

---

Danfoss не несет ответственности за возможные ошибки в каталогах, брошюрах и других печатных материалах. Danfoss сохраняет за собой право вносить изменения в свою продукцию без предварительного уведомления. Это также касается уже заказанной продукции при условии, что такие изменения не повлекут за собой последующих изменений в уже согласованных спецификациях.

---



ЗАО «Данфосс»  
Главный офис, Россия,  
127018, Москва, ул. Полковая, 13  
Тел.: (095) 792-5757  
Факс: (095) 792 5760  
E-mail: [info@danfoss.ru](mailto:info@danfoss.ru)  
<http://www.danfoss.ru>

ЗАО «Данфосс»  
Филиал, Россия,  
620014, Екатеринбург,  
ул. Антона Валека, 15, офис 509  
Тел.: (343) 365-8396  
Факс: (343) 365-8385  
E-mail: [Holodov@danfoss.ru](mailto:Holodov@danfoss.ru)

ЗАО «Данфосс»  
Филиал, Россия,  
194100, Санкт-Петербург,  
Пироговская наб., д. 17, корп. 1  
Тел.: (812) 320-2099  
Факс: (812) 327-8782  
E-mail: [Pavlov\\_V@danfoss.ru](mailto:Pavlov_V@danfoss.ru)

ЗАО «Данфосс»  
Филиал, Россия,  
630099, Новосибирск,  
ул. Советская, 37, офис 405  
Тел./факс: (3832) 22-58-60  
E-mail: [Efimov@danfoss.ru](mailto:Efimov@danfoss.ru)

ЗАО «Данфосс»  
Филиал, Россия,  
344006, Ростов-на-Дону,  
проспект Соколова, 29, офис 7  
Тел./факс: (8632) 92-32-95  
E-mail: [Komarov@danfoss.ru](mailto:Komarov@danfoss.ru)

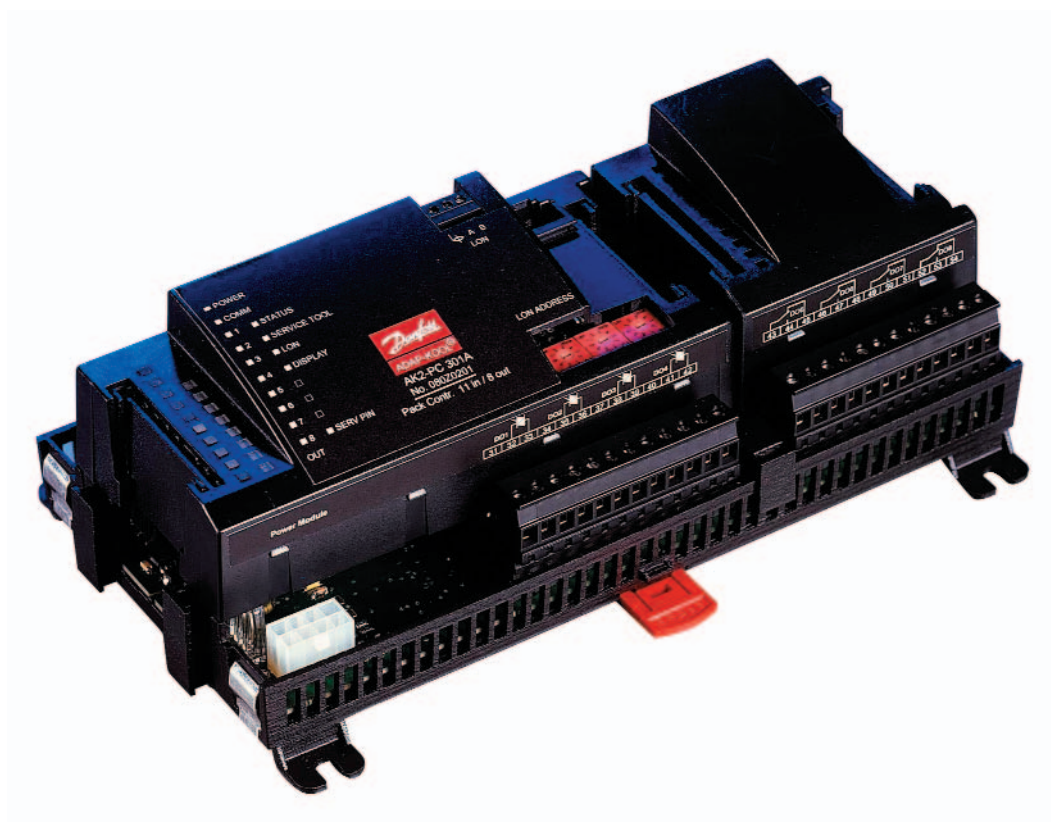
ЗАО «Данфосс»  
Филиал, Россия,  
690087, Приморский край,  
Владивосток, ул. Котельникова, 2  
Тел./факс: (4232) 20-45-10  
E-mail: [Yuferov@danfoss.ru](mailto:Yuferov@danfoss.ru)

+ Устройства автоматики для холодильных установок  
и систем кондиционирования воздуха

---

Техническое описание

## Контроллеры серии АК2



---

REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING

+

## Описание системы

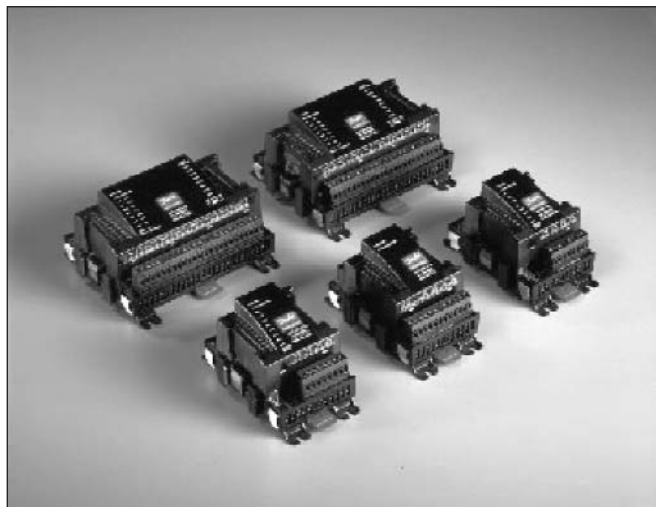
### Общие сведения

Основное преимущество контроллеров данной серии заключается в том, что их конфигурацию можно расширять по мере увеличения установки. Они были разработаны для управления системами холодоснабжения, но не для одного конкретного применения: разнообразие их функций определяется встроенным программным обеспечением и количеством присоединенных блоков. С помощью этих блоков можно создать прибор, выполняющий большое количество различных функций.

### Назначение

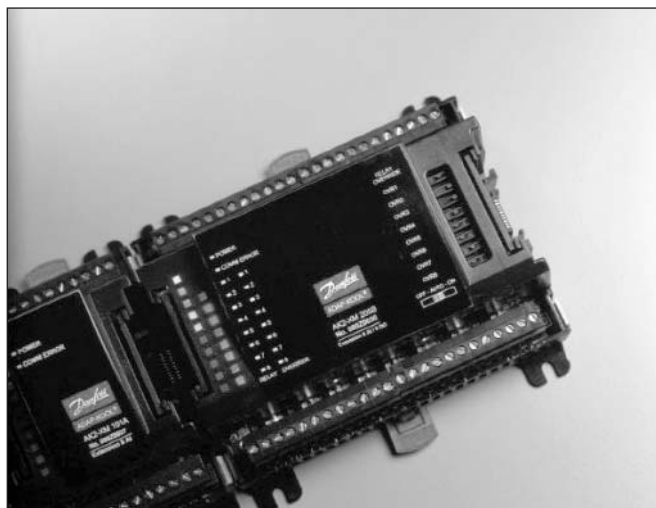
Контроллеры предназначены для:

- управления системами охлаждения,
- регулирования производительности компрессоров и конденсаторов.



### Преимущества

- Возможности контроллера могут увеличиваться с ростом мощности системы.
- Контроллер может быть настроен на выполнение одной или нескольких регулирующих функций.
- Одни и те же блоки могут выполнять несколько функций.
- Контроллеры могут работать с системами, имеющими различные эксплуатационные характеристики.
- Контроллеры имеют модульный принцип построения:
  - Блоки контроллера объединяются в одну систему.
  - Все функции регулирования имеют общий принцип.
  - Блоки выбираются для выполнения общей задачи.
  - Те же самые блоки можно использовать для работы на других системах.

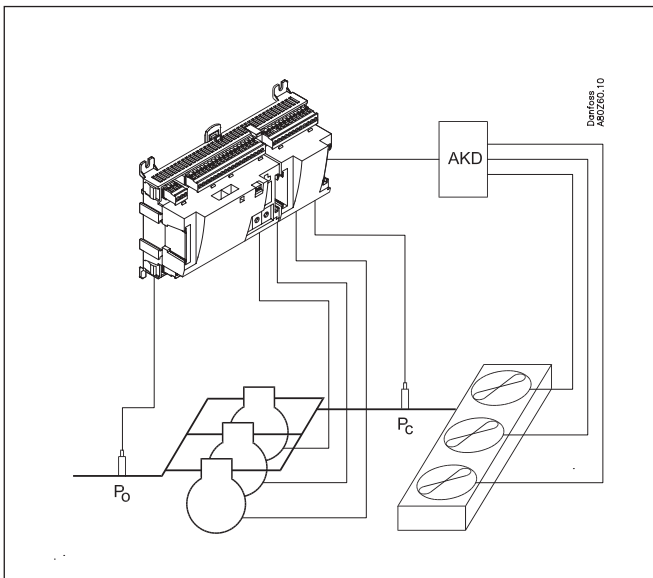


## Введение

### Применение

AK2-PC301A является контроллером для управления производительностью компрессоров и конденсаторов центральных холодильных машин.

Кроме управления производительностью этот контроллер может подавать сигналы на другие электронные блоки о режимах работы, например о принудительном закрытии расширительных вентилей, аварийных сигналов и сообщений.



Основной задачей контроллера является управление компрессорами и конденсаторами таким образом, чтобы работа всегда происходила при условиях энергетически оптимального давления. Как давление всасывания, так и давление конденсации, управляются сигналами с преобразователей давления, передающих сигнал напряжения, например типа AKS 32 и AKS 32R.

