

На работу спиральных компрессоров Н серии 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

PVE

Поливинилэфирное масло (PVE) – это современное холодильное масло для систем с гидрофторуглеродными (ГФУ) хладагентами. Масло PVE также гигроскопично, как и полиэфирное масло POE, но PVE химически не взаимодействует с водой, не образует кислот и легко сливается из компрессоров.

Технология изготовления компрессоров Н серии в сочетании с использованием масла PVE обеспечивает высокую надежность работы и длительный срок службы компрессора. Масло PVE совместимо с хладагентом R22, что позволяет устанавливать компрессор Н серии в системы с разными хладагентами.

Алкилбензолное масло

Алкилбензолное масло используется в системах с гидрохлорфторуглеродными (ГХФУ) хладагентами (R22). По сравнению с минеральным маслом оно имеет определенные преимущества: отличную смешиваемость, отличную тепловую стойкость, совместимость с минеральными маслами и стабильные характеристики.

Компрессоры Н_М серии, заправленные алкилбензолным маслом, представляют экономически хорошую альтернативу компрессорам Н серии в районах, где еще используется хладагент R22. Компрессоры Н серии однако, не могут использоваться с ГФУ хладагентами.

Тип масла

Спиральные компрессоры Данфосс заправляются маслом в заводских условиях. Тип масла указан в таблице внизу.

Компрессоры	Тип масла
HRM / HLM / HCM	Алкилбензолное
HRP / HLP / HCP	PVE (поливинилэфирное)
HRH / HLH	PVE (поливинилэфирное)
HLJ/HCL	PVE (поливинилэфирное)

Начиная с 31 недели 2009 г. серии компрессоров HRP/HLP/HCP и HRH/HLH стали заправлять маслом PVE вместо POE. В

компрессорах, произведенных до этой недели, еще использовалось масло POE, а также оно имелось в складских запасах, пока не было полностью реализовано. Данное изменение привело к стандартизации лучшего масла в целях надежной работы компрессора. Замену марки масла 320HV PVE можно использовать для дозаправки или замены масла (см. раздел Принадлежности). Поскольку оно полностью смешивается с POE, Данфосс рекомендует 320HV независимо от первоначально заправляемого масла в компрессор.

Остаточная влага

Перед отгрузкой с завода каждый компрессор вакуумируется и заправляется сухим азотом. Максимальное количество воды, оставшееся

в компрессорах типа HRM, HRP047 и HRH040, составляет 232 мг, а в более мощных компрессорах – 340 мг.

Процесс приработки

Технология согласования спиралей компрессоров Н серии позволяет:

- исключить возможность гидроудара (радиальное согласование)
- иметь низкий пусковой момент (осевое согласование)

Когда компрессор новый, его характеристики не будут соответствовать наивысшим значениям. В

период приработки необходимо, чтобы спирали притерлись к друг к другу для уменьшения силы трения и перетечек. В период приработки потребляемая мощность чуть выше, но впоследствии приводится к номинальному значению. Опубликованные характеристики компрессора базируются на калометрических тестах во время приработке спиралей.

Электропитание электродвигателей

Спиральные компрессоры работают при номинальном напряжении электропитания, указанном на стр. 16. Эксплуатация компрессоров при пониженном или повышенном напряжении разрешается внутри

указанного диапазона напряжений.

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

Температура воздуха

Компрессоры могут работать при температуре воздуха от -35 до 50°C . 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

