

Электрическое оборудование и монтаж полугерметичных компрессоров и компрессорно-конденсаторных агрегатов

Оглавление

1. Вступление
2. Электродвигатели
 - 2.1. Встроенные электродвигатели для полу герметичных компрессоров
 - 2.2. Коды электродвигателей
 - 2.3. Напряжения и частоты
 - 2.4. Внутренние электрические соединения в электродвигателях
3. Оборудование и приборы для защиты электродвигателя
 - 3.1. Плавкие предохранители
 - 3.2. Полная защита электродвигателя для полугерметичных компрессоров
4. Электрические соединения
 - 4.1. Клеммные коробки
 - 4.2. Расположение клеммной коробки и сечения кабеля
 - 4.3. Схема электрических соединений
 - 4.4. Проверка срабатывания
5. Контакторы
 - 5.1. Специальное применение
6. Изоляция и сопротивление обмоток
 - 6.1. Высоковольтный тест
 - 6.2. Сопротивление изоляции
 - 6.3. Сопротивление обмоток
7. Электродвигатели вентиляторов
 - 7.1. Электрические схемы для электродвигателей вентиляторов
 - 7.2. Технические характеристики электродвигателей вентиляторов
8. Коэффициент мощности ($\cos \phi$)
 - 8.1. Определение коэффициента мощности
 - 8.2. Терминология и определения
9. Анализ повреждений и дефектов
10. Электрические схемы
 - 10.1. Электрические схемы подключения
 - 10.2. Электрические схемы клеммной коробки
11. Пояснения условных обозначений
 - 11.1. Символы
 - 11.2. Обозначения

1. Вступление.

Для того, чтобы работа полугерметичного компрессора была надежной и безопасной, конструкторам и пользователям холодильных систем, систем кондиционирования воздуха, тепловых насосов необходимы схемы электрических соединений электродвигателей и электрических соединений всей системы.

В Техническом Бюллетене № 88-3-12 Copeland представляет дополнительный материал и инструкции, помогающие своевременно и правильно решить все вопросы по электрическим соединениям.

Особые вопросы, относящиеся к специальным версиям электродвигателей, в Техническом Бюллетене не рассматриваются. Все решения возникающих в таких случаях проблем можно получить, обратившись в наш Инженерный отдел.

Технический бюллетень был составлен на основе новейшей технической информации. Если вы не нашли ответ на ваши вопросы или желаете получить более подробную информацию, мы

будем рады принять ваши предложения и пожелания по данному техническому бюллетеню, основанные на вашем практическом опыте.

2. Электродвигатели.

2.1. Встроенные электродвигатели для полугерметичных компрессоров

Встроенные в компрессор электродвигатели имеют специально адаптированный для работы в холодильных установках корпус. Т.к. они постоянно подвергаются воздействию с хладагентом и маслом, использующимся в холодильной технике, используются специальные изоляционные материалы.

Изоляционные материалы обмоток электродвигателей компрессоров и вентиляторов выполнены в соответствии с правилами VDE 0530, устанавливающими для такого типа электродвигателей термозащиту класса "В". Соответствующая такому классу термозащиты температура 130°C, однако, полностью не достигается.

2.2. Коды электродвигателей

Полугерметичные компрессоры оснащаются электродвигателями различных версий в зависимости от прилагаемых нагрузок. Версии исполнения электродвигателей отличаются рабочим напряжением, способом включения и типом защиты. Код электродвигателя, определяющий его возможности в работе и сервисные требования, включается в обозначение компрессора. Ниже приведен пример обозначения модели компрессора:

Код электродвигателя

Тип электродвигателя		Прибор для защиты электродвигателя	Напряжение электродвигателя	
Е – трехфазный электродвигатель, работа возможна и при подключении Y и Δ А – Трехфазный электродвигатель, без взаимозаменяемого подключения. Только для пуска частью обмотки. Обмотка разделяется в соотношении 2/3 к 1/3.	С – однофазный электродвигатель, два провода, основная и дополнительная обмотка для пуска – и рабочий конденсатор и реле Т – трехфазный электродвигатель, специальный клеммник, соединение только с клеммами U, V, W	А – переключатель тепловой защиты от повышенной силы тока в клеммной коробке W – Полная электронная защита электродвигателя с термисторами и предохранительным модулем KRIWAN в клеммной коробке	V Ph Hz	
			G S I T L M R Y N D C K X (различные напряжения)	

По данной таблице 1: Определение кода электродвигателя (стандартное напряжение электродвигателя, возможны различия).

Однофазные электродвигатели для 60 Гц фирмой Copeland не выпускаются.

Наличие того или иного электродвигателя определяется из списка оборудования на продажу.

2.3. Напряжения и частоты.

В информационных технических таблицах и на шильдах на компрессорах не указывается только одно номинальное напряжение, а целый диапазон для данного электродвигателя (исключение составляют электродвигатели с напряжением S= 220 В-1 фазный –50 Гц; T = 220 В – 1 фазный – 50 Гц; X = 380В – 3 фазный- 60 Гц). Фирма Copeland устанавливает допустимое отклонение на напряжение своих электродвигателей в размере $\pm 10\%$.

Пример: Модель компрессора D6RH-3500-EWL

Диапазон номинального напряжения с шильда составляет 220 – 240 В Δ / 380-420 В Y.

Допустимое отклонение на напряжение $\pm 10\%$.

Соединение электродвигателя Δ или Y.

Диапазон напряжения

a) от 220В - 10% = 198 В

до 240 В + 10% = 264 В в соединении Δ

b) от 380В-10%= 342 В

до 420В +10% = 462 В в соединении Y.

В указанных диапазонах напряжения компрессор может полноценно работать в необходимом режиме нагрузки.

Частота

Полугерметичные компрессоры работают с частотами 50 и 60 Гц. Использование одного трехфазного электродвигателя при обеих частотах возможно, если напряжение изменить в соответствии с пропорцией, в которой меняется частота.

Ниже, в таблице приведены коэффициенты пересчета, которые необходимо учитывать при переключении частоты с 50 на 60 Гц и наоборот:

	50 Гц $\rightarrow$ 60 Гц	60 Гц $\rightarrow$ 50 Гц
Напряжение	1,2	0,83
Скорость	1,2	0,83
Мощность	1,2	0,83
Ток	1	1

Таблица 2: Коэффициенты пересчета (округленные)

Внимание: Для моделей компрессоров DKM-75, DKJ-100, DKSJ-150, DLF-301, DLL-401, DLSG-401 и DNH... электродвигатели с частотой **60 Гц** не выпускаются.

2.4. Внутренние электрические соединения в электродвигателях

В случае ремонта, если, например, требуется измерить сопротивление обмотки электродвигателя, на иллюстрациях, приведенных ниже, указаны внутренние соединения электродвигателей версий C, T, E, A, используемых фирмой Copeland.

C Однофазный электродвигатель	T Трехфазный электродвигатель без переключения
A Электродвигатель с пуском частью обмотки (2/3 : 1/3)	E Электродвигатель с переключением Y Δ

Рис.1 Внутренние электрические соединения Электродвигателей, выпускаемых фирмой Copeland

- | | |
|-----|-----------------------------------|
| 1 | Клеммная коробка |
| 2 | Обмотка электродвигателя |
| 2.1 | Основная (рабочая) обмотка |
| 2.2 | Дополнительная (пусковая) обмотка |
| A3 | Конденсатор и реле |
| a | коричневый |
| b | черный |
| c | синий |

2.4.1. Однофазный электродвигатель, Электродвигатель с кодом –С-

Для компрессоров моделей до DKSL-150, используются однофазные электродвигатели. У них две обмотки, одна дополнительная и одна основная. Для того, чтобы получить крутящий момент, необходимый для автоматического пуска и нормального режима работы, как в случае трехфазного электродвигателя, вместе с электродвигателем поставляется комплект из конденсатора и реле, состоящий из рабочего и пускового конденсатора и пускового реле. Обязательна сборка в соответствии с положением реле, отображенным на маркировке (см. рис.2)! Комплект конденсатора и реле представлен на схематической диаграмме № 12.0. Конденсатору и реле присвоены номера для заказов, которые можно найти в списке запасных частей для компрессоров.

Компрессоры с трехфазными двигателями переоборудовать на работу с однофазным напряжением нельзя.

Рис.2. Установка комплекта конденсатора и реле.

Модель компрессора	Рабочий конденсатор	Пусковой конденсатор	Пусковое реле

Таблица 3: Модели компрессоров с однофазными электродвигателями

2.4.2. Трехфазный электродвигатель, Электродвигатель с кодом –Т-

В целях стандартизации оборудования для трехфазных электродвигателей с взаимозаменяемым подключением применяется 6-полюсный клеммник. Однако, только три контакта обмотки соединяются с контактами U, V, W в клеммной коробке. Электродвигатель имеет внутренние соединения в форме Y или Δ и может работать только при одном напряжении. Контакты кабеля X, Y, Z не соединяются с электродвигателем.

Замечание: Т-версию электродвигателя, TWY, нельзя путать со специальным исполнением TWK. Специальная версия электродвигателя TWK – это электродвигатель с пуском частью обмотки с 9 контактами, и в данном бюллетене он не представлен.

2.4.3. Трехфазный электродвигатель, Электродвигатель с кодом –Е-

6 концевых контактов трех обмоток данного трехфазного электродвигателя проложены в клеммную коробку компрессора через кабельные втулки.

Соединение в форме Y или Δ получается с помощью пластин в клеммной коробке, или контролируемых контакторов. Поэтому электродвигатели могут работать только при рабочем напряжении.

При использовании версий напряжения L, N, K (см. Таблицу 1 в пункте 2.2) данного электродвигателя предполагается работа при двух напряжениях: при более низком напряжении (например, 220 В) при соединении дельта и более высоком напряжении (например, 380В) при соединении в форме звезды.

При напряжениях версии M, D, Y (см. Таблицу 1) электродвигатель должен работать при полной нагрузке при соединении типа дельта. Соединение типа звезда в основном используется для пуска, однако, также для подачи энергии при напряжении 660В, 50 Гц (только М версия).