Среди основных функций могут быть упомянуты:

- Регулирование одного или двух отдельных охлаждающих контуров, каждый из которых имеет свой конденсатор
- Управление может осуществляться по восьми ступеням производительности компрессоров для каждого контура
- Может быть подключён мониторинг аварийной автоматики
- При остановке компрессора сигнал может передаваться на другие контроллеры для того, чтобы электронные расширительные клапаны закрылись
- Состояние выходов и входов показывается на лицевой панели посредством светодиодов
- Аварийные сигналы могут генерироваться непосредственно с контроллера и передаваться через систему передачи данных
- Аварийные сигналы передаются с пояснительными текстами так что причину аварийного сигнала можно легко увидеть

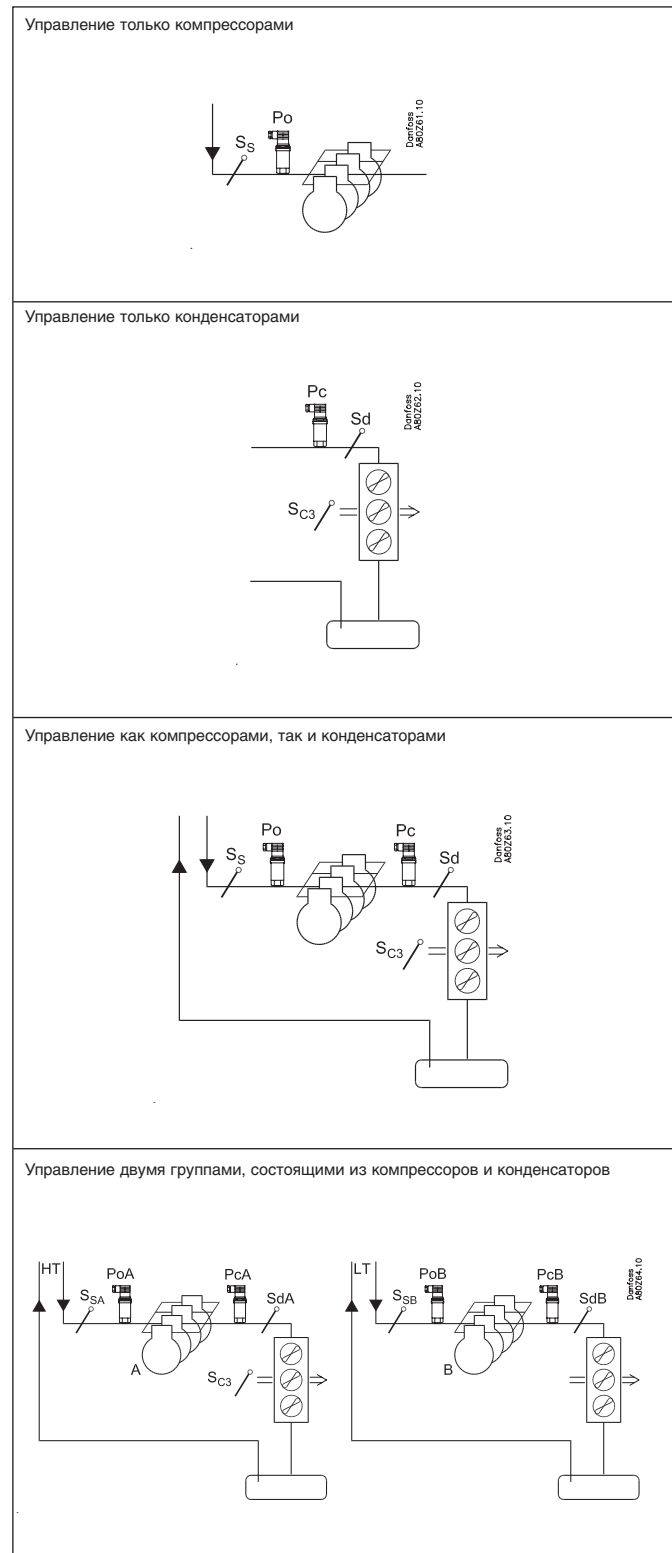
Контроллер AK2-PC311 аналогичен контроллеру AK2-PC301A, но имеет большее количество функций:

- пропорционально-интегральный закон регулирования,
  - управление большим количеством компрессоров,
  - управление компрессорами различной мощности,
  - регулирование скорости вращения двигателя одного компрессора,
  - впрыск жидкости в линию всасывания,
- Дополнительные функции: аварийной сигнализации, независимого термостата, независимого прессостата.

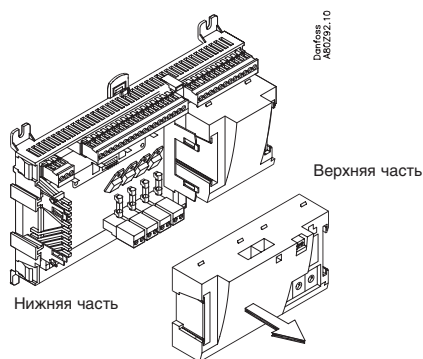
### Примеры

Контроллер спроектирован для управления одним из следующих четырёх типов установок:

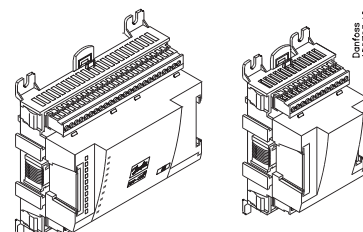
При программировании вы определяете необходимую.



### Контроллер



### Расширительный модуль



Данный контроллер является основным элементом системы управления. Каждый блок контроллера имеет входы и выходы, обеспечивающие процесс управления системой.

- Основание с клеммной колодкой одинаково для контроллеров всех типов.
- Верхняя часть контроллера предназначена для настройки и программирования прибора. Контроллеры разных типов имеют различные верхние части. Верхняя часть контроллера всегда поставляется вместе с нижней частью.
- Верхняя часть контроллера оснащена также разъемом для системы передачи данных и переключателями настройки адреса.

При расширении системы и увеличении числа контролируемых параметров конфигурация контроллера может быть расширена.

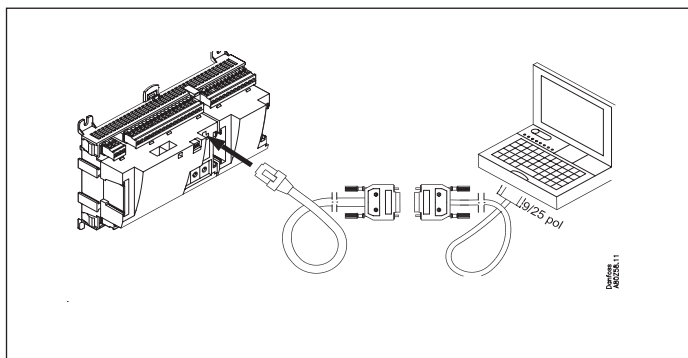
С дополнительными блоками контроллер может получить и обработать больше входных сигналов и управлять большим количеством реле. Количество реле и их функции определяются назначением контроллера.

## Работа

### Прямое соединение

Настройка контроллера и управление контроллером осуществляются через персональный или карманный компьютер при помощи программы "AK2-Service Tool".

Программа устанавливается на компьютер, а настройка входов/выходов и параметров регулирования выполняются через меню контроллера.



### Меню

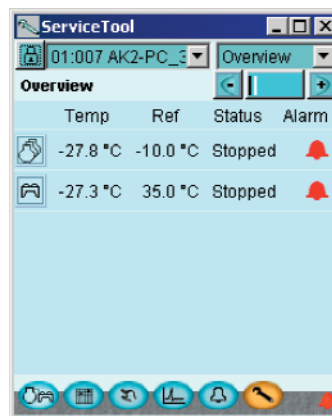
Меню контроллера – это динамическое меню, при котором настройки, сделанные в одном меню, распространяются на другие меню.

При настройке контроллера с небольшим количеством разъемов необходимо настраивать немного параметров.

При настройке контроллера с большим количеством разъемов необходимо настраивать большее количество параметров.

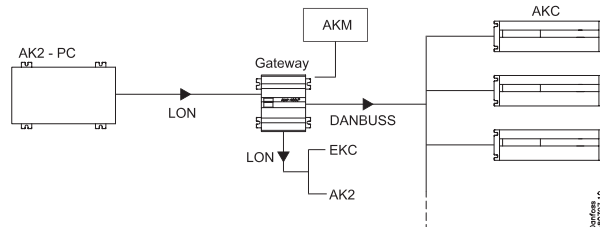
Вход в меню компрессора и конденсатора выполняется через основное меню.

Доступ к общим функциям: "time table" (таблица), "manual operation" (ручное управление), "log function" (регистрация данных), "alarms" (аварийная сигнализация) и "service" (конфигурация) – можно осуществить через нижнюю строчку основного меню.



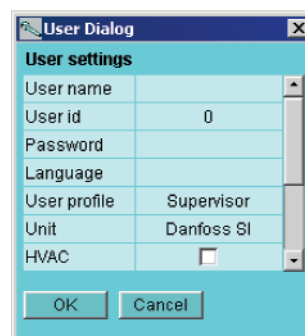
### Сетевое соединение

Контроллер AK2 можно включать в общую сеть системы ADAP-KOOL® вместе с другими контроллерами. Дистанционное управление работой системы осуществляется с помощью программы AKM.



### Пользователи

Пользователь может выбрать и использовать в работе один из языков, которые входят в память контроллера. Все пользователи должны иметь свой уровень доступа, который дает право полного управления контроллером или ограничивает возможности пользователя только просмотром.



## Светодиодная индикация

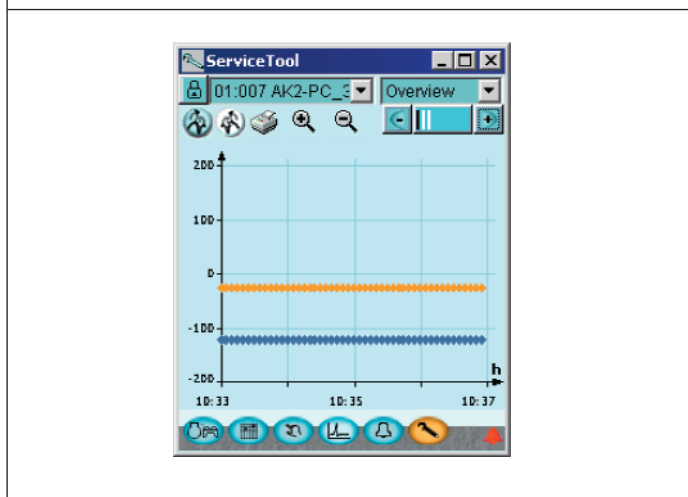
Контроль за сигналами, получаемыми и передаваемыми контроллером, осуществляется с помощью светодиодов.

■ Power	■ Status	Редкое мигание = ОК
■ Comm	■ Service Tool	Частое мигание = ответ от интерфейсного модуля
■ DO1	■ LON	Постоянно горит = ошибка
■ DO2	■ Alarm	Постоянно выключен = ошибка
■ DO3		
■ DO4		
■ DO5		Мигает = активная ошибка/не принята
■ DO6		Постоянно горит = активная ошибка/принята
■ DO7		
■ DO8	■ Service Pin	

## Регистрация данных

Используя функцию «регистрация данных», можно прочитать результаты измерений, записанные в память контроллера. Эти данные можно распечатать на принтере или записать их в файл с последующим просмотром в программе Excel.

При желании Вы можете на месте в реальном времени просмотреть тенденцию изменения любого параметра. Результаты измерений немедленно появятся на экране в меню контроллера.