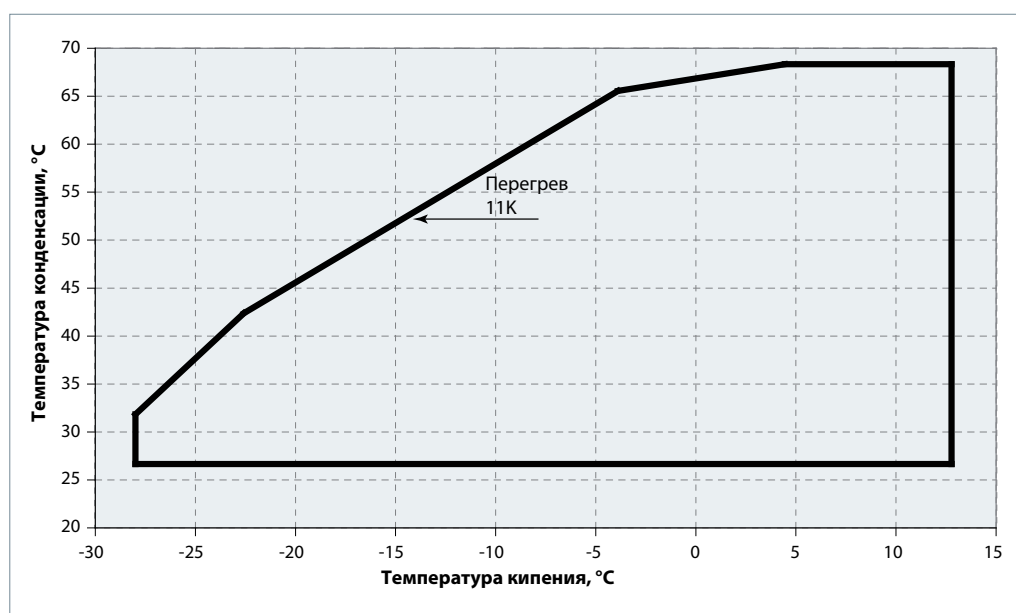
Границы области эксплуатации спиральных компрессоров Danfoss представлены на рисунках ниже, где температуры конденсации и кипения представляют диапазон для устойчивого режима работы. При кратковременных условиях, таких как запуск и оттаивание в режиме теплового насоса, компрессор может функционировать в течение короткого периода времени вне этой области эксплуатации.

На данных рисунках изображены границы области эксплуатации компрессоров моделей HR/HL/HC типа T или U с хладагентами R22, R407C и R410A. Рабочие границы служат для

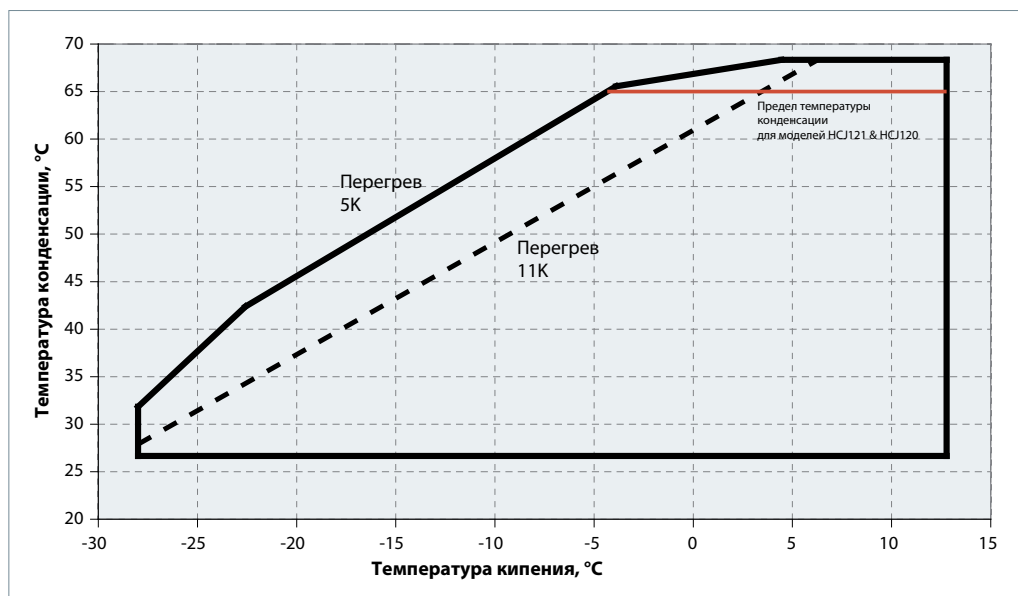
определения области эксплуатации, в пределах которой гарантируется надежная работа компрессора:

- Максимальная температура нагнетания: $+135^{\circ}\text{C}$
- Во избежание выброса жидкого хладагента из испарителя работа компрессора при величине перегрева всасываемого газа ниже 5 K не рекомендуется.
- Максимальный перегрев газа на всасывании: 30 K .
- Минимальные и максимальные температуры кипения и конденсации определяются в соответствии с областью эксплуатации компрессора.