2.4.4. Трехфазный электродвигатель, Электродвигатель с кодом –А-

Статор таких электродвигателей состоит из двух отдельных обмоток, соединенных в форме звезды каждая и разделенные в соотношении 2/3 : 1/3.

Свободные концевые контакты обмотки проведены в клеммную коробку через 6 –полюсный клеммник кабеля; 1-я часть обмотки (2/3) протянута к соединениям 1,2,3, а 2-я часть – к 7,8 и 9. Электродвигатель с пуском частью обмотки можно рассматривать как два электродвигателя, в случае, если каждая обмотка подключена к отдельному источнику питания. Соотношение разделения составляет 2/3:1/3, учитывая допустимое отклонение, и учитывается для расчета

сопротивления обмоток и магнитного потока. Парциальные токи, проходящие при работе под нагрузкой, взаимодействуют друг с другом, появляется соотношение токов, которое не зависит от геометрического разделения обмоток. Это означает, что ток, в зависимости от нагрузки, в первой части обмотки падает до 62% от своего первоначального значения, и возрастает до 38% во второй части обмотки.

Следовательно, для того чтобы не перегружать электродвигатель, необходимо исключить работу электродвигателя на одной части обмотки (кроме периода пуска). Электродвигатель необходимо защитить единой группой плавких предохранителей.

Важное замечание:

До 1984 года изготавливались электродвигатели с разделением обмотки в соотношении $\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$ с маркировкой –F-. Информацию по данному вопросу можно найти в Техническом Бюллетене 12 от 1974 года.

Если, в случае необходимости проведения ремонта электродвигатель версии –F- необходимо заменить на электродвигатель с разделением обмотки $\frac{2}{3}:\frac{1}{3}$, то **необходимо проверить**, насколько такую замену допускают электрические соединения.

Дополнительно смотрите пункт 3.1 о плавких предохранителях, 3.1.1, Поперечное сечение провода, 5, Реле, и 5.1, Специальная конструкция.

3. Оборудование и приборы для защиты электродвигателя

Основным назначением защитных приборов является своевременное отключение компрессора при аварии. Данные приборы выполняют функцию защиты от перегрева из-за повышенных токов или недостаточного охлаждения и защиты от короткого замыкания.

Приборы для защиты от повышенной силы тока и короткого замыкания следующие:

- Плавкие предохранители, тип gL, в соответствии с DIN VDE 0636 T1 до 4
- Линейные переключатели в соответствии с DIN VDE 0641
- Прерыватели контура в соответствии с DIN VDE 0660 T101

В следующем параграфе представлены основные пункты для подбора плавких предохранителей.

3.1 Плавкие предохранители

В основную функцию плавких предохранителей входит защита кабеля и переключателей против перегрузок. Их вид должен соответствовать следующим условиям:

- a срабатывание в течение определенного времени в случае нагрева из-за повышенных токов
- b очень быстрый разрыв контура во время короткого замыкания
- c не препятствовать повторному пуску компрессора в условиях большой силы тока

Конструкция

Мы рекомендуем выбор плавких предохранителей для электродвигателя компрессора в соответствие с данными из следующей таблицы для того, чтобы полностью выполнить условие «с», что важно для компрессора:

Версия электродвигателя	Размеры электродвигателя	Ток в плавком предохранителе		
		Прямой пуск	Пуск YΔ	Y Y Y Пуск
Однофазный электродвигатель				
Трехфазный электродвигатель				

Таблица 4: Рекомендации по определению соответствующих токов для плавких предохранителей

Основные рекомендации по таблице 4:

- характеристики по срабатыванию теплого плавкого предохранителя
- отсрочка по времени более чем на 5 секунд

- ток срабатывания – это максимальный ток остановки ротора или при пуске YΔ и Y Y Y (с разгрузкой пуска!) пониженный пусковой ток
- максимальная частота переключения при 15 равномерно распределенных переключениях в час.

Расположение

Каждый компрессор должен быть оснащен одним плавким предохранителем на фазу. Один плавкий предохранитель на всю группу применять нельзя. Размеры проводов и плавких предохранителей соответствуют более высокой производительности, чем контакты кабеля отдельных компрессоров. Это может привести к увеличению нагрузки на болты в клеммнике каждого компрессора при коротком замыкании, до того момента, как среагируют на это плавкие предохранители.

В случае срабатывания плавких предохранителей, контакты контактора и реле на контрольной линии необходимо проверить на предмет возможного оплавления.

Расположение плавких предохранителей можно видеть на схематической диаграмме Pg 50 ff.

Замечание

При определении размеров плавких предохранителей необходимо принимать во внимание обязательную защиту от короткого замыкания в кабеле и в приборах, таких как контакторы, реле. В дополнение смотрите документы от производителей реле и контакторов по допустимым стандартам на плавкие предохранители, а также внутренние и международные правила DIN VDE 0100 T430, IEC 364 раздел 433!

В электродвигателе с разделенными обмотками на обе части устанавливается одна группа предохранителей. Это защищает только одну часть обмотки от недостаточного тока в случае нарушений в предохранителях.

Цепь управления.

При выборе предохранителей для контрольного контура необходимо учитывать максимальный допустимый постоянный ток отдельных контрольных приборов. Сумма величин всех токов контрольного контура не может превышать максимально допустимый постоянный ток контрольного прибора. Необходимо также разработать и защиту контрольного контура.

3.1.1 Сечение провода

Поперечное сечение проводника должно иметь размеры, соответствующие стандартам DIN VDE 0100 T430 и T5236 IEC 364, глава 43 и раздел 523 или в соответствующих правилах, установленных для данной страны. В таблицах в этих правилах представлены максимальные токи нагрузки и максимальные размеры предохранителей. Выбранный предохранитель, таким образом, определяет минимальное поперечное сечение провода.

Если окружающая температура отличается от уровня 30°C, допустимый ток нагрузки будет корректироваться в соответствии с теми же правилами, а в случае необходимости будет подобран провод большего сечения.

Если поперечное сечение меньше, чем необходимо для выбранного предохранителя, в таком случае, в качестве защиты линии от повышенного тока, необходимо использовать, например, тепловое реле для защиты от повышенного тока. Предохранители и в дальнейшем будут защищать провода и переключатели от короткого замыкания.

3.1.2 Термореле для защиты от повышенного тока

Все электродвигатели компрессоров фирмы Copeland и электродвигатели вентиляторов оборудованы прибором, осуществляющим полную их защиту. Таким образом, данное реле в комбинации с «контактором и предохранителем» можно не применять.

Только в случае, если вышеуказанная защита проводов от повышенной силы тока не осуществляется с помощью плавкого предохранителя, но производится другим способом, а также в случае только одной термисторной цепи (см. пункт 4.4.2), можно использовать термореле для защиты от повышенной силы тока.

Ток Реле I_ε

Ток уставки для термореле устанавливается для силы тока, проходящего через реле во время его работы. Этот ток не превышает максимальный рабочий ток I_B компрессора или вентилятора. Значение максимального рабочего тока можно найти в таблицах для каждого отдельного компрессора, или в таблице технических данных на электродвигатели вентиляторов, пункт 7.2. для более точного определения. Регулируется только реально проходящий ток по цепи, в которой установлено реле (см. таблицу 5), а при компенсации энергетических затрат (см. пункт 8) ток в электродвигателе снижается (повышение коэффициента мощности, например, от 0,76 до 0,9 снижает ток нагрузки на 15%, приблизительно).

Версия электродвигателя А, Е, Т	Версия электродвигателя Е	Версия электродвигателя А
	*) Позицию при монтаже можно выбрать также здесь	
Прямой пуск Ток уставки I _ε ≤ I _B	Пуск УΔ I _ε ≤ 0,58 x I _B I _B = максимальному рабочему току компрессора в соответствие с материалами “полугерметичные компрессоры”, “DISCUS”, или Техническим Бюллетенем 3.87	Пуск У У частью обмотки Ток уставки 1-я часть обмотки (клеммы 1,2,3) I _ε ≤ 0,62 x I _B 2-я часть обмотки (клеммы 7,8,9) I _ε ≤ 0,38 x I _B

Таблица 5: Ток уставки и положение термического реле при монтаже

3.2. Полная защита электродвигателя для полугерметичных компрессоров

При нормальной работе в установленном рабочем диапазоне обмотка электродвигателя не перегревается. При нарушении установленных рабочих режимов, например, при неисправности электрики, электродвигатель перегревается, поэтому для таких случаев необходима его защита. Все компрессоры Copeland оборудованы прибором полной защиты электродвигателя, гарантирующим защиту обмотки от перегрева во время:

- перегрузки
- пониженного или повышенного напряжения
- прерывания фазы
- механической блокировки
- недостаточности охлаждения

и делает необязательной установку термореле защиты от повышенной силы тока.

Применяются два различных защитных прибора, тип А и тип W (информацию по системам, используемым ранее, можно найти в Техническом Бюллетене 12 от 1974 г. и в Техническом Бюллетене 3.85).

3.2.1 Термическая защита для однофазных электродвигателей, Система –А–

Реле защиты отмечено в маркировке кода компрессора буквой А (буква в центре), а устанавливается оно в клеммной коробке. Прибор совмещает функции отключения при превышении допустимой величины силы тока и термореле. Когда включается реле, оно перекрывает подачу напряжения непосредственно к компрессору. При остывании обмотки подача напряжения возобновляется автоматически. Контакт реле конструируется из расчета 25000 включений, приблизительно (См. схему электрических подключений на стр. 55).

Замечание

Термореле защиты прерывает подачу напряжения. Соленоидный клапан, установленный на жидкостной линии, закрываться не должен, что вызывает миграцию хладагента. Это устраняется токовым реле на линии входа в электродвигатель, где используются контакты в цепи управления, которые прерывают ее при прерывании подачи питания.

Осторожно: Чтобы избежать изменения температуры в клеммной коробке, что может повлиять на термозащиту, коробка должна оставаться закрытой!!!!

