

На работу спиральных компрессоров влияет много параметров, которые необходимо контролировать для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации агрегатов.

В данном разделе обсуждаются некоторые из этих параметров и даются рекомендации по правильному использованию устройств защиты.

- **Хладагенты и масло**
- **Электропитание электродвигателей**
- **Температура окружающего воздуха**
- **Параметры эксплуатации** (температуры кипения, конденсации и температура всасываемого газа)

Хладагенты и масло

Введение

При выборе хладагента принимайте во внимание следующие обстоятельства:

- Законодательные акты (действующие и рассматриваемые)
- Безопасность
- Границы эксплуатации, связанные с условиями работы оборудования
- Холодопроизводительность и эффективность

• Рекомендации и руководства по эксплуатации производителя компрессора

На окончательный выбор хладагента оказывают влияние дополнительные факторы:

- Влияние на окружающую среду
- Стандартизация хладагентов и масел
- Стоимость хладагента
- Наличие хладагента на рынке

R22

Хладагент R22 – это гидрохлорфторуглеродное соединение (ГХФУ), которое широко используется в настоящее время. Он имеет некоторый, хотя и небольшой, озоноразрушающий потенциал (ODP). Начиная с 1 января 2010 г. использование чистого хладагента R22 в странах Евросоюза за-

прещено. Обратитесь к руководству FRCC.EN.049 относительно рекомендаций по R22. Заправка холодильных установок хладагентом R22 ведет к повышению температуры нагнетания. Внимательно изучите все параметры, которые влияют на температуру нагнетания.

R407C

Хладагент R407C – это гидрофторуглеродное соединение (ГФУ), которое имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP = 0). R407C – это зеотропная смесь, которая имеет

температурное «скольжение» 7,4°C, однако обладает превосходными термодинамическими свойствами по сравнению с R22.

R134a

Хладагент R134a – это гидрофторуглеродное соединение (ГФУ), которое имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP = 0). R134a – это беспримесный хладагент, который не имеет

температурного «скольжения». R134a является идеальным хладагентом для работы в условиях высоких температур кипения и конденсации.

R404A

Хладагент R404A – это гидрофторуглеродное соединение (ГФУ), которое имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP = 0). R404A особенно хорошо работает в установках с низкой температурой кипения, но также может использоваться в системах со средней температурой кипения. Хладагент R404A – это смесь хладаген-

тов, он имеет небольшое температурное скольжение и поэтому должен заправляться в жидкой фазе, но во всех других случаях этим скольжением можно пренебречь. Благодаря небольшому температурному скольжению хладагент R404A часто называют квазизеотропной смесью.

R507

Хладагент R507 – это гидрофторуглеродное соединение (ГФУ), с термодинамическими свойствами, сравнимыми со свойствами хладагента R404A. Хладагент R507 имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP = 0). Как и R404A,

хладагент R507 особенно хорошо подходит для работы при низких температурах кипения, но также может использоваться в системах со средней температурой кипения. R507 – это азеотропная смесь без температурного скольжения.

Минеральное масло

Минеральное масло может применяться в холодильной системе с использованием хладагента ГХФУ, поскольку оно имеет хорошую смешиваемость с ним. Масло, которое остается в компрессоре с хладагентом, не задерживается в трубопро-

водах или теплообменниках. Хлор, содержащийся в ГХФУ, вместе с минеральным маслом улучшает маслянистость в подшипниках. Минеральное масло мало гигроскопично, но может химически взаимодействовать с водой и образовывать кислоты.

Масло POE

Полиэфирное масло (POE) имеет хорошую смешиваемость с ГФУ (в отличие от минерального масла), но оно должно оцениваться согласно смазывающей способности в компрессорах. Масло POE имеет лучшую тепловую устойчи-

вость, чем минеральное масло. POE более гигроскопично и сильнее удерживает влагу по сравнению с минеральным маслом. Оно также химически взаимодействует с водой, образуя кислоты и спиртов.