## Аварийная сигнализация

Дисплей дает возможность просмотреть все активные аварийные сигналы. Если Вы желаете подтвердить просмотр сигнала, Вы можете выделить его в поле подтверждения.

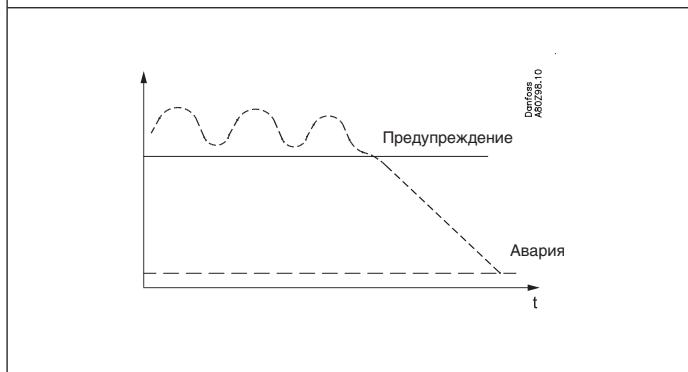
Если Вы желаете больше узнать о текущем аварийном сигнале, Вы можете щелкнуть на его значке и вывести всю информацию на экран.

Если Вы желаете узнать историю возникновения аварийной ситуации, соответствующую информацию можно получить о всех предыдущих аварийных сигналах.

## Обнаружение неисправностей

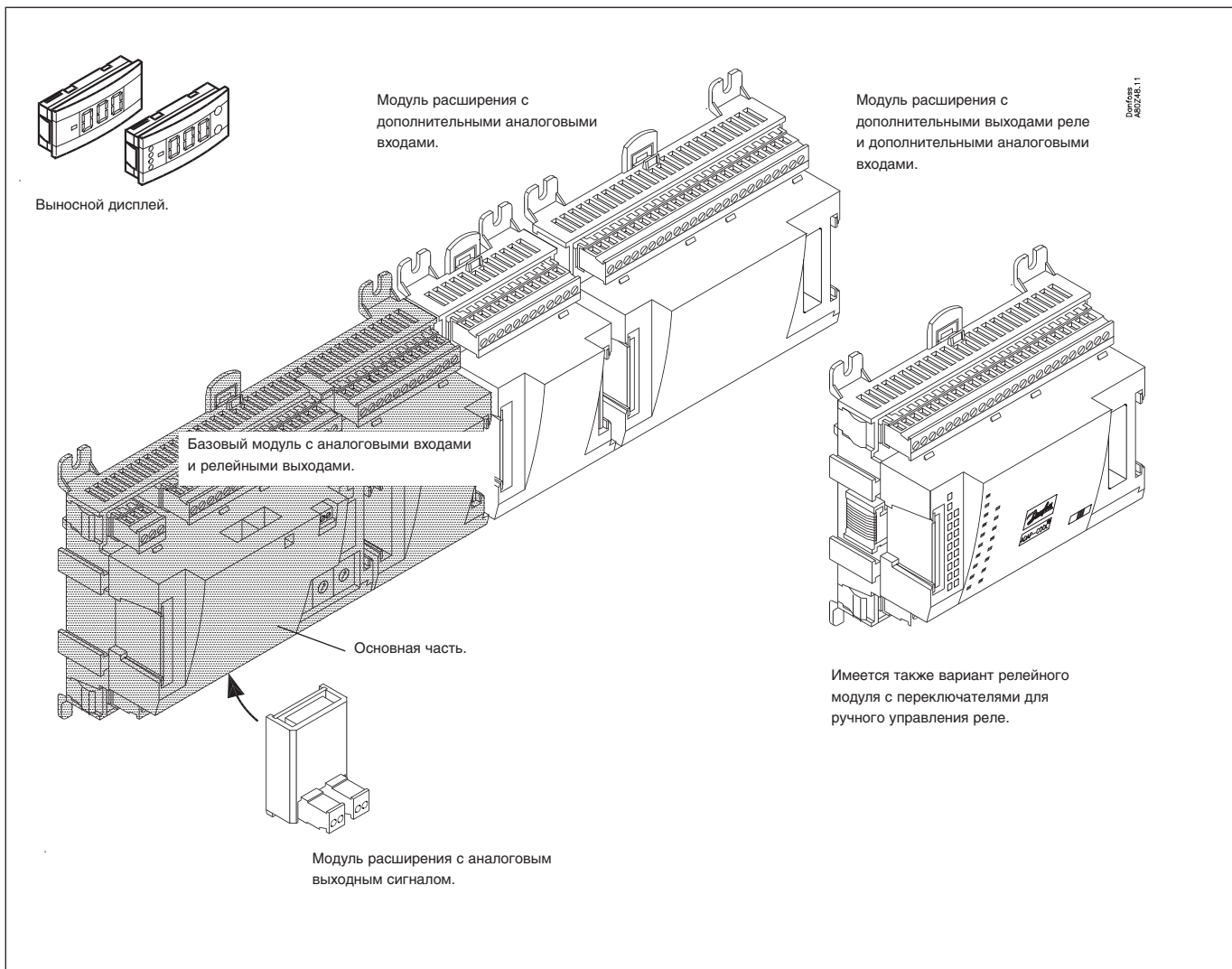
Контроллер непрерывно отслеживает показания датчиков и прогнозирует аварийные ситуации. Возможность появления неисправности сопровождается аварийным сигналом: авария еще не произошла, но уже получено предупреждение о ее возможности.

В качестве примера можно привести процесс медленного загрязнения конденсатора: аварийный сигнал появляется при снижении производительности конденсатора. Хотя положение не так серьезно, но есть время провести техническое обслуживание установки.



## AK-2 - Модули

- Базовый модуль – предназначен для управления центральной холодильной машиной
- Модули расширения. В сложных системах могут потребоваться дополнительные входы или выходы, тогда к контроллеру могут быть присоединены модули расширения. Разъем на боковой стенке модуля подает напряжение питания и обеспечивает передачу данных между модулями.
- Основная часть  
Верхняя часть модуля контроллера содержит управляющие элементы. В этой части хранятся настройки и устанавливается сетевая карта.
- Типы соединений  
Существуют различные типы входов и выходов. Один может получать сигналы с датчиков и выключателей, другой – получать сигнал напряжения, третий тип может представлять собой релейные выходы и т.д. Отдельные типы показаны в таблице ниже.
- Выбор точек подключения  
При настройке контроллера, необходимо определить требуемые входы и выходы. Эти подключения должны быть выполнены или к модулю контроллера, или к модулю расширения. Следует быть внимательными, чтобы не перепутать типы соединений (аналоговый входной сигнал, например, не должен быть подсоединен к цифровому входу).
- Программирование соединений  
Контроллер должен знать, где подключаются отдельные входные и выходные сигналы. Это осуществляется заданием следующей информации:
  - к какому модулю
  - в какой точке («терминалы»)
  - что подсоединено (например, датчик давления/тип/диапазон давления)



## Обзор модулей

Тип	Аналоговые входы	Выходы On/Off		On/Off напряжения питания (сигнал DI)		Аналоговые выходы	Модуль с переключателями	Номер кода
	Для датчиков, преобразователей давления, и т.д.	Реле (SPDT)	Тиристор	Низкое напряжение (макс. 80 В)	Высокое напряжение (макс. 260 В)			
Контроллер	11	4	4	-	-	-	-	-
Модули расширения								
AK2-XM 101A	8							080Z0007
AK2-XM 102A				8				080Z0008
AK2-XM 102B					8			080Z0009
AK2-XM 204A		8						080Z0006
AK2-XM 204B		8					x	080Z0016
AK2-XM 205A	8	8						080Z0005
AK2-XM 205B	8	8					x	080Z0015
Следующий модуль расширения должен быть помещен на панель ПК в модуле контроллера. Имеется место только для одного модуля.								
AK2-OB 003A	2							080Z0251

Тип	Назначение	Применение	Язык	Кодовый номер
AK2-PC 301A	Контроллер для регулирования производительности компрессоров и конденсаторов	Управление неполной группой, одной или двумя группами агрегатов	Английский, немецкий, французский	080Z0102
AK2-PC 311A	Контроллер для регулирования производительности компрессоров и конденсаторов	Управление неполной группой или одной группой агрегатов	Английский, немецкий, французский, итальянский	080Z0111
AK2-ST 101A	Программное обеспечение для работы контроллера AK2	Управление контроллером AK2		080Z0161
-	Кабель для связи компьютера и контроллера AK2	Порт COM AK2		080Z0262
-	Кабель для связи нульмодемного кабеля и контроллера AK2 / Кабель для связи PDA (карманный компьютер) и контроллера AK2	Порт RS 232 AK2		080Z0261
Принадлежности	Внешний дисплей, который можно присоединить к контроллеру, например, для отображения давления всасывания			
AK2-OD 101A	Дисплей			080Z0162
AK2-OD 102A	Дисплей с кнопками управления			080Z0163
-	Кабель для связи дисплея и контроллера	Длина 2 м		084B7179
-		Длина 6 м		084B7299

## Функции контроллеров

	AK2-PC 301A	AK2-PC 311A
<b>Назначение</b>		
Управление группой компрессоров	x	x
Управление группой конденсаторов	x	x
Управление группой компрессоров и конденсаторов	x	x
Управление двумя группами компрессоров и конденсаторов	x	
<b>Регулирование производительности компрессоров</b>		
Регулирование с нейтральной зоной	x	
Пропорционально-интегральное регулирование		x
Максимальное число ступеней производительности (включая разгрузчики)	8	
Максимальное количество компрессоров		12
Максимальное число разгрузчиков для каждого компрессора	3	3
Компрессоры одинаковой производительности	x	x
Компрессоры разной производительности		x
Последовательное включение (включается первым / отключается последним)	x	x
Регулирование мощности первого компрессора изменением скорости вращения электродвигателя		x
Выравнивание наработки	x	x
Минимальное время между двумя включениями	x	x
Минимальное время включенного состояния	x	x
Впрыск жидкости в линию всасывания		x
<b>Уставка давления всасывания</b>		
Смещение уставки при оптимизации давления P <sub>0</sub>	x	x
Смещение уставки при переходе в «ночной» режим	x	x
Смещение уставки сигналом «0-10 В»		x
<b>Регулирование производительности конденсатора</b>		
Шаговое регулирование	x	x
Максимальное число шагов	8	12
Регулирование скорости вращения вентиляторов	x	x
Шаговое регулирование и регулирование скорости вращения вентиляторов	x	x
Уменьшение скорости вращения вентиляторов в «ночном» режиме		x
Функция утилизации тепла с использованием регулятора температуры		x
Функция утилизации тепла с использованием внешнего выключателя		x
Функция поиска неисправности	x	x
<b>Уставка давления конденсации</b>		
Смещение уставки при изменении температуры наружного воздуха	x	x
Задание уставки при утилизации тепла		x
<b>Защитные функции</b>		
Минимальное давление всасывания	x	x
Максимальное давление всасывания		x
Максимальное давление конденсации	x	x
Максимальная температура газа на линии нагнетания	x	x
Минимальный/максимальный перегрев	x	x
Контроль безопасной работы компрессоров	x	x
Контроль общего давления на выходе из компрессоров		x
Контроль безопасной работы вентиляторов	x	x
Общие аварийные сигналы с задержкой по времени		10
<b>Прочее</b>		
Дополнительные датчики	4	7
Функция впрыска	x	x
Возможность подключения внешнего дисплея		2
Функции независимого термостата		5
Функции независимого прессостата		5