3.2.2 Полная защита системы термисторами –W-

Такой тип полной защиты электродвигателя используется во всех 3-фазных электродвигателях. Работа данной системы непосредственно связана с сопротивлением термисторов, которое зависит от температуры (такое сопротивление еще называется РТС-сопротивлением). С его помощью определяется температура обмоток. Следовательно, цепочка из трех соединенных между собой термисторов (или 2 цепочки, состоящие из 3 термисторов каждая), располагается в обмотках электродвигателя так, чтобы их температура могла бы с некоторой погрешностью соответствовать температуре обмоток. Необходимо использование электронного предохранительного модуля для анализа переменной (сопротивления), при изменении значений которой переключается контрольное реле в зависимости от сопротивления термистора.

Сопротивление термистора

Графическое изображение характеристик термистора представлено на рис.3. Линия сопротивления может быть построена для различных рабочих точек, номинальной температуры срабатывания (NAT), например, 80°C, 100°C, 110°C и должна располагаться в пределах допусков, установленных для нее в стандарте DIN 44081:

В пределах 20°C:

Такое возращение сопротивления используется для полной защиты электродвигателя.

Рис 3: Графическое изображение характеристик термистора (DIN 44081).

Защитный модуль INT 69

У компрессоров моделей DK..., DL..., DN..., DM..., D9..., D3...цепочка термисторов составлена так, чтобы на каждую фазу приходился один термистор, а расположена она в верхней части обмотки так, чтобы оба ее конца были соединены с выводным щитком. Все это соединяется с предохранительным модулем INT 69 (см. рис.4).

Когда сопротивление термисторов достигает уровня, при котором происходит отключение (5.1 кОм +/-20%), предохранительный модуль разрывает цепь управления и отключает компрессор. После того, как обмотка электродвигателя остыла на 3К приблизительно, сопротивление термистора падает до величины, на уровне которой происходит повторное включение системы (2.4 kOhm+/- 20%). Осуществляется повторное автоматическое подключение предохранительного модуля, цепь управления закрывается и компрессор запускается снова.

Рис.4 Предохранительный модуль INT 69 (для компрессоров моделей DK..., DL..., DN..., DM..., D9..., D3...). Диаграмма соединения и размеры.

Предохранительный Модуль INT 69 TM

В компрессорах моделей D4..., D6..., D8... при блокировке ротора температура обмоток электродвигателя растет быстрее, чем у более мелких компрессоров. Для усиления защиты в таком случае применяются две цепочки термисторов для установки их в обмотку электродвигателя.

Первая цепочка термисторов с более низкой температурой отключения системы, NAT, 80°C, для защиты на случай блокировки ротора, расположена на входе перед электродвигателем компрессора, на стороне всасывания. Вторая цепочка термисторов с более высокой температурой отключения системы, NAT, 100°C, расположена со стороны нагнетания. Разница

устанавливается с учетом разницы температур на линиях всасывания и нагнетания в 20 К в компрессорах с охлаждением электродвигателя всасываемым газом.

Если ротор заклинивает, то охлаждение электродвигателя в таком случае не происходит, поэтому первая цепочка термисторов включает предохранительный модуль при достижении температурой уровня 80°C.

В случае уменьшения потока газа на линии всасывания при работающем электродвигателе, система может быть отключена второй термисторной цепочкой, при температуре на уровне 100°C. Первая термисторная цепочка в этом случае не используется.

В приведенных выше моделях компрессоров используется предохранительный модуль **INT 69 ТМ** (предыдущая версия модуля не адаптирована для этих моделей). Он прерывает цепь управления, когда достигается сопротивление порядка 4.9кОм +/- 20%. После того, как обмотки электродвигателя остывают на 3 К, сопротивление термистора падает до 2.3 кОм +/- 20%, что позволяет повторно запустить систему. Однако предохранительный модуль повторно немедленно не включается. Повторное соединение осуществляется по истечении времени задержки 5 мин.

Такая задержка по времени позволяет избежать частых отключений компрессоров и сокращает их до 10 отключений в час (см. рис. 4а).

Замечание: В компрессорах моделей DK..., DL..., DN..., DM..., D9..., D3... с кодом защитного прибора для электродвигателя W, INT 69 ТМ не может быть установлен в клеммной коробке по причине несоответствия размеров.

Рис. 4а Предохранительный модуль **INT 69 ТМ**: соединения и размеры.

- I Контрольное напряжение*
 - II Клеммы кабеля для соединения с термисторами в клеммной коробке (для компрессоров DK..., DL..., DN... - не отмечены; для DM..., D9..., D3... - отмечены, как 3 и 4).
 - III Сигнальная лампочка H1
 - IV Цепь управления
 - V Цепочка термисторов с NAT 80°C
 - VI Цепочка термисторов с NAT 100°C
 - VII Момент затяжки 1 +/- 0,2 Нм
 - R5 Термисторы
 - A1 Предохранительный модуль INT 69 и/или INT 69 ТМ
- *Контрольное напряжение для INT 69 или INT 69 ТМ

Технические условия

Цепь управления термистора является контуром самоконтроля, что означает, что даже в случае отказа в тестовом контуре термистора, цепь управления в предохранительном модуле будет разъединена.

	INT 69	INT 69 ТМ
Напряжение	*	*
Частота		
Потребление энергии		
Окружающая температура		
Контрольное реле		
Постоянный ток		
Switching capacity		
Ток прерывания		
Количество отключений		
Защита от вибраций		
Положение при монтаже	По требованию	
Класс защиты для DIN 40 050 DIN 40 050 DIN 40 050		
Количество соединенных		

между собой датчиков		
Общее сопротивление		
Гистерезис при переключении		5 мин. +/- 15% доп. время для охлаждения 5 мин +/- 15%
Контрольный ток плавкого предохранителя, максимальный		

4. Электрические соединения

Компрессор оснащен защитным модулем (или переключателем, защищающим его от перегрева при повышенной силе тока), установленным в клеммной коробке. Термисторы соединяются так, чтобы только линии подачи энергии и контрольные контуры соединялись бы по месту в соответствии с диаграммами электрических соединений (см. схематическую диаграмму электрических соединений).

На последующих иллюстрациях представлено расположение защитного модуля в клеммной коробке, расположение и размеры контактов в клеммной коробке, класс защиты, обозначения контактов и проводов (схематически) самого компрессора и дополнительных к нему приборов. Компрессоры моделей D8...-5000 и D8...-6000, оснащенные электродвигателями версии AWC (208-230V, 60 Hz), обладают клеммной коробкой большего размера (см. рис. 5к). Две больших клеммы (корпуса большего размера) позволяют установить провода диаметром 65 мм (максимальный диаметр), что показано на рис. 5м. Из-за более широких коробов, основные размеры компрессоров и системы TWIN меняются. В этом и состоит причина, по которой более широкие корпуса не устанавливаются на клеммных коробках при транспортировке, а упаковываются отдельно. Они должны быть смонтированы уже на месте самим монтажником.

Замечание:

Крупная клеммная коробка должна быть смонтирована специально для электродвигателя с пуском частью обмотки. Но при прямом пуске возможно использование двух параллельно соединенных контакторов, которые включаются одновременно.

4.1 Клеммные коробки

Рис.5а Компрессор модели DK... с однофазным электродвигателем

Клеммная коробка, класс защиты IP54

Рис.5b Компрессор модели DK... с соединением Y для прямого старта

Клеммная коробка, класс защиты IP54

Рис.5c Компрессор модели DL..., DN..., в соединении типа Y для прямого старта

Клеммная коробка, класс защиты IP54

Рис.5d Компрессор моделей DM..., D9..., D3... в соединении типа Y для прямого старта

Клеммная коробка, класс защиты IP66

Рис.5e Компрессор моделей DM..., D9..., D3... в соединении типа Y для прямого старта

Клеммная коробка, класс защиты IP64

Рис.5f Компрессор моделей D4..., D6..., D8..., с электродвигателем звезда-дельта в соединении дельта

для прямого пуска (с соединительными перемычками)

Клеммная коробка, класс защиты IP66

Рис.5g Компрессор моделей D4..., D6..., D8..., электродвигатель с пуском частью обмотки (без соединительных перемычек).

Клеммная коробка, класс защиты IP66

Рис.5h Компрессор моделей D4..., D6..., D8..., электродвигатель звезда-дельта при соединении дельта

Для прямого пуска (с соединительными перемычками)

Клеммная коробка, класс защиты IP64

Рис.5i Компрессор моделей D4..., D6..., D8..., электродвигатель с пуском частью обмотки (без

Соединительных перемычек)
Клеммная коробка, класс защиты IP64

A1	Электронный модуль защиты INT 69, INT 69 TM
A3	Комплект конденсатора и реле
A5	Клеммная коробка
F11	Тепловая защита от повышенной силы тока
1	Кабель (для предохранительного модуля)
2	Термисторы (соединения)
3	Цепь управления
4	Сигнальная лампа
5	Подача питания (электродвигатель) Прямой пуск
5.1	Подача питания (электродвигатель) Пуск частью обмотки, первая обмотка
5.2	Подача питания (электродвигатель) Пуск частью обмотки, вторая обмотка
X1; X2	Контактные блоки

Рис.5к Более крупная клеммная коробка для D8...-5000 и D8...-6000 в электродвигателе типа AWC (208-230 В, 60 Гц)

Защита от деформации и Тип Защиты

Кабель для подачи напряжения защищен в местах контакта (клеммная коробка) с помощью зажима (см. рис.5m) для того, чтобы обеспечивать защиту от деформации. Зажим удерживается на месте с помощью двух проушин.

Тип защиты от деформации предусматривает герметизацию зазоров между кабелем и контактами (например, силиконом). Герметизация должна быть выполнена в заводских условиях. Качество герметизации определяет тип защиты. На рис. 5m тип защиты - IP64

рис. 5m: Клеммная коробка, защита от деформации с помощью зажима

Замечание:

коробки при классе защиты IP66 в компрессорах моделей D4..., D6..., D8...устанавливаются без контактных блоков.