Электропитание электродвигателей

Спиральные компрессоры серии SM/SY/SZ работают при номинальном напряжении электропитания, указанном на стр. 17. Эксплуатация компрессоров при пониженном или повышенном напряжении разрешается внутри указанно-

го диапазона напряжений. В случае работы при пониженном напряжении должно быть уделено особое внимание силе тока и средствам, облегчающим запуск однофазных компрессоров.

Температура воздуха

Компрессоры серии SM/SY/SZ могут работать при температуре воздуха от -35 до 63°C (для моделей SM/SZ 084-185) и от -35 до 53°C (для моделей SM/SZ 240-380). Они полностью

охлаждаются всасываемым газом и не требуют вентиляторов для обдува. Температура окружающего воздуха оказывает незначительное влияние на производительность компрессора.

Высокая температура окружающего воздуха

В случае замкнутого пространства при высокой температуре окружающего воздуха рекомендуется проверять температуру силовых проводов и ее соответствия техническим характеристикам изоляции.

В случае срабатывания внутренних устройств защиты от перегрузки, компрессор перед повторным включением должен охладиться до температуры около 60°C. Высокая температура окружающего воздуха может значительно замедлить процесс охлаждения.

Низкая температура окружающего воздуха

Несмотря на то, что компрессор может работать при низкой температуре воздуха, к системе могут быть предъявлены особые

требования по обеспечению безопасности и надежности работы (см. раздел «Работа компрессора в особых условиях эксплуатации»).

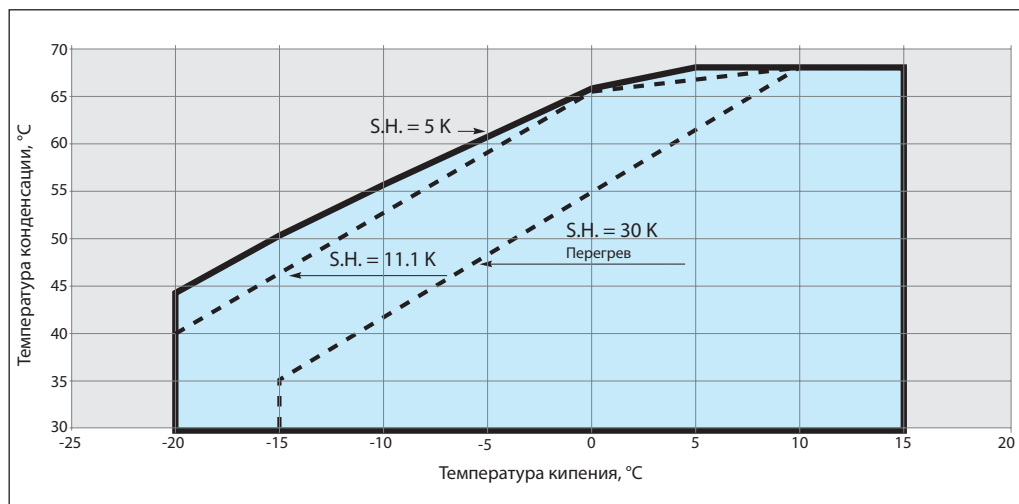
Область эксплуатации

Границы области эксплуатации спиральных компрессоров серии SM/SY/SZ представлены на рисунках внизу, где температуры конденсации и кипения представляют диапазон для устойчивого режима работы. При кратковременных условиях, таких как запуск и оттайка в режиме теплового насоса, компрессор может функционировать в течение короткого периода времени вне этой области эксплуатации. На данных рисунках изображены границы области эксплуатации компрессоров серии SM/SY с хладагентом R22 и серии SZ с хладагентами R407C, R134a, R404A и R507C. Рабочие границы служат для определения об-