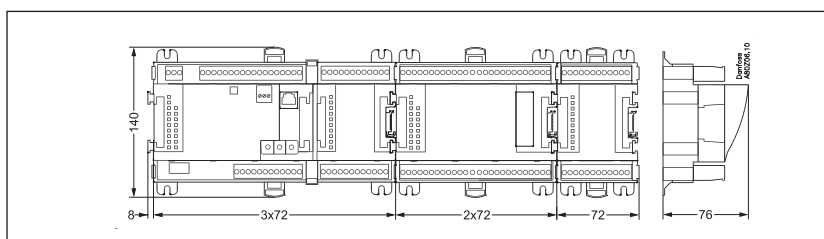
## Технические характеристики

Напряжение питания	24 В пер. тока $\pm 20\%$	
Потребляемая мощность	AK2 (контроллер)	8 ВА
	AK2-ХМ 101	2 ВА
	AK2-ХМ 102	2 ВА
	AK2-ХМ 204	5 ВА
	AK2-ХМ 205	5 ВА
Аналоговые входы	Макс. потребляемая мощность всех модулей	24 ВА
Контактные входы (Вкл/Откл.)	Датчик температуры Pt 1000 Ом / 0°C	Разрешение: 0,1°C. Точность: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ .
	Датчик давления AKS 32R / AKS 32 (1-5 В)	Разрешение: 1 мВ.
	Сигнал по напряжению 0-10 В	Точность: $\pm 10$ мВ. К одному блоку можно подсоединить не более 5 датчиков.
	Контактный сигнал (Вкл/Откл.)	Включение при R < 20 Ом. Отключение при R > 2 кОм. (Позолоченные контакты не обязательны).
напряжения питания	Низкое напряжение 0 / 80 В пер. ток / пост. ток	Отключение при U < 2 В. Включение при U > 10 В.
	Высокое напряжение 0 / 260 В пер. ток	Отключение при U < 24 В. Включение при U > 80 В
Выходы для однополюсных двухпозиционных реле (SPDT)	АС-1 (резистивный)	5 А
	АС-15 (индуктивный)	3 А
Выходы симистора	Напряжение	Минимальное: 24 В Максимальное: 230 В Низкое и высокое напряжения не должны входить в одну группу.
	Плавкий предохранитель	5 А (Т)
Температура воздуха	Используются для нагрузок с частым включением и отключением, например, нагревателей, вентиляторов, вентилях АКВ	Нагрузка: максимальная 240 В пер. тока, минимальная 48 В пер. тока, максимальная 250 мА, минимальная 35 мА. Ток отключения: 1 мА.
	Плавкий предохранитель	2 А (F)
Корпус	При транспортировке	От -40 до 70°C
	При эксплуатации	От -20 до 55°C Влажность: от 0 до 95% (при условии отсутствия конденсации). Не подвергать ударам и вибрации.
Масса с клеммными колодками	Материал	PC / ABS
	Класс защиты	IP10, VBG 4
	Крепление	На стене или рейке DIN
Разрешения	Блоки серии 100/200/300	200 г / 500 г / 600 г.
	Безопасность низковольтного оборудования и электромагнитная совместимость подтверждены	Испытаниями низковольтного оборудования в соответствии со стандартом EN 60730. Испытаниями на электромагнитную совместимость: на защищенность – в соответствии со стандартом EN 61000-6-2, на излучение – в соответствии со стандартом EN 50081-1.
	Номер документа UL	E166834

Данные технические характеристики относятся ко всем блокам контроллера АК2. Конкретные характеристики приводятся с указанием рассматриваемого блока.

### Размеры

Размер модуля 72 мм  
 Модули серии 100 состоят из одного модуля.  
 Модули серии 200 состоят из двух модулей.  
 Модули серии 300 состоят из трех модулей.  
 Длина сборного устройства = n x 72 + 8



## Компрессоры

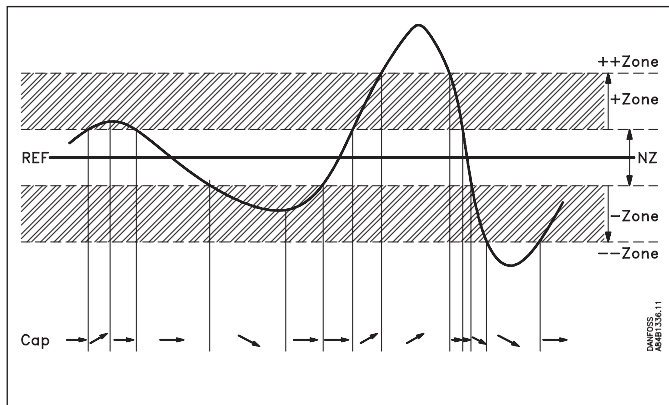
### Управление производительностью компрессоров

Управление производительностью производится посредством ступенчатого регулирования компрессоров. Компрессоры могут быть с разгрузчиками.

#### Регулирование с нейтральной зоной (AK2-PC 301)

Контроллер может управлять максимум восемью ступенями производительности, которые могут распределяться в одном, двух или более компрессорах. Предполагается, что ступени имеют идентичную производительность.

Включаемая производительность компрессора управляется величиной фактического давления всасывания, и зависит от того, подымается давление, или падает.



- В нейтральной зоне нет включений и выключений ступеней производительности
- В «зоне +» и «зоне -» включение и выключение зависит от того, подымается давление, или падает. Включение и выключение происходит с выбранными задержками времени.
- В «зоне ++» и «зоне --» включение и выключение происходит с выбранными задержками времени в зависимости от того, подымается давление, или падает.
- Регулирование остановится при давлениях, которые ниже установленного «предела» (см. раздел «Функции безопасности для группы компрессоров»).

#### PI регулирование (AK2-PC311).

Контроллер может управлять 12-ю компрессорами с разгрузчиками. Компрессоры могут быть различной производительности. Установки производятся аналогично, регулированию по принципу нейтральной зоны, но регулирование осуществляется по пропорционально-интегральному закону. Так, например, контроллер может включать и выключать разгрузчики внутри нейтральной зоны.

#### Смещение уставки давления всасывания

Регулирование происходит на основе установленной величины, которая может быть смещена сигналом с функции «мастер контроля» и сигналом ночного режима работы. Это значение, затем, включается в регулирование вместе с измеренным давлением, поступающим с преобразователя давления P0.

#### Уставка P0

Основная величина для управления компрессорами.

#### Режим ночной работы

Эта функция используется, чтобы изменить настройку давления всасывания для работы в ночное время с целью энергосбережения. С этой функцией настройка может быть смещена до 25 К в положительном или отрицательном направлении. (Когда вы смещаете в сторону более высокого давления всасывания, устанавливается положительная величина).

Смещение может быть выполнено тремя способами:

- Сигналом на входе
- С функции «мастер контроля» ведущего интерфейсного модуля
- Внутреннего временного графика

Функция «режима ночной работы» не должна использоваться, когда производится регулирование посредством функции «мастер контроля» «P0-optimisation». (Здесь функция «мастер контроля» сама приспособит давление всасывания к максимально разрешённому).

#### Оптимизация P0

Эта функция смещает настройку таким образом, что регулирование не будет происходить, когда давление всасывания ниже требуемого. Эта функция взаимодействует с контроллерами на потребителях и интерфейсным модулем. Интерфейсный модуль получает данные с контроллеров испарителей и устанавливает максимально возможное давление всасывания, при котором поддерживаются необходимые температуры в охлаждаемых объёмах. Эта функция описана в документе под названием «Override» («мастер контроль»).

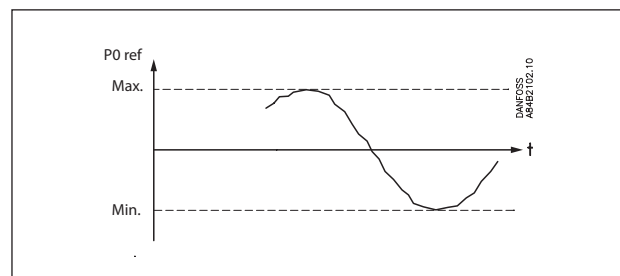
С этой настройкой вы можете читать, какой объект в данный момент наиболее тяжело загружен, а также видеть допустимое смещение настройки давления всасывания.

#### Смещение уставки сигналом напряжения.

Смещение уставки давления всасывания возможно путём подачи на контроллер сигнала 0-10 В. При настройке данной функции выбирается на сколько велико должно быть смещение при максимальном сигнале (10В).

#### Ограничение настройки

Чтобы застраховать себя от слишком высокой или слишком низкой настройки регулирования, необходимо установить ограничение настройки.



### Принудительное управление производительностью компрессора в централи

Может производиться принудительное регулирование производительности, которое игнорирует нормальное регулирование.

Во время принудительного управления функции безопасности отменяются.

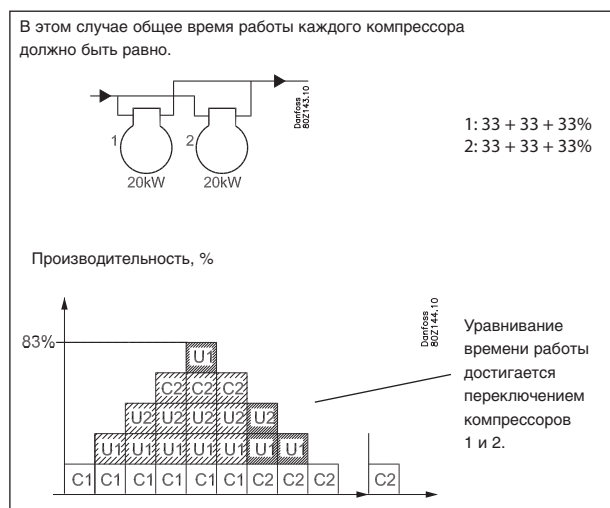
Принудительное управление через меню управления. Регулирование устанавливается на «Manual» (ручное управление). Производительность устанавливается в процентах регулируемой производительности.

Принудительное управление при помощи переключателей. При переходе к принудительному управлению с использованием переключателей, расположенных на лицевой поверхности расширительного модуля, функция безопасности регистрирует этот переход и попытается скомпенсировать любой выход за пределы, установленные для регулируемого параметра, а также выдаст аварийный сигнал. В этом случае контроллер не сможет включать и отключать реле.