В дополнение защитный модуль INT 69 не устанавливается на компрессоры моделей DM..., D9..., D3..., если установлена защита класса IP66. Он будет установлен отдельно. В этом случае входные провода термистора должны быть изолированы и не могут быть проложены там же, где прокладываются высоковольтные провода, чтобы не создавать помех в контрольных проводах.

Сопротивление обоих проводников не должно превышать 2,5 Ом.

4.2 Расположение Клеммной коробки и размеры контактов кабеля

DK, DN DL

Вид:

Класс защиты IP54

DM..., D9..., D3

Вид

Класс защиты IP64

Класс защиты IP66

D4..., D6..., D8...

Вид

Класс защиты IP64

Класс защиты IP66

D8-5000-AWC, D8-6000-AWC

Вид

Контакты кабеля

На рисунке представлен правильный способ выполнения отверстий в клеммной коробке

Внимание! Обратите внимание на расположение инструмента.

Контакты кабеля могут повлиять на класс защиты! Если в заводских условиях контакты кабеля монтируются на клеммной коробке, класс защиты при этом снижается до уровня IP41.

4.3 Принципиальная электрическая схема

Электродвигатель Y/Δ

	При прямом пуске		Электродвигатель Y/Δ
Соединение электродвигателя	Δ	Y	Y – Δ
Расположение перемычки			

Электродвигатель с пуском частью обмотки

	При прямом пуске	Электродвигатель с пуском частью обмотки
Соединение электродвигателя	Y Y	Y – Y
Расположение перемычки		Первая ступень пуска

Реле контроля смазки

Компрессор	A2 Реле контроля смазки A5 Клеммная коробка Компрессор
Синий Коричневый Желтый	Цепь управления

Контакты в клеммной коробке D4..., D6..., D8...

Для 3*380 В

При 3*220 В соединение N меняется на L2

I	Вентилятор
II	Регулирование давления масла
III	Регулирование производительности
IV	Регулирование производительности
V	Открытые контакты
VI	Вентиляция головки цилиндра
VII	Подогреватель картера
X1, X2	Контактные блоки

4.4. Рабочая проверка

Перед пуском компрессора необходимо провести функциональную проверку:

- Отключить подачу питания
- Отсоединить один контакт защитного модуля, либо 1 либо 2. Если компрессор в этот момент включить, электродвигатель не должен включиться, а сигнальная лампочка должна загореться

Отключить подачу питания!

Подсоедините обратно отключенные контакты, Если компрессор теперь включить, электродвигатель должен начать работать, сигнальная лампочка должна отключиться.

4.4.1. Определение дефектов

Если при функциональной проверке электродвигатель не запускается, а сигнальная лампочка горит, это означает, что в системе есть неполадки:

- Отключите подачу питания
- Проверьте соединения проводов термисторов в клеммной коробке и в защитном модуле на предмет потери соединения и проверьте кабель на пробой.

- Сопротивление цепочки термисторов нужно измерять в холодных условиях, например, через 15 минут после остановки машины.

(Осторожно: при измерении используется максимальное напряжение в 3 В)

При выполнении данной операции в контактах 1 и 2 защитного блока измеряется сопротивление:

а) Для компрессоров моделей DK..., DL..., DN..., DM..., D9..., D3... между свободными контактами измеряемая величина $R \leq 750 \text{ ohms}$

б) Для компрессоров моделей D4..., D6..., D8... между контактами S1-S3 (термисторная цепочка с NAT 80°C) и между контактами S2-S4 (термисторная цепочка с NAT 100°C) .

Величина для контроля для каждой цепочки: $R \leq 750 \text{ ohms}$

Если термисторные цепочки имеют повышенное сопротивление, они неисправны, и компрессор необходимо заменить.

Если для компрессоров моделей D4..., D6..., D8...неисправной является только цепочка S2-S4, работу можно продолжать с учетом последующего предположения (4.4.2).

Если в термисторных цепочках не обнаружено ни одного дефекта, либо нет пробоя в свободном контакте или проводе, необходимо проверить защитный модуль. Перед тем, как это сделать, в соответствии с нижеприведенными пунктами, необходимо разорвать соединение в контакте 14 защитного модуля и подать контрольное напряжение:

а) Необходимо, соответственно, измерить контрольное напряжение между контактом R и Mr, 11 и Mr. Величина его должна составлять 220-240 В +/- 10% А.С.

б) С помощью контрольных проводов термистора, удаленных с контактов 1 и 2 защитного модуля, необходимо замерить контрольное напряжение между контактами Mr и 12, причем, необходимо наличие сигнальной лампочки. Если это напряжение равно 0, защитный модуль не работает.

с) При отключении подачи энергии контакты 1 и 2 должны быть соединены перемычками. При подаче питания необходимо замерить контрольное напряжение между контактами Mr и 14, при отсутствии сигнальной лампочки. При отсутствии напряжения можно сделать вывод о неисправности защитного модуля.

Замечание:

Между тестами подачу напряжения нужно отключить для того, чтобы избежать короткого замыкания и случайного касания проводников.

4.4.2 Работа с цепочкой термисторов

Если в компрессорах моделей D4..., D6..., D8...прервалась термисторная цепочка S2-S4, а цепочка S1-S3 с NAT 80°C продолжает действовать, для защиты электродвигателя против недостаточного охлаждения устанавливается переключатель по низкому давлению и на линии подачи питания устанавливается защита от повышенного тока.

Работающая цепочка термисторов S1-S3 будет соединена с контактами 1 и 2 защитного модуля. INT 69 TM.

Ток в реле, I_ε, защищающем систему от повышенной силы тока, должен иметь уставку в соответствии с общей Таблицей 5 в пункте 3.2.

Внимание:

Работа модуля должна проверяться (в соответствии с п.4.4.1) каждый раз после того, как плавкий предохранитель в контрольном контуре отключит подачу питания.

Так можно убедиться, что не произошло слипание контактов.

4. Контактторы

Являясь переключающим и контрольным прибором, контактор на самом деле не является способом защиты. При отказе контактора, однако, каждый термопредохранитель, расположенный в цепи управления, теряет свои функции из-за оплавления своих контактов. Защита электродвигателя компрессора зависит непосредственно от исправной работы контактора и, следовательно, правильного расположения и подбора контактора электродвигателя.

Способы подбора.

Требования, которым должны отвечать контакторы, представлены в DIN VDE 0660 E 102, IEC 157-1 и IEC 292-1. Различные категории для подбора выбираются в зависимости от определенных рабочих условий (см. все кроме DIN VDE 0660 часть 102\3.84). Контактторы для использования с электродвигателями компрессоров подчиняются условиям АС-3.

Контакторы категории АС-3 выбираются в соответствии со следующими характеристиками компрессоров:

1. Напряжение питания электродвигателя
2. Максимальный потребляемый ток
3. Максимальная подводимая мощность

Если контактор не отвечает какой-либо из перечисленных характеристик, подбирается следующий, более крупный, типоразмер. Технические характеристики электрических электродвигателей можно найти в Техническом Бюллетене 3.87.

Таблица 1: Категории подбора

Тип тока	Категория подбора	Типовое использование
Ток	АС-1	Неиндуктивная или слабая индуктивная нагрузка
	АС-2	Двигатель с контактными кольцами: пуск, блокировка при обратном направлении тока, обратное вращение, замедленное вращение
	АС-3	Короткозамкнутый электродвигатель: пуск, отключение во время работы
	АС-4	Короткозамкнутый электродвигатель: пуск, блокировка при обратном направлении тока, обратное вращение, замедленное вращение

Блокировка при обратном направлении тока или обратное вращение электродвигателя означает быстрое торможение или изменение направления вращения работающего электродвигателя путем изменения двух соединений.

Замедленное вращение – это отдельное или повторяющееся короткое включение электродвигателя для осуществления небольших движений.

Таблица 7: Кроме статей в DIN VDE 0660 Часть 102 (Таблица 1: Категории подбора)

Таблица 111: Испытание на надежность электрических соединений. Условия включения и отключения при различных категориях подбора.

Тип тока	Категория подбора	I_e А $\cos\varphi$	Включение	Выключение
Ток	АС-3			
	АС-4			

Пусковой ток

Ток при выключении

Рабочий ток

Напряжение перед пуском

Рабочее напряжение

Периодическое напряжение между соединениями на входе контактора

Таблица 7а: Кроме статей из в DIN VDE 0660 Часть 102 (Таблица 111: Испытание на надежность электрических соединений).

Срок службы.

Срок службы контакторов категории АС-3 обычно составляет 1 миллион переключений.

Приблизительно такой же срок службы с погрешностью 0,1% и у контакторов категории АС-4.

Однако, если контактор категории АС-3 будет работать в условиях для контакторов категории АС-4, срок его службы серьезно снижается. Работа контактора АС-3 в условиях для АС-4 является серьезным нарушением, что приведет к его поломке.

Блокировка электродвигателя

Если электродвигатель компрессора не работает после включения из-за механической блокировки ротора (например, из-за поломки шатунов) или по причинам электрики (из-за пропадания фазы), максимальный ток подается на ротор в течение всего времени блокировки. Т.к. электродвигатель быстро нагревается, компрессор отключается от подачи энергии с помощью термисторной защиты (см. пункт 3.2). Контактёр должен включить полностью заблокированный ток ротора, который соответствует рабочим условиям АС-4.

В менее крупных моделях компрессора, включая D9..., D3..., термисторная защита немедленно замыкает цепь управления, причем, происходит это автоматически после того, как электродвигатель охладится, и компрессор включится снова. Если блокировка сохраняется, размыкание будет таким:

Модель компрессора	Рабочий цикл/в час	Работа в условиях АС-4

Таблица 8: Отключение во время работы с заблокированным ротором

Для того, чтобы избежать оплавления контактора, контакты, связанные с частыми переключениями во время блокировки должны выбираться более крупными, либо необходимо ввести ограничения по выключениям с учетом времени задержки прямого пуска.