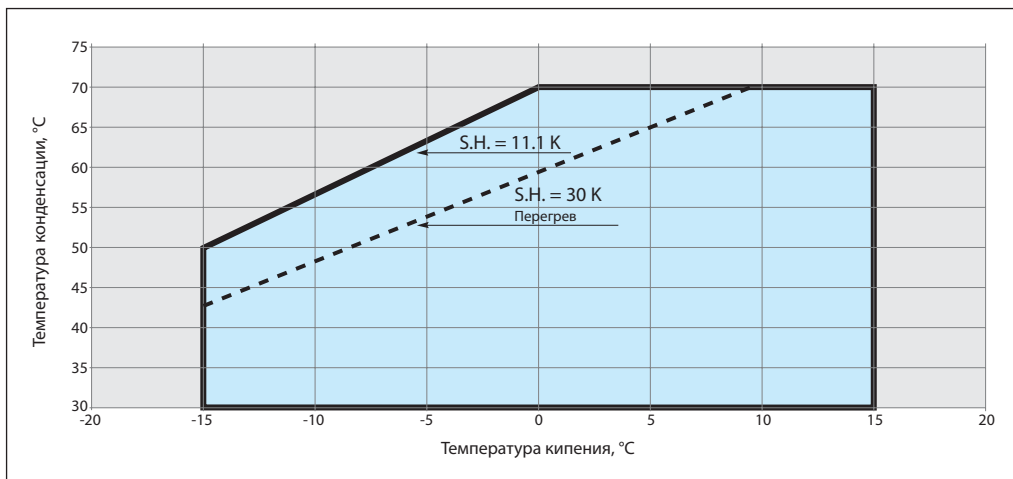
ласти эксплуатации, в пределах которой гарантируется надежная работа компрессора:

- Максимальная температура нагнетания: +135°C
- Во избежание выброса жидкого хладагента из испарителя работа компрессора при величине перегрева всасываемого газа ниже 5 K (10 K для хладагента R407C) не рекомендуется.
- Максимальный перегрев газа на всасывании: 30 K.
- Минимальные и максимальные температуры кипения и конденсации определяются в соответствии с областью эксплуатации компрессора.

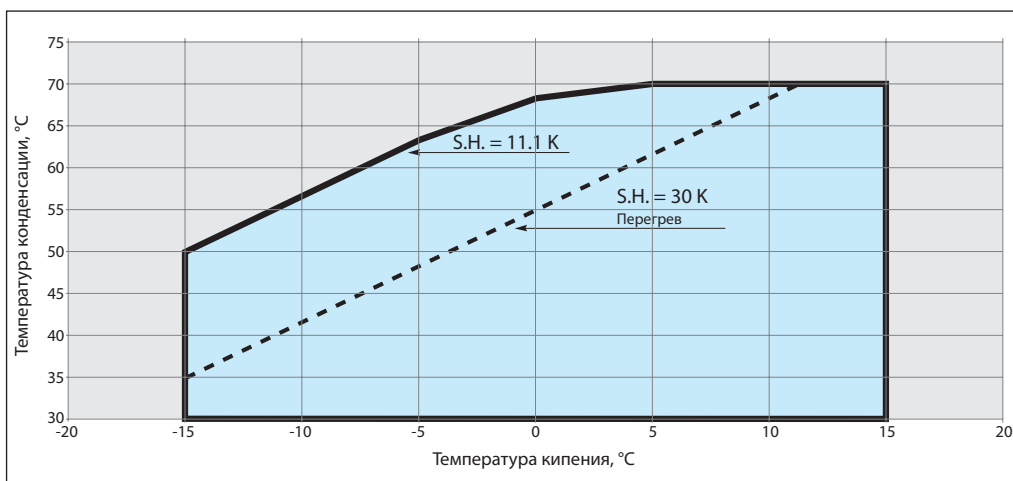
Область эксплуатации компрессоров SM 084-185 и SY 185-380 с хладагентом R22