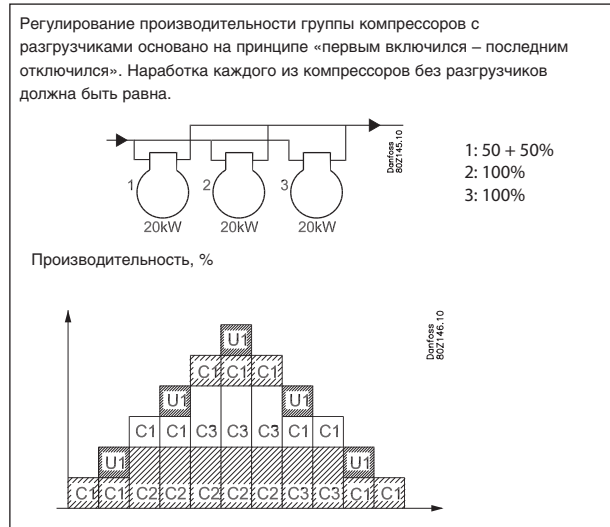
### Взаимодействие компрессоров

#### Циклическое взаимодействие

Компрессоры одинаковой производительности с разгрузочными клапанами

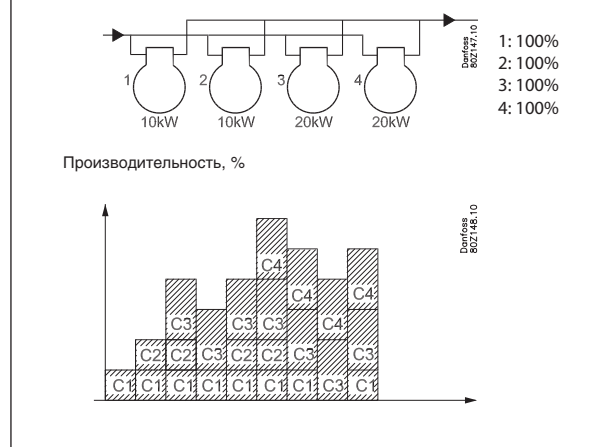


#### Один компрессор с разгрузочными клапанами

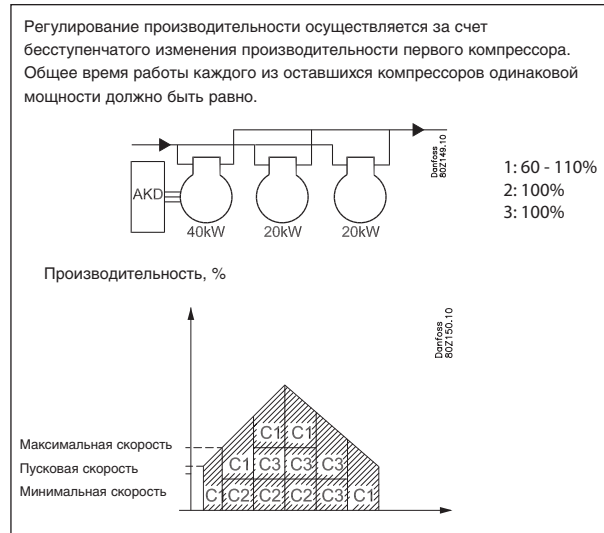


### Компрессоры разной производительности

Регулирование производительности группы компрессоров основано на принципе «компрессор наименьшей мощности включается и отключается первым». Общее время работы каждого из оставшихся компрессоров одинаковой мощности выравняется.



Регулирование производительности компрессора 1 за счет изменения частоты вращения.



## Последовательное регулирование

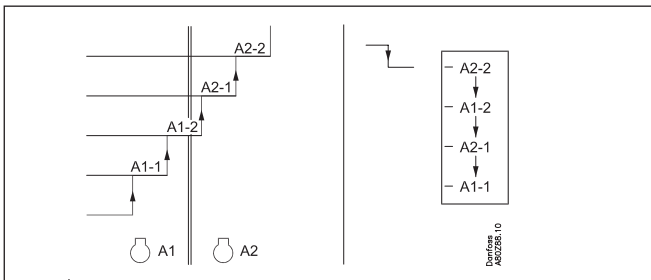
### Компрессоры с одной ступенью

Последовательность не будет меняться (последняя включённая ступень отключится первой, когда требуемая производительность снова упадёт).

### Компрессоры с несколькими ступенями

Во время отключения будет происходить перестановка ступеней на линии раздела между двумя компрессорами. Эта функция обеспечивает то, что последний запущенный компрессор не остановится, пока регулирование не отключит все разгрузчики предыдущего компрессора.

Пример:



## Автоматическое регулирование наработки

Здесь контроллер выполняет автоматическое уравнивание времени работы компрессоров.

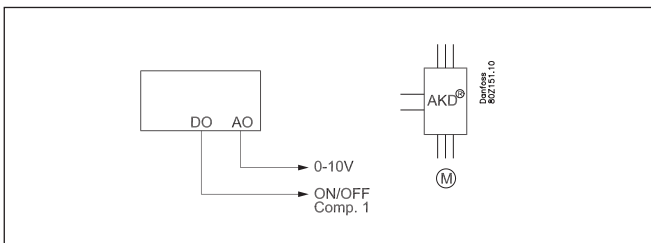
- При запуске компрессор с меньшим числом рабочих часов будет включён первым.
- При остановке компрессор с большим числом рабочих часов будет остановлен первым.
- В случае с компрессорами с несколькими ступенями производительности одновременно будет работать только один с отключёнными разгрузчиками.

### Регулирование производительности компрессора за счет изменения скорости вращения электродвигателя

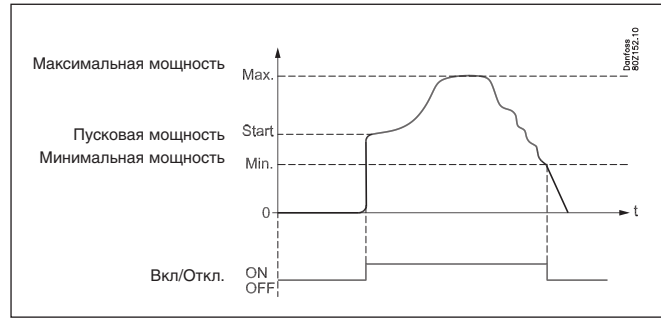
Одним из способов регулирования мощности компрессора может быть изменение скорости вращения его электродвигателя, выполняемое блоком регулирования скорости, например, преобразователем частоты типа АКД.

Цифровой выход (Вкл/Откл.) контроллера соединяется с контактным входом преобразователя частоты, а аналоговый выход (АО) контроллера с аналоговым входом преобразователя частоты. Контактный сигнал будет включать и отключать преобразователь частоты, а аналоговый сигнал будет задавать скорость вращения электродвигателя.

Можно регулировать производительность только того компрессора, который определен под номером 1.

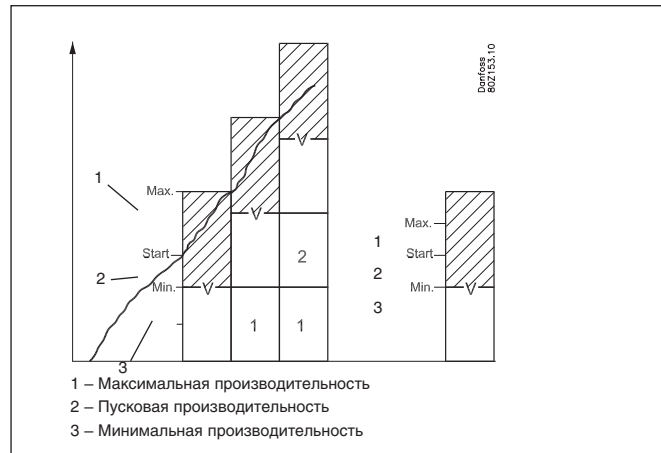


Каждый шаг производительности состоит из постоянной и переменной производительности. Постоянная определяется скоростью вращения электродвигателя при включении преобразователя частоты, а переменная производительность определяется изменением скорости вращения электродвигателя от минимального до максимального значения. Для улучшения качества регулирования переменная производительность должна быть больше, чем требуемая на данном этапе регулирования. Чем большие кратковременные тепловые нагрузки испытывает система, тем большая потребность возникает в изменении мощности компрессора за счет скорости вращения электродвигателя.



Преобразователь частоты включается при необходимости увеличения производительности компрессоров в соответствии с сигналом «Включить компрессор 1» (на цифровой выход контроллера подается сигнал на включение компрессора, а на аналоговый выход подается напряжение, соответствующее скорости вращения электродвигателя). Преобразователь частоты увеличивает скорость вращения электродвигателя до требуемого уровня.

Начнется новый шаг увеличения производительности компрессоров, величина которой будет определяться контроллером. Если требуемая мощность меньше мощности, развиваемой компрессором с минимальной скоростью вращения, ступень производительности выключится. Если требуемая производительность больше производительности, развиваемой компрессором с максимальной скоростью вращения, включается



следующая ступень.

### Задержки времени для включений и выключений

Чтобы защитить компрессор от воздействия частых повторных запусков могут быть введены две задержки времени.

- Минимальное время работы со времени запуска компрессора и до момента, когда его можно повторно запустить.
- Минимальное время работы компрессора до момента, когда его можно снова остановить.

При включении и выключении разгрузчиков задержки времени не используются.

### Таймер

Рабочее время двигателя компрессора постоянно регистрируется. Вы можете считать:

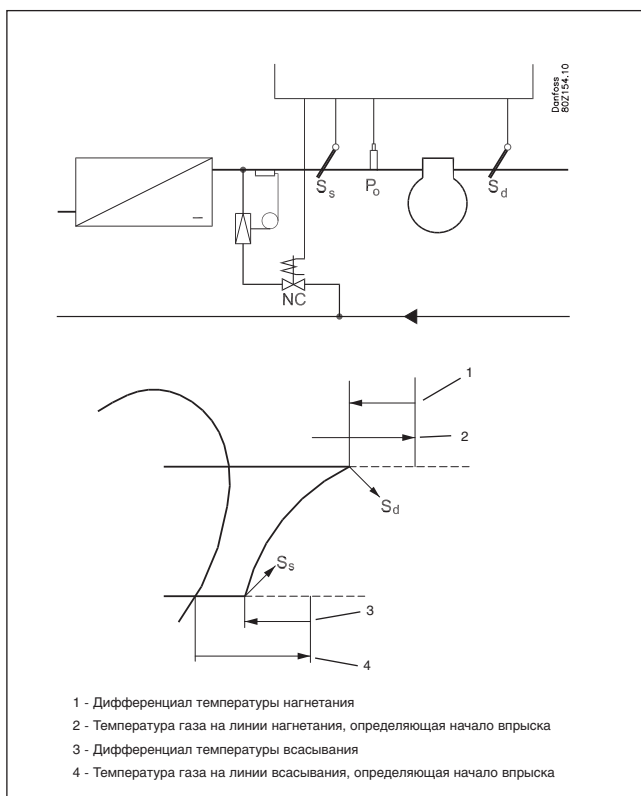
- Время работы за текущие 24 часа
- Время работы за предыдущие 24 часа
- Общее время работы с момента, когда таймер последний раз был выставлен на 0.