Мы рекомендуем использовать задержку по времени для повторяющегося прямого пуска, для поддержания автоматического режима охлаждения и ограничения количества выключений до 15 в час, равномерно распределенных в данном промежутке времени. Таким образом, исключается частое отключение, вызванное например, вибрацией термостата.

Для компрессоров моделей D4..., D6..., D8... защитный модуль INT 69 TM включает функцию задержки по времени для повторяющегося прямого пуска, что является дополнением ко времени охлаждения электродвигателя. Таким образом, частое отключение исключается. Частота отключений составляет 10 в час.

Недостаточное значение напряжения

Если из-за разрыва на линии или из-за постоянной нехватки напряжения в сети на контактор не подается достаточно напряжения, он может начать вибрировать, и опасность оплавления его контактов возрастет.

Таким образом, в качестве дополнительной защиты устанавливается специальное реле, с помощью которого такая ситуация предотвращается.

5.1. Специальное расположение

Контакторы, в основном, подбираются с учетом максимального рабочего тока и максимальной подводимой мощности. Если от этого правила есть отступления, то, как уже было представлено в предыдущих случаях, контакторы более мелкие необходимо использовать очень аккуратно, а от короткого замыкания необходимо устанавливать защиту из плавких предохранителей. Габариты плавкого предохранителя не должны превышать габариты, соответствующие максимальному размеру предохранителей, выбранных для данного контактора производителем.

Пуск УА

При указанном способе пуска, контактор К2 (см. диаграмму 5.1) выбирается только с учетом 1/3 от максимальной подаваемой мощности, и его размеры сравнительно меньше. Контакторы К1 и К3 (см. диаграмму 5.1) необходимо устанавливать только для 58% подводимой мощности.

Пуск частью обмотки-УУ

В соответствии с разделением обмотки в пропорции 2/3:1/3 размеры контактора могут быть рассчитаны на 2/3 всей потребляемой энергии для первой части обмотки (контакты 1, 2 и 3). **(Предупреждение:** пусковой ток в первой части обмотки не падает в соответствие с разделением обмотки на 2/3 и 1/3, снижение тока происходит только до 75%. Таким образом, можно проверить, подойдут ли более мелкие контакторы для рабочих условий).

Хотя контактор второй части обмотки (контакты 7, 8 и 9) соответствует более низкой нагрузке, мы предлагаем рассчитывать его также для $2/3$ подаваемой мощности.

Однако, в специальных случаях для подаваемых токов и мощности, в качестве защиты от короткого замыкания необходимо использовать по одной группе плавких предохранителей на каждый контактор. В случае специального заказа есть один недостаток, который заключается в том, что в случае отказа одной группы предохранителей на одну часть обмотки подается недостаточное напряжение, а это приведет к повышению силы тока. Если неисправность и возмущение идет на первую часть обмотки, то на вторую часть приходится дополнительная нагрузка, т.к. электродвигатель блокируется из-за низкого крутящего момента.

Для избежания таких перегрузок, специальные компоновки лучше не использовать, либо необходимо убедиться в том, что в случае, например, установки реле, защищающего от несимметричной фазы или пропадания фаз, компрессор отключится, если только на одну часть обмотки будет подаваться недостаточное напряжение.

6. Изоляция и сопротивление обмоток.

Все компрессоры фирмы Copeland проходят заводское тестирование перед тем, как покинуть производственную линию.

6.1. Тест на высокое напряжение

Проводится тестирование изоляции электродвигателя:

- обмотка и соединительные провода на пробой проверяются напряжением 3000 В
- изоляция обмоток проверяется напряжением 2800 В
- линия термистора проверяется напряжением 1500 В.

Дополнительно, полугерметичные компрессоры проходят тестирование высоким напряжением после окончательной сборки.

Напряжение тестирования, определяемое нормами и правилами VDE 0530, подается на 1-4 сек между обмотками электродвигателя (на все три фазы U, V, W) и на корпус компрессора.

Термистор соединяется с корпусом через конденсатор емкостью 3300 pF (400 – 1000 В), который необходим для защиты термисторов.

Тесты на высокое напряжение нужны для определения степени надежности изоляции обмоток.

Проводиться тестирование может только на новых машинах в соответствии с нормами VDE 0530 Часть 1 (для повторных испытаний обратитесь к правилам в Разделе 6 норм VDE 0530).

Предупреждение: Не проводите замеры высокого напряжения или характеристик изоляции, если корпус компрессора вакуумирован.

6.2. Сопротивление изоляции

У электродвигателей сопротивление составляет порядка 10 МОм, что соответствует нормам для новых машин VDE 0700 Часть 1.

Измерения характеристик обмоток.

При проверке изоляции электродвигателя компрессора, для измерения ее сопротивления необходимо использовать напряжение порядка 500 В D.C. Измерительный прибор, обычно, ручной генератор, а также батарея или цельный неразъемный прибор, должны отвечать условиям правил VDE 0413 часть 1.

Измерения проводятся между контактами U, V, W (без перемычек) и корпусом. В результате величина сопротивления не должна быть ниже чем следующие значения:

Для нового компрессора (в соответствии с VDE 0700 Часть 1) – 2 МОм

Для компрессора после капитального ремонта (VDE 0701 Часть 1) – 5 МОм

Замечание:

Влага, а также пыль и грязь, которые накапливаются в клеммной коробке во время транспортировки и хранения, приводят к снижению показателей во время замеров. В этом случае, необходимо тщательно почистить клеммную коробку и повторить измерения.

6.3. Сопротивление обмоток

Если после ремонта необходимо измерить сопротивление обмотки, то выполнить это нужно с помощью омметра при максимальном напряжении 4.5 V D.C. на контактах клеммной коробки.

Однофазный электродвигатель (Код электродвигателя С)

Измерение проводится для основной обмотки между контактами R и C, а также и для дополнительной обмотки между S и C. Во время замера необходимо отключить конденсатор и комплект реле.

Электродвигатель Дельта-Старт (Код электродвигателя E, T)

Измерение сопротивления между контактами U-V, U-W, V-W при соединении звездой или треугольником (в электродвигателе версии T перемычки отсутствуют).

Измерение без перемычек производится между контактами U-X, V-Y, W-Z (только для электродвигателей версии E).

Сопротивления будут следующими:

$$R = 1/2 R_y \text{ или } R_y = 2R$$

$$R = 3/2 R_{\Delta} \text{ или } R_{\Delta} = 2/3 R$$

$$R_y = 3 R_{\Delta} \text{ или } R_{\Delta} = 1/3 R_y$$

R = сопротивление измеренное без перемычек

R_y = сопротивление, измеренное с перемычками для соединения звездой

R_Δ = сопротивление, измеренное с перемычками в соединении треугольником

Электродвигатель с пуском частью обмотки (Код Электродвигателя A)

Если сопротивление измеряется между контактами 1-2, 1-3 и 2-3 с перемычками, величина измерения соответствует сопротивлению при “полной обмотке” (R_v), измеренном без перемычек, сопротивление первой части обмотки (R_{1τ}). Сопротивление второй части обмотки (R_{2τ}) измеряется на контактах 7-8, 7-9 и 8-9 (без перемычек).

Сопротивления будут следующими:

$$R_v = R_{1\tau} R_{2\tau} / R_{1\tau} + R_{2\tau}$$

R_v – сопротивление “полной обмотки”

R_{1τ} – сопротивление 1-ой части обмотки

R_{2τ} – сопротивление 2-ой части обмотки

Сравнения и проверка результатов измерения должны проводиться при температуре обмотки 25°C. Допустимы отклонения до +/- 5 K, т.к. процент ошибки при этом составит +/-2%. Для других температур обмотки результат рассчитывается на основе формулы для температуры в 25°C:

$$R_{25} = 260 * R_w / (235 + V_w)$$

R_w – измеряемое, «теплое» сопротивление

R₂₅ – сопротивление, рассчитываемое при температуре 25°C

V_w – температура обмотки при измерении

Замечание:

Неточность при измерении напрямую связана с температурой. Следовательно, мы рекомендуем проводить измерение сопротивления при постоянной окружающей температуре. Однако, для такого выравнивания температуры маленькие компрессоры (DK... DN....) необходимо отключать, по крайней мере, на 5 часов, а большие – на 8-12 часов.

Величины сопротивления трех обмоток электродвигателя могут отличаться на 3 % одна от другой, а величины сопротивления обмоток электродвигателей одного типа, но установленных на компрессорах различных моделей могут отличаться друг от друга на 10%.

Асимметрия тока.

Значительная разница фазового напряжения, что называется асимметрией тока, приведет к дополнительному нагреву электродвигателя.

Различия значений силы тока между собой допустимы в пределах +/- 5% -15% при номинальном напряжении.

Пример:

Измеренные силы тока при едином значении напряжения:

$I_r = 14,7 \text{ A}$; $I_s = 17 \text{ A}$; $I_t = 16,3 \text{ A}$.

Среднее значение силы тока:

$(I_r + I_s + I_t) : 3 = 16 \text{ A}$

Наибольшая разница:

$14,7 - 16 / 16 * 100 = -8,1\%$

Наименьшая разница:

$17 - 16 / 16 * 100 = 6,25\%$

Максимальное расхождение значений силы тока составляет:

$8,1 + 6,25 = 14,35\%$

Т.к. асимметрия силы тока также может быть вызвана асимметрией напряжения, при замерах силы тока, поэтому, необходимо также измерять и внешнее напряжение проводника. Если разница между значениями напряжения превышает 2%, измеряемые токи I_r , I_s , I_t должны рассчитываться на основе линейной зависимости для получения значения номинального напряжения U_e :

Стр.37 (формулы)

U_{12} ; U_{23} ; U_{31} – напряжение между проводниками L1 и L2; L2 и L3; L3 и L1

Внешние токи проводников при номинальном напряжении U_e

Только после расчета в соответствии с номинальным напряжением асимметрия тока определяется также, как показано в примере, а результат представит работоспособен электродвигатель или нет.

7. Электродвигатели Вентилятора.