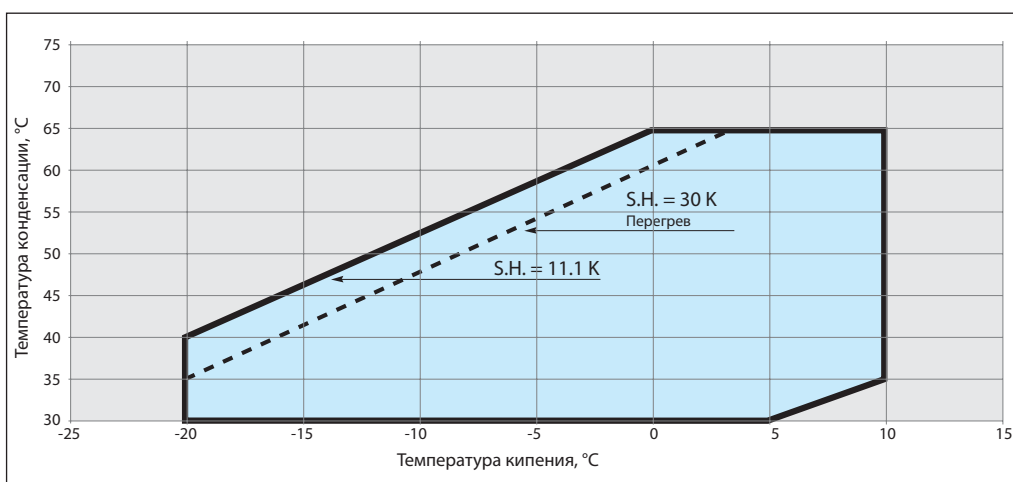
Область эксплуатации компрессоров SZ 084-185 с хладагентом R134a



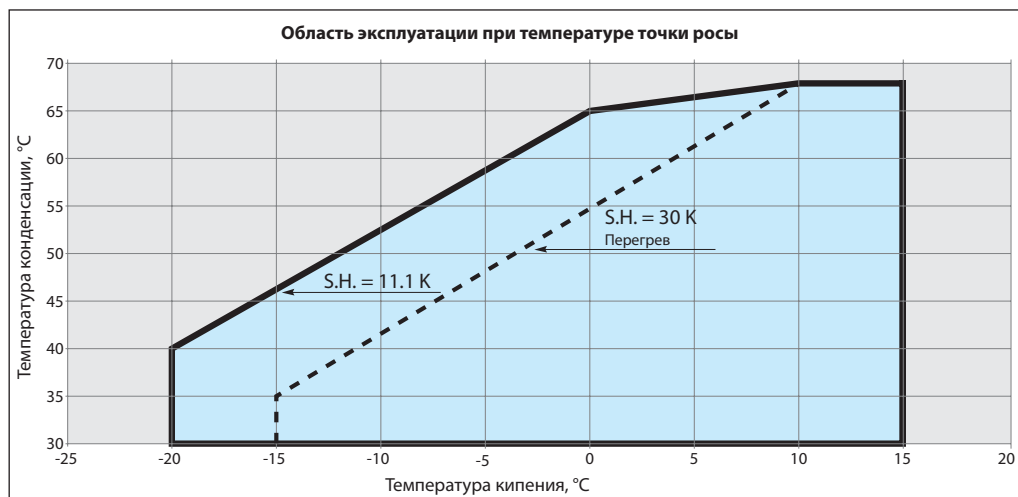
Область эксплуатации компрессоров SZ 240-380 с хладагентом R134a



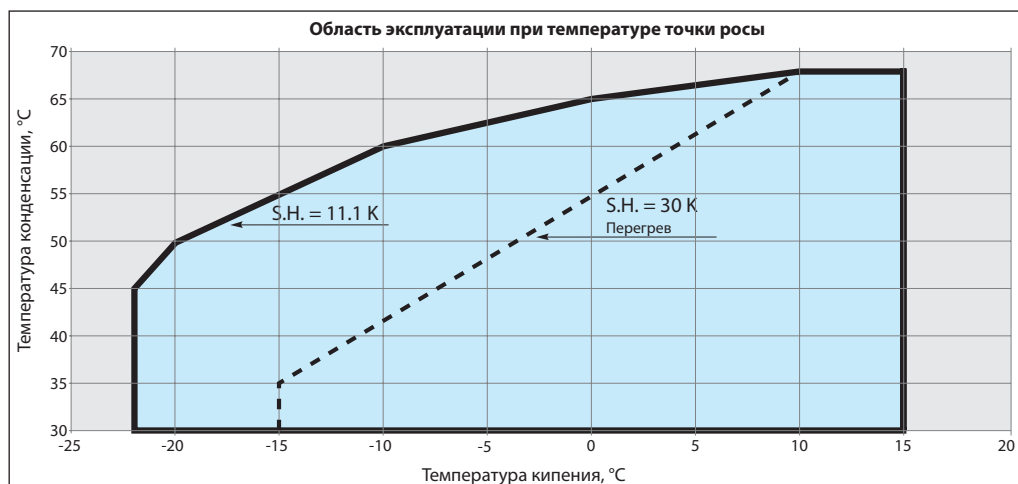
Область эксплуатации компрессоров SZ 084-185 с хладагентами R404A / R507A



