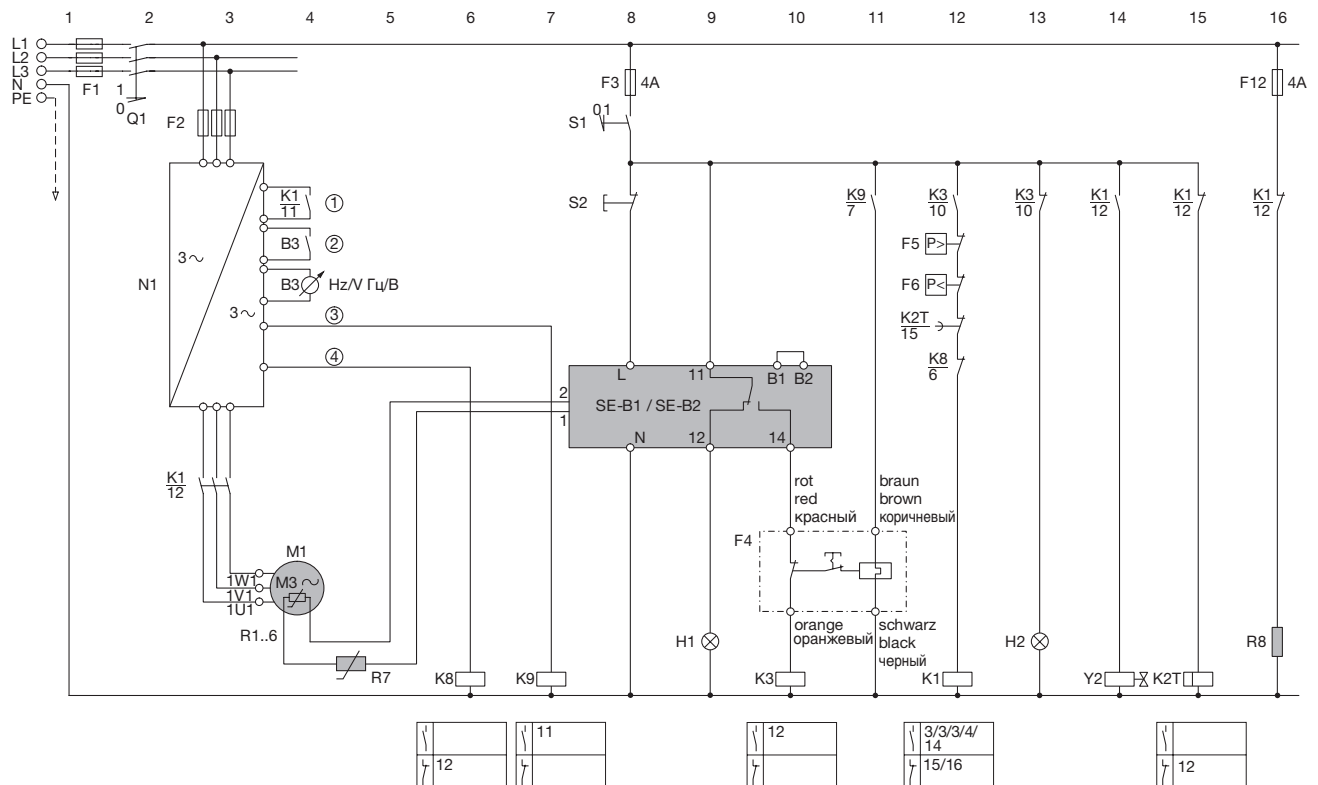
Поэтому при вводе в эксплуатацию и при последующей эксплуатации вся установка должна быть проверена на отсутствие сильной вибрации на всех частотах рабочего диапазона.

Частоты, при которых возникают резонансные вибрации, могут быть заблокированы путем программирования преобразователя частоты.

6 Prinzipschaltbild

6 Schematic wiring diagram

6 Схема электрическая принципиальная



Legende

B3	Steuereinheit (des FU)
F1	Hauptsicherung
F2	Verdichter-Sicherung
F3	Steuersicherung
F4	Öldifferenzdruck-Schalter (bei Verdichtern mit Ölpumpe)
F5	Hochdruck-Wächter
F6	Niederdruck-Wächter
F12	Sicherung der Ölumpfheizung
H1	Leuchte "Übertemperatur"
H2	Leuchte "Öldruckstörung"
K1/K3	Motorschütze
K8/K9	Hilfsrelais
K2T	Zeitrelais "Einschaltverzögerung"
M1	Verdichter
N1	Frequenzumrichter (FU)
Q1	Hauptschalter
R1..R6	PTC-Fühler in Motorwicklung
R7	Druckgas-Temperaturfühler
R8	Ölumpfheizung
S1	Steuerschalter
S2	Entriegelungstaster
Y2	Magnetventil (Flüssigkeitsleitung)
①	Freigabe (Verdichter)
②	Start (Verdichter)
③	Verdichter-Lauferkennung (durch FU)
④	Störung des FU

Legend

B3	Control unit (of FI)
F1	Main fuse
F2	Compressor fuse
F3	Control circuit fuse
F4	Differential oil pressure switch (for compressors with oil pump)
F5	High pressure limiter
F6	Low pressure limiter
F12	Fuse of the crankcase heater
H1	Signal lamp "over-temperature"
H2	Signal lamp "oil pressure fault"
K1/K3	Motor contactors
K8/K9	Auxiliary relays
K2T	Time relay "cut-in delay"
M1	Compressor
N1	Frequency inverter (FI)
Q1	Main switch
R1..R6	PTC sensors in motor windings
R7	Discharge gas temp. sensor
R8	Crankcase heater
S1	Control switch
S2	Fault reset
Y2	Solenoid valve (liquid line)
①	Release (compressor)
②	Start (compressor)
③	Operating recognition of the compressor (by FI)
④	Fault of FI

Обозначения

B3	Устройство управления преобразователем частоты
F1	Главный предохранитель
F2	Предохранитель компрессора
F3	Предохранитель цепи управления
F4	Дифференциальное реле давления масла (для компрессоров с масляными насосами)
F5	Реле высокого давления
F6	Реле низкого давления
F12	Предохранитель подогревателя картера
H1	Индикатор перегрева
H2	Индикатор низкого давления масла
K1/K3	Контакты электродвигателя
K8/K9	Дополнительные реле
K2T	Реле задержки включения
M1	Компрессор
N1	Преобразователь частоты
Q1	Главный выключатель
R1..R6	PTC-датчики температуры, встроенные в обмотки электродвигателя
R7	Датчик температуры нагнетания
R8	Подогреватель картера
S1	Управляющее реле
S2	Сброс неисправности
Y2	Электромагнитный клапан (жидкостная линия)
①	Разрешение на пуск компрессора
②	Пуск компрессора
③	Сигнализация рабочего режима компрессора (для преобразователя частоты)
④	Сигнализация неисправности преобразователя частоты



Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH
Eschenbrünnlestraße 15
71065 Sindelfingen, Germany
tel +49(0)7031 932-0
fax +49(0)7031 932-146 & -147
www.bitzer.de • bitzer@bitzer.de