Электродвигатели вентиляторов, которые используются в конденсаторных агрегатах с воздушным охлаждением, а также для дополнительного охлаждения электродвигателя компрессора, выпускаются с термической защитой. Однополярный переключатель, изготовленный из металлов двух видов защищает электродвигатель вентилятора от повреждения из-за:

- перегрузки электродвигателя
- повышенного или пониженного напряжения
- электрической или механической блокировки
- недостаточного охлаждения

Переключатель обеспечивает полную термическую защиту, и, таким образом, реле, предохраняющее от повышенной силы тока, не требуется.

Соединение

В однофазных электродвигателях вентиляторов 25 Ватт (см.Рис.А) переключатель термической защиты расположен на проводе подачи напряжения. Для вентиляторов на 60 и 100 Ватт переключатель термической защиты можно присоединить таким же способом в случае, если трехфазный электродвигатель работает в режиме однофазного.

При пользовании таким способом соединения, электродвигатель вентилятора отключается, и охлаждение не происходит. Для предотвращения возникновения подобной ситуации расположите токовое реле на проводе, используемом для прерывания контрольного контура в случае отключения вентилятора.

Переключатель термической защиты в трехфазных электродвигателях вентиляторов **должен быть включен** в цепь управления. Для однофазных электродвигателей вентиляторов на 60 и 100 Ватт защита **может быть включена** в цепь управления.

Внимание

Соединение цепи управления и переключателя термической защиты должно выполняться по месту. Если это не выполнить, то электродвигатель вентилятора останется незащищенным.

7.1 Схемы электрических соединений для электродвигателей вентиляторов

А. Клеммная коробка В. Соединительный Блок С. Соединения Электродвигателя D. Защита Электродвигателя в С

Производитель Электродвигателя	Обозначения для проводов									Схемы электрич. соединений	Защита
LEROY SOMER	Номер	1	2	3	4	5	6	7(1)	8(2)		
	Цвет	белый	синий	черный	желтый	красный	Зеленый	Черный	Черный	В, С, D	IP44
SIEMENS	Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	В, С, D	IP44
	Цвет	Оранжевый	Черный	Красный	Красный	Черный	Оранжевый	Черный	Черный	Е, F	IP44

7.2 Технические данные для Электродвигателей Вентиляторов

Электродвигатели с термической защитой

Номинальная Потребление Ток на входе

Производительность энергии

*с рабочим конденсатором

**с рабочим конденсатором

***зависит от производителя электродвигателя

1) поперечное сечение проводов для подачи напряжения в электродвигателях вентилятора в соответствии с указаниями от Copeland

Допустимое отклонение напряжения

8. Коэффициент мощности cosφ

Электрическое оборудование, например, однофазные электродвигатели, дроссели и трансформаторы, которые работают по индуктивному принципу, требуют превышения потребляемой мощности в сравнении с производительностью. В дополнение к сказанному, учитывается также и механическая энергия электродвигателя, которая им преобразовывается в полезную или фактическую энергию, поэтому электродвигателю нужна энергия обратной связи от источника напряжения, что необходимо для намагничивания. Геометрическая сумма фактической энергии и энергии обратной связи представляет собой действительную энергию на силовом генераторе и является основой для определения размеров сечения проводов и защитных приборов.

Коэффициент мощности cosφ определяет способ использования электрического оборудования.

Он определяет соотношение переданной фактической энергии (P) и действительной энергии (S). Чем меньше данный коэффициент, тем меньше и слабее силовой генератор и установки распределения энергии используются. Следовательно, делаются попытки уменьшить долю энергии обратной связи с помощью конденсаторов. В таблице 9 представлены формулы для быстрого взаимного перевода коэффициентов.

8.1. Определение коэффициента мощности (для компрессоров Copeland серии DWM).

Ток в электродвигателе и подаваемая энергия определяются на основе данных по компрессору в зависимости от рабочих условий (температура кипения, t_o , температура конденсации, t_c , и хладагент). Затем определяется коэффициент мощности. Ниже приведены примеры расчета для однофазного и трехфазного компрессора (см. рис.6a и 6b).

Однофазное питание	Трехфазное питание
--------------------	--------------------

рис.6a

DKJ*-75

Ток в электродвигателе А
 Подаваемая мощность кВт
 Кипение

Пример: Однофазный электродвигатель

Тип компрессора	
Номинальное напряжение	U
Температура кипения	to
Температура конденсации	tc
Ток входящий	I
Подаваемая энергия	P
Коэффициент мощности	
$\cos \varphi = P / U \cdot I$	

Пример: Трехфазный электродвигатель

Тип компрессора	
Номинальное напряжение	U
Температура кипения	to
Температура конденсации	tc
Ток входящий	I
Подаваемая энергия	P
Коэффициент мощности	
$\cos \varphi = P / U \cdot I$	

8.2. Некоторая разъяснительная информация

Ответ на вопрос о том как компенсировать энергию обратной связи можно получить на электростанциях, которые ограничены определенными правилами, установленными для минимального уровня подаваемой энергии.

Коэффициент мощности скорректированный.

При определении нагрузки выравнивания используется скорректированный коэффициент мощности расположенный в диапазоне от 0,90 до 0,93. Большой диапазон является неэффективным.

Чрезмерная нагрузка для выравнивания.

Если необходима нагрузка выравнивания увеличенная по сравнению с той, которая требуется для конкретного электродвигателя, тогда мы можем говорить о чрезмерной нагрузке для выравнивания. Чрезмерная нагрузка для выравнивания может привести к следующим последствиям:

- повышенному уровню напряжения
- самопроизвольное включение асинхронного электродвигателя

Существует много различных точек зрения на риск, связанный с данными проблемами для электродвигателя. Однако для исключения наличия неконтролируемого повышенного напряжения необходимо обязательно исключить чрезмерную нагрузку для выравнивания. Что касается самопроизвольного включения, то оно не так существенно для электродвигателя, т.к. большая масса ротора не позволит ему самопроизвольно запуститься.

Стандартный режим работы.

Когда компрессор работает при постоянной рабочей нагрузке, нагрузка для выравнивания должна определяться данными условиями. При этом, конечно, не учитываются рабочие условия при пуске, например, если используется разгруженный пуск, режим откачки в установке, использующей такой цикл, или пуск после оттайки.

Изменение Режима работы.

Если установка работает при смене температур кипения/конденсации, то нагрузка для выравнивания может, время от времени, превышать минимальную энергию обратной связи электродвигателя. Следовательно, нагрузка для выравнивания определяется для рабочей точки с самыми низкими температурами кипения и конденсации и коэффициентом мощности в диапазоне от 0,9 до 0,93.

В качестве проверки рассчитайте $\cos \varphi$ для рабочей точки с максимальными температурами кипения и конденсации и определите, больше энергия обратной связи электродвигателя, чем нагрузка для выравнивания или нет.

Регулирование производительности.

У компрессоров с регулированием производительности расчет нагрузки для выравнивания производится для полной нагрузки таким образом, чтобы коэффициент мощности $\cos \varphi$ не превышал 0,92.

Электродвигатели с пуском частью обмотки.

Такие электродвигатели рассматриваются как комбинация двух электродвигателей, работающих параллельно и независимо друг от друга. Для того, чтобы избежать чрезмерной нагрузки для выравнивания в первой части обмотки во время пуска, разделите расчетную нагрузку для выравнивания на измеренную, в зависимости от распределения тока.

Определение мощности конденсатора.

Нагрузка для выравнивания (мощность конденсатора) Q_k необходима для увеличения существующего коэффициента мощности $\cos \varphi^1$ до уровня $\cos \varphi^2$, при постоянной энергии P :
 $Q_k = \dots$

Мощность конденсатора Q_k можно также рассчитывать с помощью коэффициента $k = \dots$ в соответствии с Таблицей 10:

$$Q_k = k \cdot P$$

Таблица 10: Коэффициент выравнивания k ...

Найдите в колонке $\cos \varphi$ известное Вам значение (например, 0,76), в горизонтальном направлении продвигайтесь до значения, соответствующего желаемому значению $\cos \varphi$ (например, 0,90), и вы получите коэффициент выравнивания (в данном случае, 0,37). Значения между двумя коэффициентами будут линейно интерполироваться.

Т.к. производитель конденсаторов предлагают батареи для конденсаторов с фиксированным распределением энергии по ступеням, например, 5; 7,5; 10, то этим ступеням будет соответствовать реально используемая нагрузка для выравнивания, а не рассчитанная величина. В качестве проверки, реальный коэффициент мощности $\cos \varphi$ будет определяться следующим образом:

..... стр . 45 (окончание)

либо с помощью коэффициента k в таблице 10:

.....

P = подаваемое питание на электродвигатель компрессора

Q = энергия обратной связи электродвигателя компрессора

Q_i = установленная нагрузка выравнивания

$\cos \varphi$ = уточненный коэффициент мощности, рассчитанный на основе установленной нагрузки выравнивания

$k^* = k$ -коэффициент на основе установленной нагрузки выравнивания.

Для того, чтобы определить $\cos \varphi^{2*}$ относительно k^* , нужно провести интерполяцию значений в колонке для $\cos \varphi^1$ (пример со значением 0,76) между величинами $\cos \varphi^2$, равными 0,90 и 0,92.

Пример:

Энергия подаваемая	17600 Ватт
Коэффициент мощности $\cos \varphi^1$	0,76
Энергия обратной связи $Q = P \tan \varphi^1$	15051

Уточненный коэффициент мощности $\cos \varphi^2$ 0,90
Нагрузка для выравнивания Q_k
Установленная энергия для выравнивания
Реально уточненный коэффициент мощности

9. Анализ помех и дефектов

Таблица, расположенная ниже, представляет собой сводку возможных дефектов и способов их устранения для нормализации работы.

Электродвигатель не запускается и не работает

Причина

1. Прерван контур регулирования:
(плавкий предохранитель цепи управления сгорел; реагирует ли предохранительное реле контроля смазки?; питание прерывается?)
2. На контакты электродвигателя не подается напряжение: (плавкие предохранители цепи управления сгорели?; питание прерывается?; Отсутствие перемычек Y или Δ при прямом старте?)