Область эксплуатации компрессоров SZ 084-185 и SY 185 с хладагентом R407C при температуре точки росы (см. пояснения на стр. 28)



Область эксплуатации компрессоров SZ 240-380 и SY 240-300 с хладагентом R407C при температуре точки росы (см. пояснения на стр. 28)



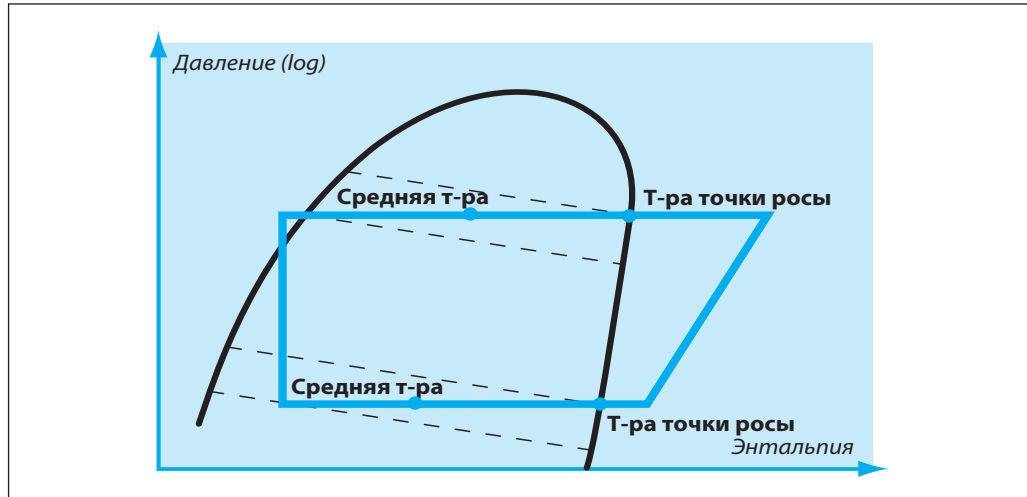
Границы области эксплуатации компрессоров при средней температуре

Хладагент R407C – это зеотропная смесь, поэтому в испарителях и конденсаторах установок с хладагентом R407C проявляется эффект «температурного скольжения». В этом случае, говоря о температурах кипения и конденсации, необходимо указывать, какая это температура: температура точки росы или средняя температура. На рисунке, приведенном ниже, штриховые линии представляют собой линии постоянной температуры (изотермы). Они не

соответствуют линиям постоянного давления (изобарам). В термодинамическом цикле с хладагентом R407C средние температуры обычно на 2–3°C ниже, чем температуры точки росы. В данном руководстве по эксплуатации фирма Данфосс использует температуру точки росы.

В таблицах производительности компрессоров с хладагентом R407C за основу также взяты значения температуры точки росы.