### Счётчик включений

Число включений и выключений реле непрерывно регистрируется. Здесь можно считать количество периодов включённого состояния:

- Число за текущие 24 часа
- Число за предыдущие 24 часа
- Общее количество с момента, когда таймер последний раз был выставлен на 0.

## Впрыск жидкости в линию всасывания



Температура газа на линии нагнетания может быть уменьшена с помощью впрыска жидкости в линию всасывания.

Впрыск жидкости осуществляется терморегулирующим клапаном, соединенным с соленоидным клапаном, который управляется контроллером.

Регулирование может выполняться двумя способами:

1. Впрыск жидкости определяется перегревом газа на линии всасывания. Здесь необходимо задать два параметра: температуру начала впрыска и дифференциал, задающий окончание впрыска.
2. Впрыск жидкости определяется перегревом газа на линии нагнетания  $S_d$ . Здесь необходимо задать четыре параметра: два, уже упомянутые выше, и два для температуры  $S_d$  - температуру начала впрыска и дифференциал, задающий окончание впрыска. Впрыск жидкости в этом случае осуществляется, когда достигнуты обе температуры, и заканчивается, когда отработан дифференциал одной из этих температур.

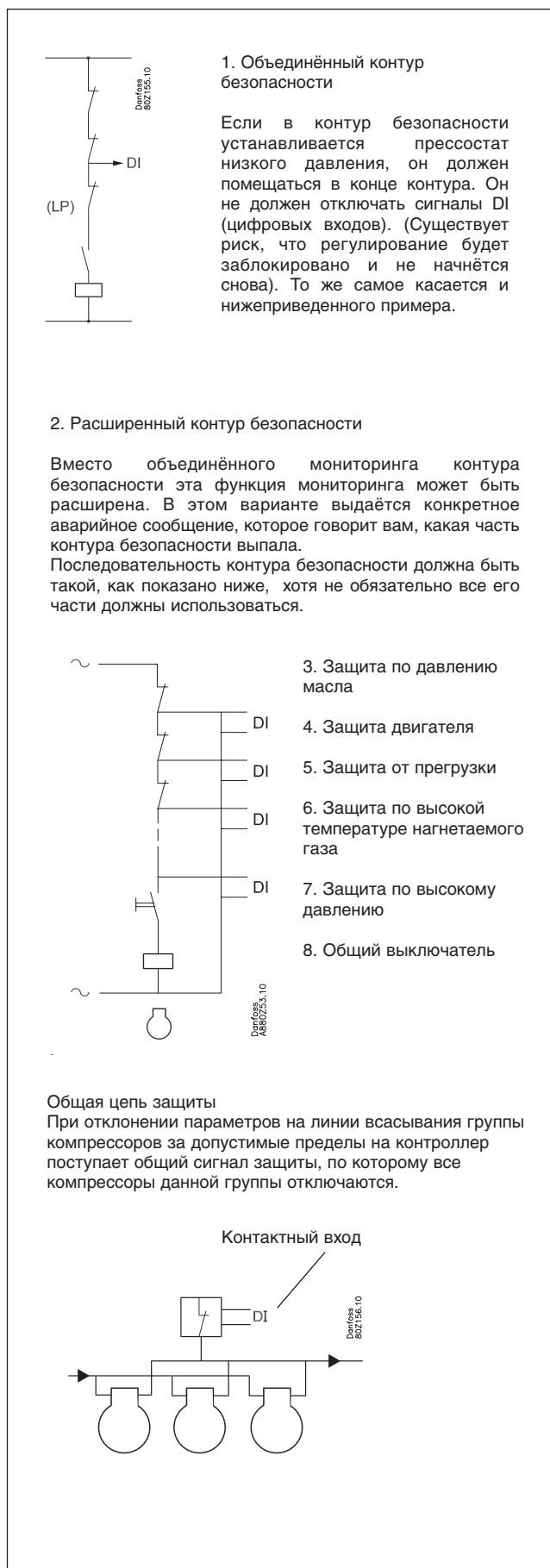
## Функции безопасности для компрессоров

### Сигнал со средств управления безопасностью компрессора

Контроллер может проводить мониторинг состояния каждого контура безопасности компрессора. Сигнал берётся непосредственно с контура безопасности и подаётся на вход.

(Контур безопасности должен остановить компрессор без участия контроллера).

Если контур безопасности выключится, контроллер отключит все выходные реле данного компрессора и выдаст аварийный сигнал. Регулирование будет продолжаться с другими компрессорами.



### Отключение компрессора

Определена задержка времени, когда выходы должны быть отключены и выдан аварийный сигнал. Это время с момента, когда вход теряет сигнал и до момента, когда выходы отключаются.

### Повторное включение компрессоров

Определена задержка времени, как долго компрессор должен оставаться выключенным после отключения контура безопасности.

### Мониторинг перегрева

Эта функция является аварийной, которая непрерывно получает данные измерений с P0 и Ss.

Если регистрируется перегрев, который выше или ниже установленных предельных величин, по истечении задержки времени выдаётся аварийный сигнал.

### Контроль максимальной температуры нагнетаемого газа (Sd)

Эта функция постепенно выключает ступени компрессора, если температура нагнетаемого газа становится выше разрешённой. Предел отключения может быть установлен в диапазоне от 0 до +150°C.

Эта функция запускается, когда величина становится на 10 К ниже установленного значения. В этот момент вся производительность конденсатора включается и одновременно 33% производительности компрессора выключается (но минимально одна ступень). Это повторяется каждые 30 секунд. Активируется аварийная функция. Если температура подымается до установленной предельной величины, все ступени компрессора немедленно выключаются, а функция «начало впрыска» (Inject ON) активируется.

Аварийный сигнал снимается, когда температура падает на 10 К ниже предельной величины в течение 60 секунд.

Новое включение ступеней компрессора разрешается, когда соблюдены следующие условия:

- температура упала на 10 К ниже предельной величины
- до нового включения истекла задержка времени.

Снова разрешается управление конденсатором, если температура упала на 10 К ниже предельной величины.

### Контроль минимального давления всасывания (P0)

Эта функция быстро отключает все ступени компрессора, если давление всасывания становится ниже разрешённой величины.

Предел отключения может быть установлен в диапазоне от -120 до +30°C.

Всасывание измеряется преобразователем давления P0.

При отключении активируются следующие функции:

- аварийная функция
- функция «Inject On» (включение впрыска).

Аварийный сигнал снимается, когда соблюдены следующие условия:

- давление (температура) выше предела отключения
- задержка времени истекла (смотри дальше).

Новое включение ступеней компрессора разрешается, когда соблюдены следующие условия:

- аварийный сигнал снят (задержка времени истекла)
- истекла задержка времени до повторного запуска.

### Задержка времени

Существует объединённая задержка времени для «Максимальной температуры нагнетания» и «Минимального давления всасывания». После отключения регулирование не может быть возобновлено, пока не истечёт задержка времени.

Задержка времени начинается, когда температура Sd опять упадёт на 10 К ниже предельной величины или P0 подымается выше своей минимальной величины.

### Выдача аварийного сигнала при слишком высоком давлении всасывания

Можно задать такое значение величины давления всасывания, при превышении которого контроллер выдаст аварийный сигнал. Этот сигнал будет выдан через определенный промежуток времени, называемый задержкой. Сам процесс регулирования продолжится без изменений.

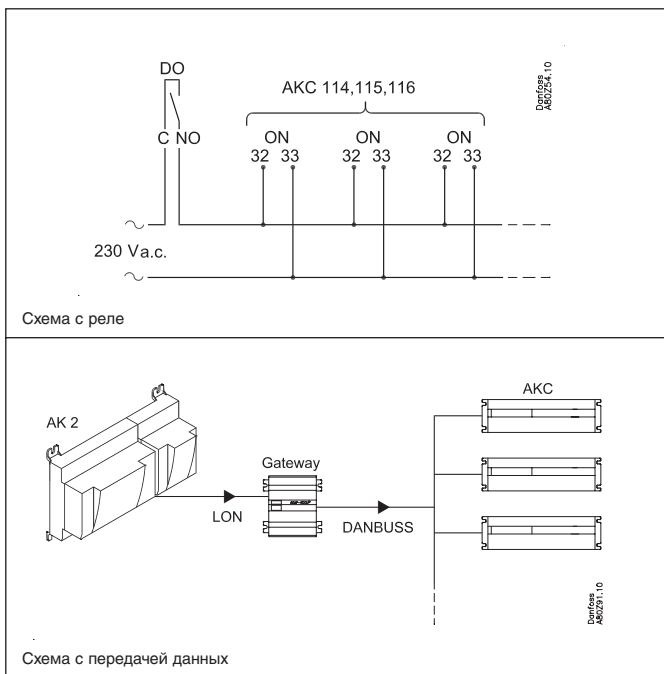
### Контроль максимального давления конденсации Pс

Эта функция описана в разделе «Система защиты конденсатора».

### Включение впрыска (Injection On)

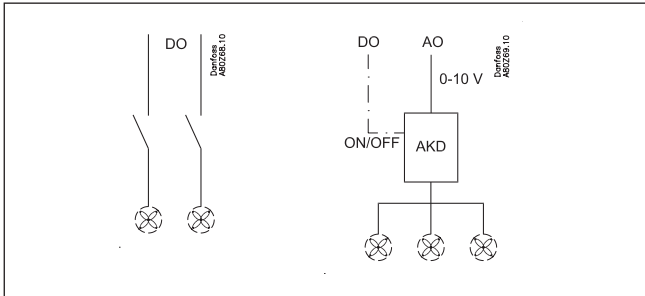
Электронные расширительные клапаны должны быть закрыты, когда остановлены все компрессоры. В этом случае испарители не могут быть заполнены жидкостью, которая в последствие попадает в компрессор при возобновлении регулирования.

Для этой функции может использоваться одно из выходных реле, или эта функция может быть получена по системе передачи данных.



## Конденсатор

Управление производительностью конденсатора может быть осуществлено посредством регулирования ступеней или изменением скорости вентиляторов.

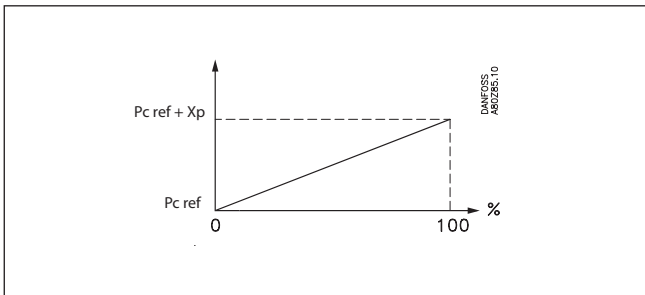


- Ступенчатое регулирование  
Контроллер может регулировать до восьми ступеней конденсатора, которые включаются и выключаются последовательно.
- Управление скоростью  
Аналоговый выход контроллера подключен ко входу преобразователя частоты. Теперь все вентиляторы могут регулироваться от 0 до максимума производительности. Если требуется сигнал ON/OFF, он может быть получен с выхода реле. Регулирование может производиться на основе одного из следующих двух принципов:
  - все вентиляторы работают на одной скорости
  - включено только необходимое число вентиляторов.