Электродвигатель гудит, но не запускается

Причина

1. Провод для подачи напряжения разорван: (плавкий предохранитель сгорел?; питание прервано?)
2. Подаваемое на электродвигатель напряжение ниже номинала:
(неправильное соединение электродвигателя: звезда вместо дельты?; Неправильно подобран электродвигатель?)
3. Неисправен пусковой или рабочий конденсатор?
4. Неисправно пусковое реле?
5. Электродвигатель механически заблокирован?
6. Неправильно выбран хладагент?

Срабатывание термистора защиты

Причина

1. Компрессор работает за пределами рабочего диапазона?
2. Напряжение, подаваемое на электродвигатель, ниже установленного номинала:
неправильное соединение электродвигателя или неправильно подобран электродвигатель
3. Недостаточное охлаждение электродвигателя: (повышенная окружающая температура; короткое замыкание в контуре вентиляции; засорение фильтра на линии всасывания; неправильно подобран хладагент; нет воздушного охлаждения для компрессоров марки DK, DL).
4. Асимметричность подаваемого напряжения
5. Неправильно подобран хладагент

Постоянно работает предохранительный модуль

Причина

1. Прерывание или дефект в термисторной цепочке.
2. Отказ предохранительного модуля (см. 4.4.1)

10 Диаграммы электрических соединений

10.1 Схемы для электрических соединений

При рассмотрении электрических соединений в компрессорах и агрегатах мы будем изучать несколько специальных способов соединения.

Есть несколько базовых рекомендаций. Естественно, что они не являются единым и неизменным решением. В частности, обязательно необходимо учитывать различные особые способы соединений для установок в зависимости от конкретных условий проектирования.

В таблице ниже представлены общие виды соединений.

Схематическая диаграмма
Прямой пуск
Пуск УΔ
Пуск частью обмотки УУ
Впрыск жидкости, R13 B1
Двухступенчатые компрессоры
Регулирование производительности
Прибор для разгруженного старта
Компрессоры TWIN
Реле контроля смазки
Цикл откачки
Предварительная разгрузка
Защита электродвигателя INT 69 INT 69 TM Повышенная сила тока Термическая защита
Регулирование с помощью вентиляторов

9.0 Схема соединений для электронного модуля INT 69 или INT 69 TM для защиты электродвигателя M1

L1; N Подача напряжения

11; 14 Цепь управления

1; 2 Соединения термисторной цепочки

12 Сигнальная лампа

K Реле

9.1 Схема РКС

Более подробно соединения РКС см. Технический Бюллетень 04

5.1 Схема соединений двухступенчатых компрессоров Пуск УΔ с прибором для разгруженного пуска

5.2 Схема соединений для двухступенчатых компрессоров, пуск частью обмотки с разгруженным стартом

6.1 Схематическая диаграмма для компрессоров с регулированием производительности, прямым пуском и циклом откачки

6.3 Схема соединений для компрессоров с регулированием производительности, стартом УΔ, разгруженным стартом и циклом откачки

6.4 Схема соединений для компрессоров с регулированием производительности, пуском частью обмотки, с разгруженным пуском и циклом откачки

12.0 Схема соединений для компрессора с однофазным электродвигателем и однофазным комплектом оборудования A3

12.1 Схема соединений для компрессоров TWIN, отдельные машины подключаются с задержкой по времени, пуск УΔ разгруженный и с циклом откачки

12.2 Схема соединений для компрессоров TWIN, прямой пуск каждого из компрессоров, регулируемый термостатом

12.3 Схема соединения для компрессоров D9..., на R13B1 с впрыском жидкости, пуском YΔ с разгруженным стартом

12.4 Схема соединений для компрессорно-конденсаторных агрегатов с воздушным охлаждением. Давление конденсации регулируется с помощью включения и отключения вентиляторов, пуска частью обмотки с разгруженным стартом и циклом откачки

Замечание: В случае, если для охлаждения электродвигателя нужен дополнительный поток воздуха, соответствующий вентилятор можно не отключать.

10.2 Схема соединений

Схемы соединений, представленные на следующих страницах, крепятся на крышке клеммной коробки. Они показывают правильный способ соединений компрессоров в соответствии с напряжением на шильде, и также какие провода и контакты должны соединяться между собой.

Тип компрессора	Версия исполнения электродвигателя		
	Однофазный электродвигатель	Трехфазный электродвигатель Y/Δ	Трехфазный электродвигатель YY

Таблица 11: В таблице представлены варианты схем соединения для компрессоров и конденсаторных агрегатов. Прежние версии соединений показаны в Бюллетене ТМ 74-07-12 от 1974.

1. Схема соединений для компрессоров DK...мощность 0,5 – 1,5 Л.С. и для конденсаторных агрегатов.

Однофазный электродвигатель.

Электрические соединения с шильда.

11 Для данного корпуса

111 Вентиляторы, термозащита (F10)

1V Компрессор со встроенной защитой A

V Рекомендуемая цепь управления

V1 Соединение Δ

V11 Электродвигатель

2. Схема соединений для компрессоров DK...DL... 05,- 4 Л.С. и конденсаторных агрегатов с воздушным охлаждением.

Однофазный электродвигатель.

Электрические соединения с шильда.

Прямой пуск или пуск YΔ.

11 Для данного корпуса

111 Вентиляторы, термозащита (F10)

1V цепь управления

V Компрессор со встроенной защитой W

V1 K2 или K3 только при пуске YΔ

V11 YΔ пуск

V111 Рекомендуемая цепь управления

IX **Внимание**, компрессор оснащен термисторной защитой. Соединяются термисторы только с контактами 1 и 2 модуля A1.

Не используйте основное напряжение, питающее всю систему! См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термистора в нерабочем состоянии не превышает 750 Ом.

1X Прямой пуск

X Прямой; перемычки
X1 Пуск
X11 Соединение Δ
X111 Электродвигатель
X1V Соединение в соответствии

3. Схема электрических соединений для компрессоров DNR...и компрессорно-конденсаторных агрегатов с воздушным охлаждением

Электрические соединения в соответствии с указаниями с шильда.

Прямой пуск и пуск $Y\Delta$

11 Для данного корпуса
111 Вентиляторы, с термозащитой (F10)
1V цепь управления
V Компрессор со встроенной защитой W
V1 K2 и K3 только с пуском $Y\Delta$
V11 $Y\Delta$ пуск
V111 Рекомендуемая цепь управления

1X Внимание, компрессор оборудован защитой термисторами. Соединения для термисторов только с помощью контактов 1 и 2 модуля A1. **Не используйте основное напряжение, питающее всю систему!** См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термистора в нерабочем состоянии не превышает 750 Ом.

X Прямой пуск
X1 Прямой; перемычки
X11 Пуск
X111 Соединение Δ
X1V Электродвигатель
XV Соединение в соответствии

4. Схема электрических соединений для компрессоров DN ... мощностью 3-5 Л.С. и компрессорно-конденсаторных агрегатов

Электрические соединения – в соответствии с шильдом

Прямой пуск или пуск $Y\Delta$

11 Для данного корпуса
111 Вентиляторы, термозащита (e10)
1V цепь управления
V Компрессор со встроенной защитой V W
V1 c2 и c3 только при пуске $Y\Delta$
V11 $Y\Delta$ пуск
V111 Рекомендуемая цепь управления

1X Внимание: компрессор, защищен термисторами. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля U1. **Не используйте основное питающее напряжение!**

См. схему электрических соединений!

X Прямой пуск
X1 Перемычка
X11 Пуск
X111 Прямой
X1V Соединение Δ
XV Электродвигатель $Y\Delta$
XV1 Соединение соответственно

5. Схема электрических соединений для компрессоров DM... D9.... D3... на 5-15 Л.С. и конденсаторных агрегатов с воздушным охлаждением.

Электрические соединения – в соответствии с указаниями на шильде.

Прямой пуск или YΔ

11 Для данного корпуса

111 Вентиляторы или термозащита (e10)

1V цепь управления

V Компрессор со встроенной защитой V W

V1 с2 и с3 только при пуске YΔ

V11 YΔ пуск

V111 Рекомендуемая цепь управления

1X **Внимание:** компрессор, защищен термисторами. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля U1. **Не используйте основное питающее напряжение!**

См. схему электрических соединений!

X Прямой пуск

X1 Перемычка

X11 Пуск

X111 Прямой

X1V Соединение Δ

XV Электродвигатель YΔ

XV1 Соединение соответственно

6. Схема электрических соединений для компрессоров DM... D9.... D3... и конденсаторных агрегатов с воздушным охлаждением с электродвигателями пуском частью обмотки.

Электрические соединения – в соответствии с указаниями на шильде

Прямой пуск или пуск Y частью обмотки

1 вентиляторы с термической защитой

11 напряжение 220 – 240 В

111 Цепь управления

1V соединение в Δ

V электродвигатель YΔ

V1 соединение в соответствии

V11 YY- прямой пуск

V111 для данного корпуса

X **Внимание,** компрессор оснащен термисторной защитой. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля U1. **Не используйте основное питающее напряжение!**

См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термисторов, в нерабочем состоянии не превышает 1200 Ом.

X1 компрессор со встроенной защитой W.
с4 только при пуске Y частью обмотки

XV11 Y пуск частью обмотки

XV111 рекомендуемая цепь управления

X1X прямой пуск

7 Схема электрических соединений для компрессоров D4... D6...и конденсаторных агрегатов с воздушным охлаждением, с электродвигателями пуском частью обмотки.