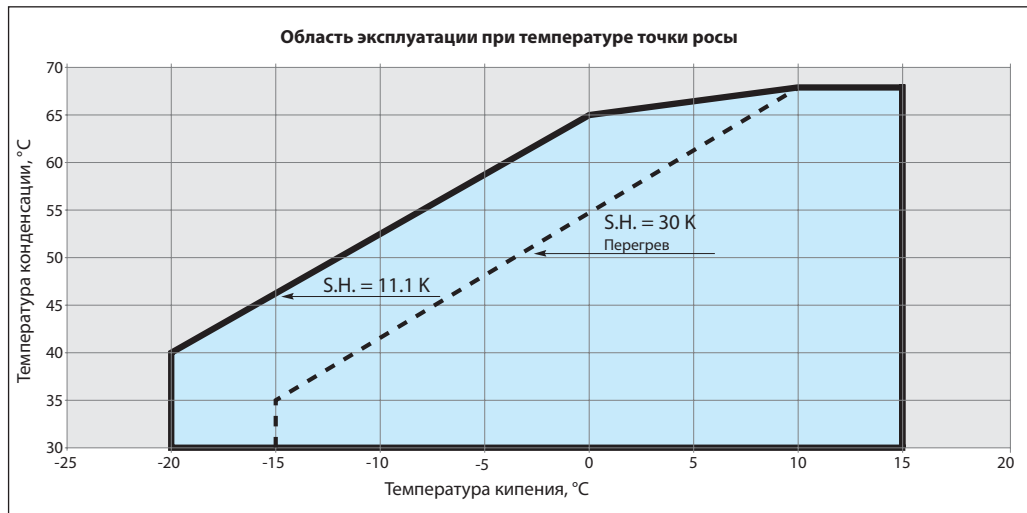
Температура точки росы и средняя температура для хладагента R407C



Рисунки, приведенные ниже, демонстрируют разницу между областью эксплуатации компрессора при средней температуре и температуре точки росы.

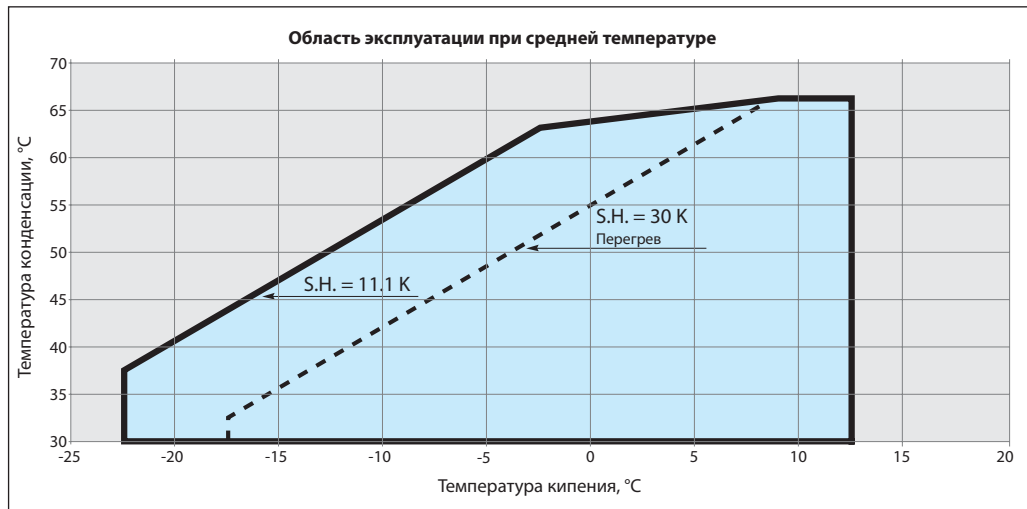
Область эксплуатации при температуре точки росы