**Управление производительностью конденсатора**  
Включённая производительность конденсатора управляется фактической величиной давления конденсатора и зависит от того, подымается давление, или падает. Регулирование осуществляется контроллером PI, который, однако, может быть заменён на контроллер P, если конструкция установки этого требует.

**Регулирование с контроллером PI**  
Контроллер включает производительность таким образом, что отклонение между фактическим давлением конденсации и величиной настройки становится как можно меньше.

**Регулирование с контроллером P**  
Контроллер включает производительность, которая зависит от отклонения между фактическим давлением конденсации и заданной величиной. Пропорциональная полоса  $X_p$  показывает отклонение при 100% производительности конденсатора.



### Уставка для давления конденсации

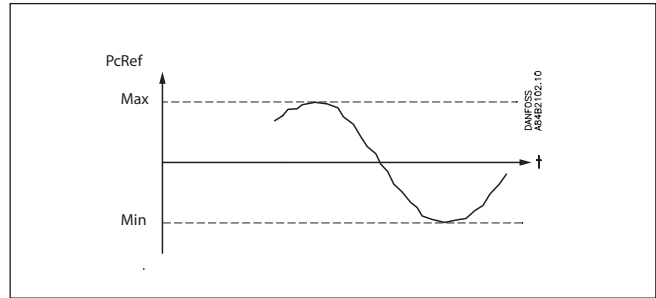
Уставка для конденсации может определяться двумя путями. Или как фиксированная настройка, или как настройка, которая изменяется в зависимости от окружающей температуры.

#### Фиксированная настройка

Эта настройка устанавливается для давления конденсации в С.

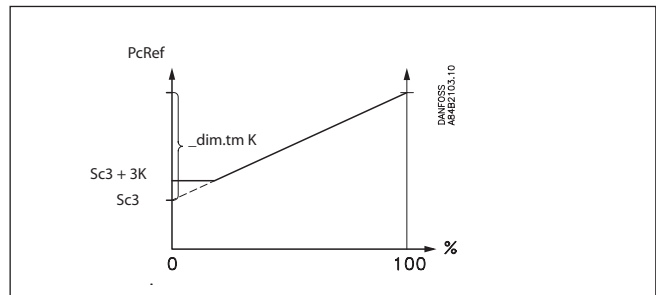
#### Плавающая настройка

Эта функция позволяет величине настройки давления конденсации изменяться в соответствии с наружной температурой в пределах определённого диапазона.



Настройка основана на:

- наружной температуре
- разнице между температурой воздуха и температурой конденсации при 100% производительности конденсатора
- насколько велика включённая производительности конденсатора.



Установите масштабную разницу (dim tm) при максимальной нагрузке (например 15 K).

Теперь контроллер добавит значение к настройке, которое зависит от того, насколько велика включённая производительность компрессора – однако не меньше 3 K выше наружной температуры.

При регулировании с контроллером P разница составит 3 градуса выше измеренной наружной температуры. Эта разница не будет зависеть от включённой производительности компрессора.

#### Ограничение настройки

Чтобы застраховать себя от слишком высокой или слишком низкой настройки регулирования, необходимо установить ограничение настройки.

#### Ручное управление производительностью конденсатора

Ручное управление производительностью может быть включено, когда игнорируется нормальное регулирование. Во время ручного управления функции безопасности отменяются.

При принудительном регулировании производительности конденсатора защитные функции контроллера отключаются.

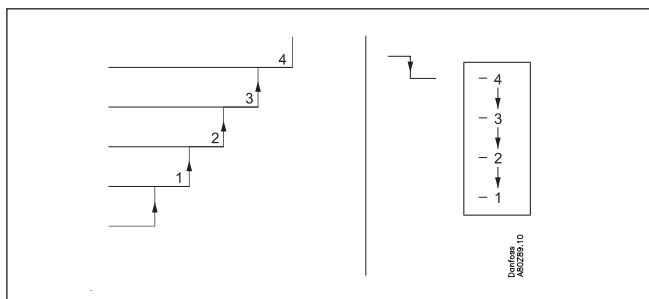
Принудительное управление через меню управления Регулирование устанавливается в положение «Ручное». Устанавливаются проценты регулируемой производительности.

### Принудительное управление с помощью переключателей.

Если принудительное управление осуществляется посредством выключателей на лицевой панели модуля расширения, функция безопасности будет регистрировать любое превышение установленных величин и будет, при необходимости, передавать аварийные сигналы, но в этой ситуации контроллер не может включать или выключать реле.

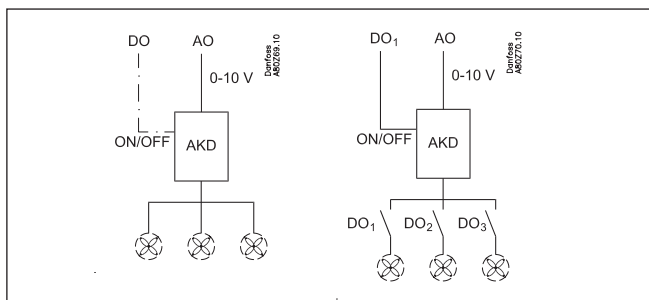
### Ступенчатое регулирование производительности

Включение и выключение производится последовательно. Последнее включённое устройство будет отключаться первым.



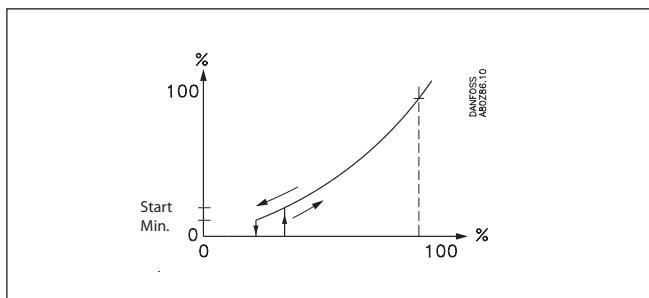
### Регулирование скорости вентиляторов

Когда используются аналоговые выходы, может регулироваться скорость вентиляторов, например при помощи преобразователя частоты типа АКД.



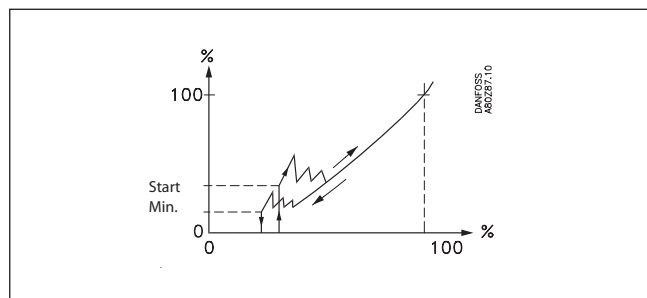
### Общее регулирование скорости

Напряжение аналогового выхода подано на регулирование скорости. Теперь все вентиляторы будут регулироваться от 0 до максимальной производительности. Если для преобразователя частоты требуется сигнал ON/OFF с тем, чтобы вентиляторы можно было остановить полностью, должен быть определен выход реле. Контроллер запускает преобразователь частоты, когда требование производительности соответствует установленной скорости запуска.



Контроллер останавливает преобразователь частоты, когда требование производительности становится ниже установленной минимальной скорости.

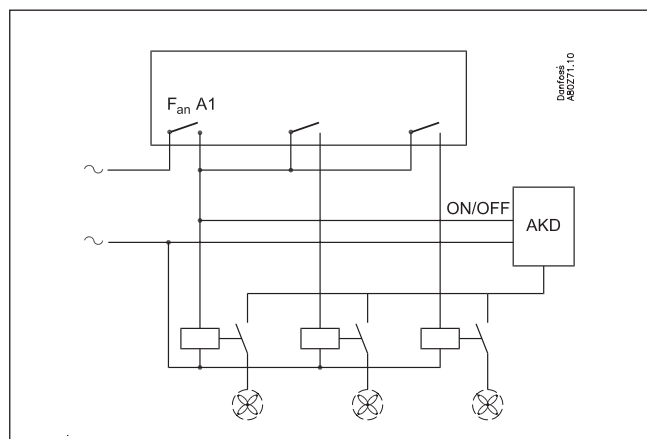
### Регулирование скорости + регулирование ступенями



Контроллер запускает преобразователь частоты и первый вентилятор, когда требование производительности соответствует установленной скорости запуска.

Контроллер включает несколько вентиляторов постепенно по мере роста требования производительности, а затем адаптирует скорость к новой ситуации.

Контроллер выключает вентиляторы, когда требование производительности становится ниже установленной минимальной скорости.

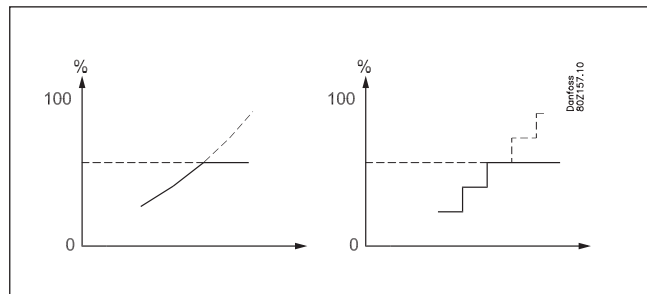


В данной конфигурации выходами контроллера будут настройки «FanA1»/ «FanB1», которые будут запускать и останавливать первую ступень.

### Ограничение мощности установки в «ночном» режиме работы

Эта функция предназначена для уменьшения шума от работающих вентиляторов до минимума. Сначала контроллер управляет скоростью вращения вентиляторов, а затем контролирует мощность компрессоров на каждом этапе ее изменения.

Этой функцией задается процент от максимальной мощности установки.



При включении защитных функций Sd max и Pc max данное ограничение игнорируется.

## Управление конденсатором

### Переключение ступеней конденсатора

Для включения и выключения ступеней конденсатора нет задержек времени, кроме той задержки, которая присуща P/I/P регулированию.

### Таймер

Рабочее время двигателя вентилятора постоянно регистрируется. Вы можете считать:

- Время работы за текущие 24 часа
- Время работы за предыдущие 24 часа
- Общее время работы с момента, когда таймер последний раз был выставлен на 0.

### Счётчик включений

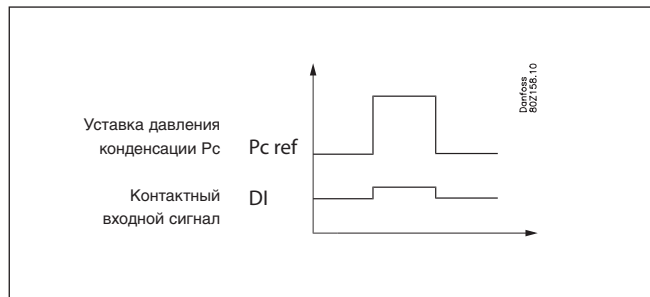
Количество включений непрерывно регистрируется. Здесь можно считать количество периодов включённого состояния:

- Количество за текущие 24 часа
- Количество за предыдущие 24 часа
- Общее количество с момента, когда счётчик последний раз был выставлен на 0.