Электрические соединения – в соответствии с указаниями на шильде. Прямой пуск и пуск YΔ (EWL, EWM, EWD)

1 вентиляторы с термозащитой

11 напряжение 220 – 240 В

111 цепь управления

1V соединение в Δ

V электродвигатель YΔ

V1 соединение в соответствии

V11 Δ пуск

1X Y пуск

X	Компрессор со встроенной защитой V W с2 и с3 только при пуске YΔ
X1	для данного корпуса
X11	термисторы с пониженными температурами срабатывания
X111	термисторы с повышенными температурами срабатывания
X1V	черный
XV	белый
XV1	пуск YΔ
XV11	Внимание , компрессор оснащен термисторной защитой. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля U1. Не используйте основное питающее напряжение! См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термисторов, в нерабочем состоянии не превышает 1200 Ом на каждой цепочке.
XV111	рекомендуемая цепь управления
X1X	прямой пуск
XX	вентилятор/компрессор
XX1	Режим контроля смазки
XX11	Регулирование производительности 1
XX111	Регулирование производительности 2
XX1V	Прибор для разгруженного пуска
XXV	Вентиляция головок цилиндра
XXV1	нагреватель картера
XXV11	в U5

8 **Схема электрических соединений для компрессоров D8...** Электрические соединения – согласно шильду. Прямой пуск или пуск YΔ

1	вентиляторы с термической защитой
11	напряжение 220 – 240 В
111	цепь управления
1V	соединение в Δ
V	электродвигатель YΔ
V1	соединение в соответствии
V11	Δ пуск
1X	Y пуск
X	Компрессор со встроенной защитой V W с2 и с3 только при пуске YΔ
X1	для данного корпуса
X11	термисторы с пониженными температурами срабатывания
X111	термисторы с повышенными температурами срабатывания
X1V	черный
XV	белый
XV1	пуск YΔ
XV11	Внимание , компрессор оснащен термисторной защитой. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля U1. Не используйте основное питающее напряжение! См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термисторов, в нерабочем состоянии не превышает 1200 Ом на каждой цепочке.
XV111	рекомендуемая цепь управления
X1X	прямой пуск
XX	вентилятор/компрессор
XX1	Режим контроля смазки
XX11	Регулирование производительности 1
XX111	Регулирование производительности 2
XX1V	Прибор для разгруженного пуска

XXV	Обдув головок цилиндра
XXV1	нагреватель картера
XXV11	в U5

9 9 Схема электрических соединений для компрессоров D4...D6. Электрические соединения – согласно шильду. Прямой пуск или **пуск Y частью обмотки** (AWM/D, AWR, AWY, AWC, AWX)

1	вентиляторы с термозащитой
11	напряжение 220 – 240 В
111	цепь управления
1V	соединение в Δ
V	электродвигатель Y Δ
V1	соединение в соответствии
V11	YY пуск напрямую
V111	для данного корпуса

X Внимание, компрессор оснащен термисторной защитой. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля U1. **Не используйте основное питающее напряжение!** См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термисторов, в нерабочем состоянии не превышает 1200 Ом на каждой термисторной цепочке.

X1	Компрессор со встроенной защитой V W C4 только при пуске Y частью обмотки
X11	термисторы с пониженными температурами срабатывания
X111	термисторы с повышенными температурами срабатывания
X1V	черный
XV	белый
XV11	пуск Y частью обмотки
XV111	цепь управления
X1X	прямой пуск
XX	вентилятор/компрессор
XX1	Режим контроля смазки
XX11	Регулирование производительности 1
XX111	Регулирование производительности 2
XX1V	Прибор для разгруженного пуска
XXV	Обдув головок цилиндра
XXV1	нагреватель картера
XXV11	в U5

10 Схема электрических соединений для компрессоров D8... Электрические соединения – согласно шильду. Прямой пуск или **пуск Y частью обмотки** (AWM/D, AWR, AWY, AWC, AWX)

1	вентиляторы с термической защитой
11	напряжение 220 – 240 В
111	цепь управления
1V	соединение в Δ
V	электродвигатель Y Δ
V1	соединение в соответствии
V11	YY пуск напрямую
V111	для данного корпуса

X Внимание, компрессор оснащен термисторной защитой. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля U1. **Не используйте основное питающее напряжение!** См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термисторов, в нерабочем состоянии не превышает 1200 Ом на каждой термисторной цепочке.

X1	Компрессор со встроенной защитой V W C4 только при пуске Y частью обмотки
X11	термисторы с пониженными температурами срабатывания
X111	термисторы с повышенными температурами срабатывания
X1V	черный
XV	белый
XV11	пуск Y частью обмотки
XV111	рекомендуемая цепь управления
X1X	прямой пуск
XX	вентилятор/компрессор
XX1	Режим контроля смазки
XX11	Регулирование производительности 1
XX111	Регулирование производительности 2
XX1V	Прибор для разгруженного пуска
XXV	Обдув головок цилиндра
XXV1	нагреватель картера
XXV11	в U5

11 Схема электрических соединений для компрессоров D8... Электрические соединения – согласно шильду. **Пуск Y частью обмотки, AWC**

Для пуска частью обмотки контакты 1 (U), 2 (V), 3 (W) должны быть сначала подсоединены к источнику напряжения.

1	вентиляторы с термической защитой
11	напряжение 220 – 240 В
111	цепь управления
1V	соединение в Δ
V	электродвигатель YΔ
V1	соединение в соответствии
V11	YY пуск напрямую
V111	для данного корпуса

X Внимание, компрессор оснащен термисторной защитой. Соединение термисторов только на контактах 1 и 2 модуля A1. **Не используйте основное питающее напряжение!**

См. схему электрических соединений! Максимальное тестовое напряжение термистора составляет 3 В. Сопротивление термисторов, в нерабочем состоянии не превышает 1200 Ом на каждой термисторной цепочке.

X1	Компрессор со встроенной защитой W
X11	термисторы с пониженными температурами срабатывания
X111	термисторы с повышенными температурами срабатывания
X1V	черный
XV	белый
XV11	пуск Y частью обмотки
XV111	рекомендуемая цепь управления
X1X	внутренние переключки
XX	вентилятор/компрессор
XX1	Режим контроля смазки
XX11	Регулирование производительности 1
XX111	Регулирование производительности 2
XX1V	Прибор для разгруженного пуска
XXV	Обдув головок цилиндра
XXV1	нагреватель картера

11. Список условных обозначений

В схемах и диаграммах используются следующие символы и условные обозначения.

11.1 Символы соответствуют стандартам DIN 40100 И 40713.

Исполнительный механизм, общий
Электромагнитный исполнительный механизм
Термореле
Реле давления или разности давлений
Резистор
Резистор (нелинейная зависимость параметров)
Реле с отсрочкой срабатывания
Соленоидный вентиль
Плавкий предохранитель
Сигнальная лампочка
Конденсатор
а-контакт
b-контакт
работа только в одном направлении
ручной режим управления
электродвигатель

11.2 Обозначения в соответствии с DIN40 719

электронный модуль, защита электродвигателя для M1
электронный модуль, защита электродвигателя для M1.1
Реле контроля смазки
Реле контроля смазки (TWIN)
Комплект конденсатора и реле
Контактный блок для компрессора
Комнатный термостат
Комнатный термостат (спаренный)
Контактор для регулирования производительности
Контактор для регулирования производительности на 1-ой ступени
Контактор для регулирования производительности на 2-ой ступени
Рабочий конденсатор для электродвигателя вентилятора M2
Рабочий конденсатор для электродвигателя компрессора M1
Пусковой конденсатор для электродвигателя компрессора M1
Пусковой конденсатор для электродвигателя компрессора M1
Плавкий предохранитель для контура регулирования (характеристики в соответствии с максимальной нагрузкой на контрольные приборы)
Реле высокого давления (автоматический возврат)
Реле высокого давления (спаренный)
Защитное реле давления
Защитное реле давления (спаренное)
Реле низкого давления
Таймер срабатывания внутри A2
Таймер срабатывания внутри A2.1
Плавкий предохранитель M1
Плавкий предохранитель M1
Плавкий предохранитель M1
Спаренный плавкий предохранитель для электродвигателя M1.1
Спаренный плавкий предохранитель для электродвигателя M1.1
Плавкий предохранитель для электродвигателя M1.1
Переключатель для термической защиты в вентиляторе M2
Переключатель для термической защиты в вентиляторе M2.1

Термическая защита от повышенного тока
Переключатель для термической защиты M3
Плавкий предохранитель M2
Плавкий предохранитель M2
Плавкий предохранитель M2
Реле давления для регулирования давления конденсации (при работе в зимнее время)
Реле разницы давлений в A2
Реле разницы давлений в A2.1
Сигнальная лампа
Контактор M1
Контактор M1.1
Y-Контактор M1
Y-Контактор M1.1
Δ- Контактор M1
Δ- Контактор M1.1
Контактор для второй обмотки M1
Контактор для вентилятора M2
Пилотный контактор для отсрочки включения M1.1
Реле задержки по времени для пуска Y Δ, отсрочка на 1...3 сек, M1.1.
Реле задержки для пуска частью обмотки 1+/- 0,1 сек
Время отсрочки для разгруженного пуска, 5...10 сек
Время отсрочки для включения на M1.1
Контактор M2.1
Контактор M2.2
Контактор в комплекте с конденсатором и реле (отключает пусковое реле)
Электродвигатель компрессора
Электродвигатель компрессора (спаренные)
Электродвигатель вентилятора
Электродвигатель охлаждения головки цилиндра
Электродвигатель вентилятора 1
Электродвигатель вентилятора 2
Основной переключатель
Сопротивление в A2
Сопротивление в A2.1
Нагреватель картера в M1
Нагреватель картера в M1.1
Термисторы в M1
Термисторы в M1.1
Дополнительный переключатель для нагревателя картера R2
Дополнительный переключатель для нагревателя картера R2.1
Соленоидный клапан на жидкостной линии
Соленоидный клапан на жидкостной линии (спаренный)
Соленоидный клапан для регулирования производительности
Соленоидный клапан для регулирования производительности на 1-ой ступени
Соленоидный клапан для регулирования производительности на 2-ой ступени
Соленоидный клапан для разгрузки пуска M1
Соленоидный клапан для разгрузки пуска M1.1
Соленоидный клапан для промежуточной жидкостной линии
Соленоидный клапан для впрыска жидкости