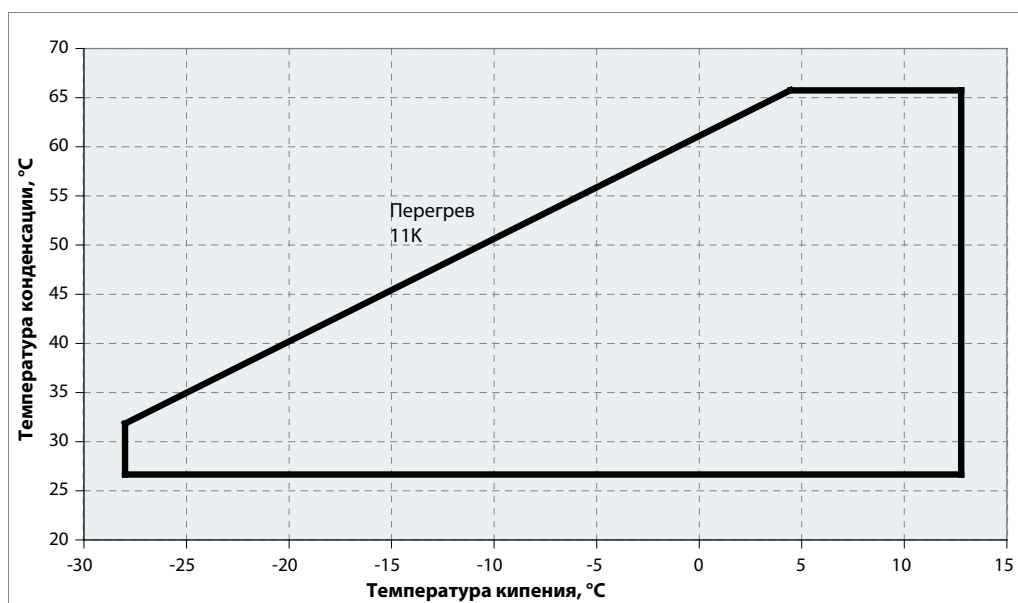
Модели компрессора типа T с хладагентами R22, R407C



**Модели компрессора
типа Т с хладагентом
R410A**



**Модели компрессора
типа U с хладагентами
R22, R410A**



Максимальная температура газа на линии нагнетания

Температура нагнетания зависит от температуры кипения, температуры конденсации и перегрева всасываемого газа. Температура газа на линии нагнетания должна контролироваться отдельной термпарой или термодатчиком, закрепленным на трубопроводе линии

нагнетания на расстоянии 15 см от компрессора. Максимальная температура газа на линии нагнетания при работе компрессора внутри разрешенной области эксплуатации не должна превышать 135°C.

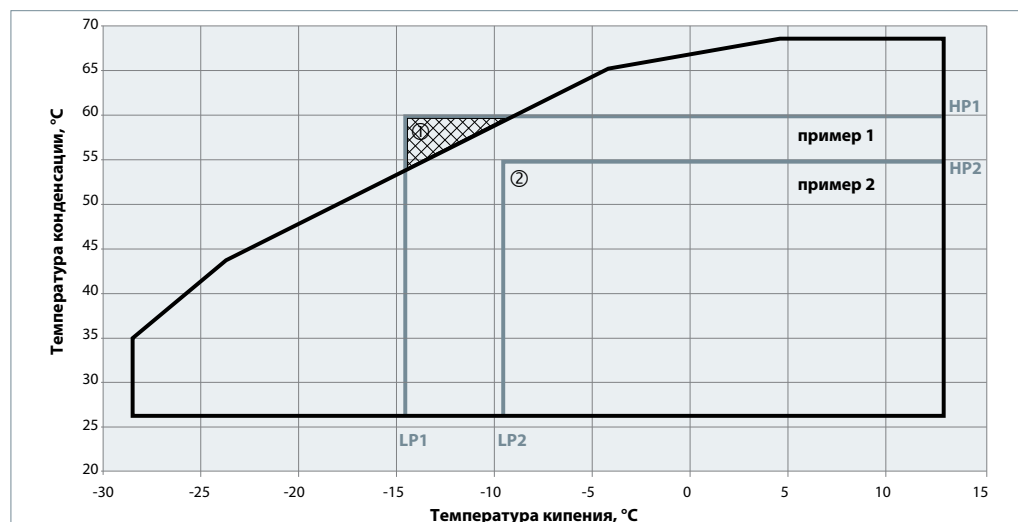
Защита компрессора от высокой температуры газа на линии нагнетания (DGT)

Эта защита 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 (номер 1), а когда ее можно не устанавливать (номер 2).