### Функция утилизации тепла

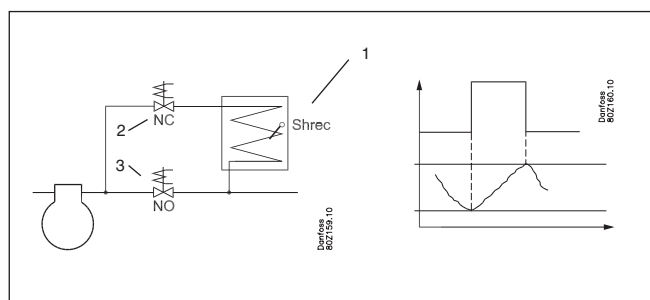
Газ высокого давления можно пропустить через теплообменник, использующий тепло, которое дает газ с высокой температурой. Эта функция активируется двумя способами:

1. С помощью контактного входного сигнала



При получении контактного входного сигнала контроллер увеличивает уставку давления, при этом температура конденсации увеличивается, например, на 10 К.

2. С помощью регулятора температуры



- 1 – Датчик температуры
- 2 – Нормально закрытый электромагнитный клапан
- 3 – Нормально открытый электромагнитный клапан

Температура конденсатора контролируется датчиком, подключенным к контроллеру. Регулятор температуры с контактным выходом может включать и отключать два электромагнитных клапана. Если температура газа опустится ниже заданного предела, активируется контактный выход, а уставка температура конденсации увеличивается на заданную величину, например, на 10 К.

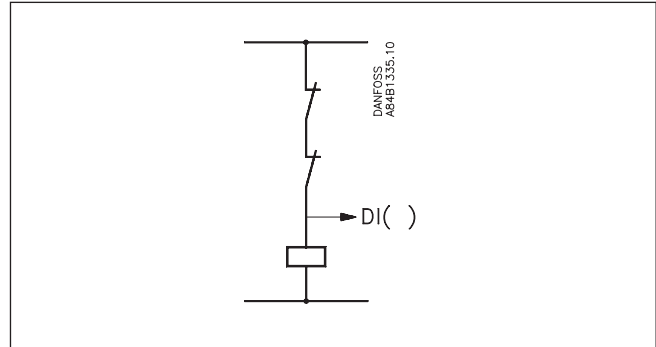
## Функции безопасности для конденсатора

### Сигнал аварийной защиты вентилятора и преобразователя частоты

Контроллер может получать сигналы о состоянии контура безопасности каждой ступени отдельного конденсатора.

Сигнал берётся непосредственно с контура безопасности и подсоединяется ко входу «DI».

В случае разрыва контура безопасности контроллер выдаёт аварийный сигнал.



### Мониторинг максимального давления конденсации (Pc)

Эта функция включает все ступени конденсатора и отключает одну за другой ступени компрессора, если давление конденсации становится выше разрешённого. Предел отключения может быть определён в диапазоне от -30 до +100 °C.

Давление конденсации измеряется преобразователем давления Pc\_.

Эта функция включается в работу, когда величина становится на 3 К ниже заданной. В этот момент вся производительность конденсатора включается и одновременно 33% производительности компрессора выключается (но минимум одна ступень). Это повторяется каждые 30 секунд. Активируется аварийное реле.

Если температура (давление) поднимется до установленной предельной величины, произойдёт следующее:

- все ступени компрессора немедленно отключатся
- производительность конденсатора останется включённой
- функция «начало впрыска» (Inject ON) будет активирована.

Аварийный сигнал будет снят, когда температура (давление) упадёт на 3 К ниже предельной величины в течение 60 секунд.

Новое включение ступеней компрессора разрешено, когда соблюдаются следующие условия:

- температура (давление) падает на 3 К ниже предельной величины
- задержка времени для нового включения истекла

### Задержка времени

После отключения регулирование не может быть возобновлено, пока не истечёт задержка времени.

Задержка времени начинается, когда температура опять упадёт на 3 К ниже предельной величины.

---

### **Интеллектуальное обнаружение неисправности (FDD) при прохождении потока воздуха конденсатора**

Контроллер собирает информацию с средств управления конденсатором и отслеживает, уменьшение производительности конденсатора. Наиболее частыми причинами этого являются:

- постепенное накопления грязи на лопатках вентилятора
- инородное тело в канале всасывания
- остановка вентилятора

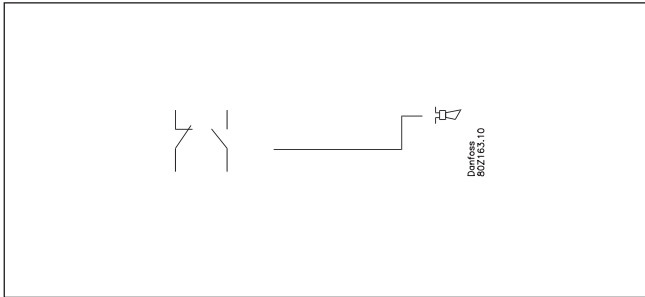
Эта функция требует получение сигнала с датчика наружной температуры (Sc3), и чтобы все используемые ступени компрессора были идентичны.

Чтобы обнаружить накопление грязи, необходимо настроить функцию мониторинга для соответствующего конденсатора. Это достигается настройкой функции, когда конденсатор чист. Такая настройка должна начинаться до того, как установка запускается в работу.

## Прочее

### Общие аварийные входы

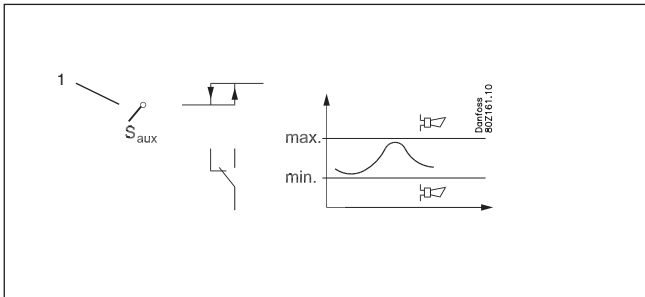
Любой аварийный вход прибора можно использовать для контроля внешнего аварийного сигнала.



Внешнему сигналу можно присвоить ему имя и сопроводить текстом, указывающим вид неисправности. Можно также выполнить настройку времени задержки при выдаче аварийного сигнала.

### Общие функции термостата

Эти функции можно использовать для аварийного контроля температур холодильной установки или для двухпозиционного регулирования (Вкл/Откл.). Как пример, их можно использовать для контроля работы вентилятора в компрессорном отсеке.



1 – Дополнительный датчик температуры

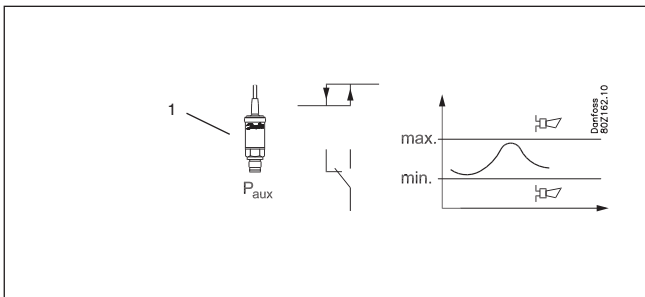
Регулятор может использовать для этой цели один из датчиков температуры, применяемых для регулирования (Ss, Sd, Sc3, Shrec) или дополнительные датчики (Saux1, Saux2, Saux3, Saux4).

В этом случае задаются предельные значения температур, при которых включается или отключается аварийный сигнал. Предельные значения могут задаваться как для низкой, так и для высокой температуры с настройкой задержки выдачи каждого аварийного сигнала. Подача аварийного сигнала на выход регулятора зависит от фактического значения температуры, показанной датчиком.

Данную функцию регулятора температуры можно использовать для конкретного назначения, т.е. присвоить регулятору имя и дать текст, указывающий вид неисправности.

### Общие функции прессостата

Эти функции можно использовать для аварийного контроля давления в холодильной установке или для двухпозиционного регулирования (Вкл/Откл.).



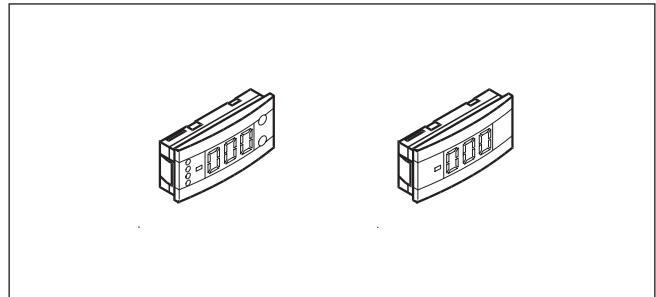
1 – Дополнительный датчик давления

Регулятор может использовать для этой цели один из датчиков давления, применяемых для регулирования (P0, Pc) или дополнительные датчики (Paux1, Paux2, Paux3).

В этом случае задаются предельные значения давлений, при которых включается или отключается аварийный сигнал. Предельные значения могут задаваться как для низкого, так и для высокого давления с настройкой задержки выдачи каждого аварийного сигнала. Подача аварийного сигнала на выход регулятора зависит от фактического значения давления, показанного датчиком.

Данную функцию регулятора давления можно использовать для конкретного назначения, т.е. присвоить регулятору имя и дать текст, указывающий вид неисправности.

### Вывод на дисплей давления всасывания и конденсации



К контроллеру можно подсоединить один или два независимых дисплея. Подсоединение осуществляется при помощи кабеля со штекерным разъемом. Дисплей можно установить на щите управления.

На дисплей можно выводить давление всасывания и конденсации, продолжая управление установкой через меню программы "AK2-Service Tool".

---

## Неиспавность датчиков

---

Если регистрируется отсутствие сигнала с одного из подключённых датчиков температуры или преобразователей давления, выдаётся аварийный сигнал.

- При неисправности датчика давления P0 эксплуатация установки будет продолжаться с использованием 50% мощности компрессоров в «дневном» режиме и 25% мощности компрессоров в «ночном» режиме без ее изменения (в контроллерах АК2-PC311 процент использования мощности компрессоров можно задавать).
- Если присутствует ошибка Pс, будет включено 100% производительности конденсатора, но регулирование компрессора останется нормальным.
- Если присутствует ошибка на датчике Sd, мониторинг безопасности температуры сбрасываемого газа будет прерван.
- Если присутствует ошибка на датчике Ss, мониторинг перегрева на линии всасывания будет прерван.
- Если присутствует ошибка на датчике наружной температуры Sc3, работа функции «FDD» прекратится. Невозможно также будет осуществлять регулирование с настройкой изменяемого давления конденсации. Вместо этого в качестве настройки используется минимальное значение PC.