Пример для компрессоров SZ 084 – SZ 185



Область эксплуатации при средней температуре

Пример для компрессоров SZ 084 – SZ 185



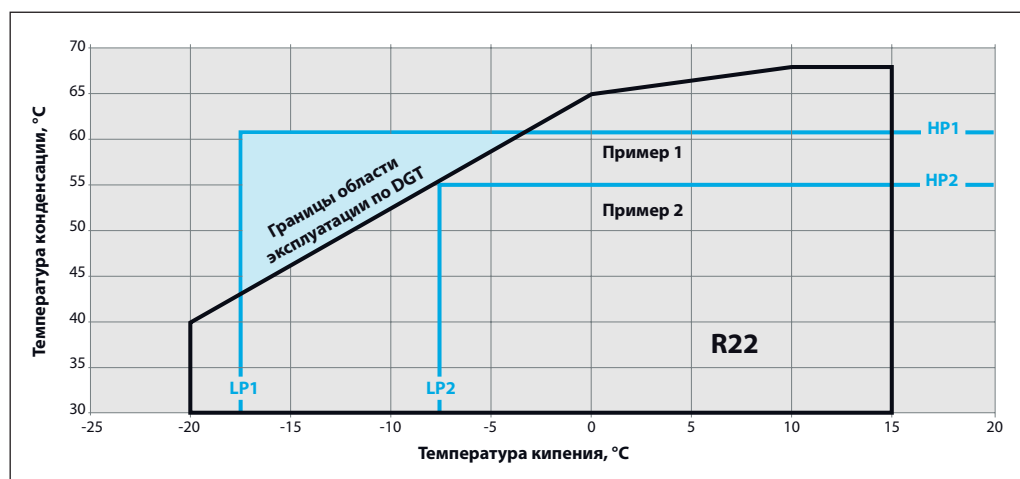
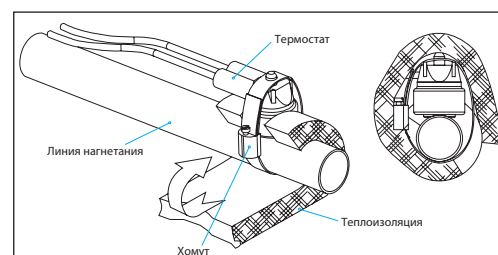
Защита компрессора по температуре газа на линии нагнетания

Максимальная температура газа на линии нагнетания не должна превышать 135°C. Комплект принадлежностей термостата нагнетаемого газа включает все компоненты, необходимые для установки, как показано на рисунке. Термостат должен присоединяться к линии нагнетания в пределах 150 мм от порта нагнетания газа. Термостат должен иметь хорошую изоляцию и быть надежно закреплен на трубопроводе.

Защита компрессора от высокой температуры газа на линии нагнетания (DGT) необходима, если настройки реле высокого и низкого давления не обеспечивают работу компрессора в пределах разрешенной зоны эксплуатации. На примерах внизу показано, когда защита DGT необходима (пример 1), а когда ее можно не устанавливать (пример 2).

Устройство защиты компрессора от высокой температуры газа на линии нагнетания должно устанавливаться на все тепловые насосы. В реверсивных тепловых насосах типа «воздух-воздух» и «воздух-вода» температура нагнетания должна проверяться во время испытаний разработок на заводском оборудовании.

Компрессор не должен переходить в циклический режим работы по сигналам термостата на линии нагнетания. Продолжительная работа за пределами области эксплуатации компрессора может привести к выходу его из строя.



Пример 1 (R22, SH = 11 K)
 Настройка реле низкого давления:
 LP1 = 1.8 бар изб. (-17°C)
 Настройка реле высокого давления:
 HP1 = 25 бар изб. (62°C)
 Компрессор может выйти за границы области эксплуатации. Необходима защита DGT.

Пример 2 (R22, SH = 11 K)
 Настройка реле низкого давления:
 LP2 = 2.9 бар изб. (-7°C)
 Настройка реле высокого давления:
 HP2 = 21 бар изб. (55°C)
 Компрессор работает в пределах границ области эксплуатации. Защита DGT не требуется.

Защита по высокому и низкому давлению Защита по высокому давлению

Для того чтобы выключить компрессор, как только давление на линии нагнетания превысит допустимые величины, указанные в таблице на следующей странице, необходимо установить предохранительное реле высокого давления (HP). Реле высокого давления следует настроить на наименьшее значение давления, которое зависит от характера работы компрессора и условий окружающей среды. Чтобы предотвратить циклические включения

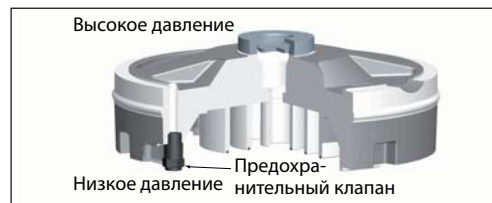
и отключения компрессора вблизи верхнего предела по давлению, реле высокого давления необходимо устанавливать либо в цепи блокировки, либо использовать реле с ручным возвратом в исходное состояние (сбросом). При наличии сервисного клапана (ротолок) на стороне нагнетания компрессора реле высокого давления следует подсоединять к штуцеру, предназначенному для манометра.