реле температуры газа (термостата) на линии нагнетания. Продолжительная работа за границами области эксплуатации компрессора может привести к выходу его из строя!

Дополнительные принадлежности для защиты от высокой температуры газа на линии нагнетания можно заказать в компании Данфосс (см. стр. 42).

Компрессор не должен переходить в циклический режим работы по сигналам



Пример 1 (R410A, SH = 11 K)

Настройка реле низкого давления:

LP1 = 5 бар изб. (-14°C)

Настройка реле высокого давления:

HP1 = 38.5 бар изб. (60°C)

① Реле низкого и высокого давления плохо защищают компрессор от работы за пределами области эксплуатации. Во избежание работы в заштрихованной зоне необходима защита DGT.

Пример 2 (R410A, SH = 11 K)

Настройка реле низкого давления:

LP2 = 6 бар изб. (-9°C)

Настройка реле высокого давления:

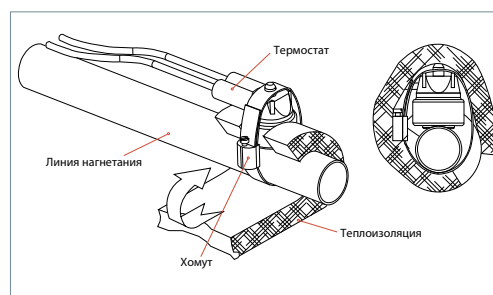
HP2 = 30.5 бар изб. (50°C)

② Реле низкого и высокого давления защищают компрессор от работы за пределами области эксплуатации. В защите DGT нет необходимости.

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.

Кодовый номер комплекта термостата нагнетаемого газа: 7750009.



Защита по высокому и низкому давлению

		R22	R407C	R410A
Диапазон рабочего давления со стороны высокого давления	бар (изб.)	10.9 - 27.7 ③	10.5 - 29.1 ③	15.8 - 44.5 ③
Диапазон рабочего давления со стороны низкого давления	бар (изб.)	1.4 - 6.9 ③	1.1 - 6.4 ③	1.9 - 10.8 ③
Установка защитного реле по максимальному давлению	бар (изб.)	29	30	45
Установка защитного реле по минимальному давлению ①	бар (изб.)	0.5	0.5	1.5
Установка реле для работы с циклом вакуумирования по минимальному давлению ②	бар (изб.)	1.3	1.0	2.3
Максимальное давление испытания	бар (изб.)	30	30	30

① Недопустимо эксплуатировать компрессор без защитного реле низкого давления.

② Рекомендуемые настройки реле для работы в цикле с вакуумированием: на 1.5 бар (R22, R407C) или 2.5 бар (R410A) ниже номинального давления кипения.

③ Зависит от модели компрессора, указанной на заводской табличке.

Защита по высокому давлению

Для того чтобы выключить компрессор, как только давление на линии нагнетания превысит допустимые величины, указанные в таблице выше, необходимо установить предохранительное реле высокого давления (НР). 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 по стороне нагнетания (ротолок) для высокого давления

всегда следует подключать к штуцеру для подключения манометра.

Примечание: поскольку потребляемая мощность спиральных компрессоров почти всегда прямо пропорциональна давлению нагнетания, регулирование высокого давления можно использовать для непрямого ограничения максимального тока питания. Однако, в любом случае, возможность регулирования высокого давления не должна заменять внешнюю защиту цепи питания.

Спиральные компрессоры HSM/HSP/HSC не имеют встроенного предохранительного клапана, поэтому реле высокого давления должно быть настроено на давление, не выше указанного в таблице выше.

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 имеют высокую объемную производительность и могут создавать глубокий вакуум, который инициирует эту дугу. Минимальные значения настройки реле низкого давления (реле потери 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 выше.

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 компрессора 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 быть не более 12 включений компрессора. Больше число включений уменьшает срок службы мотор-компрессорного агрегата. При этом рекомендуется устанавливать 3-минутный (180 сек.) перерыв в работе.