Внутренний предохранительный клапан

Компрессоры моделей от SY/SZ 240 до SY/SZ 380 оборудованы встроенным предохранительным клапаном, который соединяет стороны высокого и низкого давления компрессора при повышении разности давления между ними до 31–38 бар.

Предохранительный клапан предназначен для уменьшения крайне высоких давлений на линии

нагнетания, которые могут возникнуть в случае, если реле высокого давления не сработало.



Защита по низкому давлению

В системах со спиральными компрессорами необходимо использовать **реле защиты по низкому давлению (LP)**. Работа компрессора в условиях глубокого вакуума может привести к повреждениям, связанным с нестабильной работой и с возникновением электрической дуги внутри электродвигателя. Спиральные компрессоры Performer® имеют высокую объемную производительность и могут создавать глубокий вакуум, который инициирует эту дугу. Минимальные значения настройки реле низкого давления (реле по-

тери заправки хладагента) приведены в таблице. Для систем без цикла вакуумирования реле низкого давления должно представлять собой или блокировочное устройство с ручной настройкой, или автоматическое реле, установленное в цепь блокировки. Допустимые отклонения от точки настройки не должны позволять компрессору работать в условиях вакуума. **Значения настройки реле низкого давления для работы в циклах вакуумирования** с автоматической переустановкой также приведены в таблице ниже.

	R22 бар (изб.)	R407C бар (изб.)	R134a бар (изб.)	R404A/R507A бар (изб.)
Диапазон рабочего давления со стороны высокого давления	10.9 - 27.7	10.5 - 29.1	6.7 - 20.2	12.7 - 32
Диапазон рабочего давления со стороны низкого давления	1.4 - 6.9	1.1 - 6.4	0.6 - 3.9	2 - 7.3
Установка защитного реле по высокому давлению	28	29.5	20.5	32.5
Установка защитного реле по низкому давлению *	0.5	0.5	0.5	0.5
Установка реле для работы с циклом вакуумирования по низкому давлению **	1.3	1.0	0.5	1.8

* Недопустимо эксплуатировать компрессор без защитного реле низкого давления. Оно не должно иметь задержки времени срабатывания.

** Рекомендуемые настройки реле для работы в цикле с вакуумированием: на 1.5 бар (R22, R407C, R404A) или 1 бар (R134a) ниже номинального давления кипения.

Помните, что эти два разных реле низкого давления также требуют разных настроек. Настройка реле для работы с циклом вакуумирования по минимальному давлению всегда должна находиться в пределах области эксплуатации, например, 1.3 бара (изб.) для R22. При таком условии компрессор может эксплу-

атироваться полный рабочий день. Настройка защитного реле по минимальному давлению может быть вне области нормальной эксплуатации компрессора. Установленное значение должно достигаться в исключительных (чрезвычайных) ситуациях, например, 0.5 бара (изб.) R22.

Ограничение по частоте рабочих циклов (защита от работы короткими циклами)

Для ограничения количества циклов включения компания Данфосс рекомендует устанавливать реле задержки времени (таймер). Таймер защищает также электродвигатель компрессор от обратного вращения, которое может произойти при кратковременном сбое электропитания. Система должна быть спроектирована таким образом, чтобы было обеспечено минимальное рабочее время компрессора (2 минуты), гарантирующее достаточное охлаждение электродвигателя после его включения и надежный возврат масла в компрессор. Помните, что количество возвращаемого масла может меняться, т.к. оно определяется конструкцией системы. В зависимости от типа холодильной установки в течение часа должно происходить не более 12 включений компрессора. Больше число включений уменьшает срок службы компрес-

сора. При необходимости используйте в цепи управления реле задержки времени, исключающее короткие циклы работы. Подсоединяйте его, как показано в схеме «Рекомендуемая электрическая монтажная схема». При этом рекомендуется устанавливать 3-х минутную (180 сек.) задержку пуска компрессора. Обратитесь в службу технической поддержки компании Данфосс при наличии расхождений с этими рекомендациями.

