



Параллельное соединение холодильных спиральных компрессоров

Инструкция по эксплуатации

Параллельное соединение холодильных спиральных компрессоров.

1. Вступление

Параллельное соединение спиральных компрессоров имеет несколько преимуществ:

Эффективное регулирование производительности:

Если изменяется нагрузка или окружающие внешние условия, то компрессоры можно включать и отключать в зависимости от требований по холодопроизводительности. Это более эффективно, чем использование мощных полугерметичных компрессоров для работы при частичной нагрузке и позволяет экономить электроэнергию. Очень большие возможности открываются при использовании компрессоров различной холодопроизводительности.

Рабочие резервы:

Если один компрессор по какой-либо причине не может работать, необходимые выходные параметры системы часто могут поддерживаться с помощью остальных компрессоров.

Простота в обслуживании:

Если компрессор по какой-либо причине нужно заменить, компактные размеры и небольшой вес спиральных компрессоров позволяют сделать это сравнительно просто и менее трудоемко. Особенно данная проблема существенна для моделей с двигателями 3-6 л.с..

Совмещение нескольких режимов по температурам кипения:

Если необходимо контролировать две и более температуры кипения, каждый компрессор соединяется со своим испарителем, а конденсаторный контур – для всех единый. Такая конструкция позволяет более экономно расходовать энергию по сравнению с системой, работающей на едином (самом низком) давлении всасывания.

Параллельное соединение компрессоров не является новым, но у спиральных компрессоров нет масляного насоса высокого давления, и, следовательно, реле контроля смазки. Высокоэффективные подшипники с «тефлоновым» покрытием могут функционировать в течение некоторого времени в режиме масляного голодания, но при постоянной работе при больших перепадах давления, без смазки подшипники повредятся. Чтобы избежать этого и обеспечить необходимую защиту, необходимо придерживаться следующих рекомендаций.

2. Определения

Линия выравнивания масла – трубопровод, соединяющий картеры компрессоров на уровне масла или ниже его.

Регулятор – прибор, регулирующий уровень масла в допустимых пределах.

Заправка масла при поставке потребителю – масло, которым заправлен компрессор для поставки его потребителю.

Максимальный уровень масла – рекомендуемое максимальное количество масла. Если данное количество превышено, то это повлияет на уровень потребляемой энергии.

Минимальный уровень масла – минимальное рекомендуемое количество масла. При недостаточном количестве масла срок службы компрессора может сократиться.

Количество масла для повторной заправки – количество масла для повторной заправки компрессора после слива масла.

3. Модельный ряд

Наименование модели компрессора	Заправка маслом при поставке потребителю	Количество масла при повторной заправке
ZF06/ZS15	1,0	1,0
ZF08/ZS19/ZB19 (2HP)	1,0	1,0
ZF09/ZS21/ZB21 (3HP)	1,24	1,12
ZF11/ZS26/ZB26 (3,5HP)	1,24	1,12
ZF13/ZS30/ZB30 (4HP)	1,95	1,83
ZF15/ZS38/ZB38 (5HP)	1,95	1,83
ZF18/ZS45/ZB45 (6HP)	1,77	1,66
ZF24/ZS56 (7,5HP)	4,14	4,05
ZF33/ZS75 (10HP)	4,14	4,05
ZF40/ZS92 (13HP)	4,14	4,05
ZF48/ZS11M (15HP)	4,14	4,05

Замечание: В областях кондиционирования воздуха можно использовать центральные компрессоры типа ZR. Из-за ограничений рабочего диапазона, для холодильных систем такие компрессоры непригодны.

4. Определения для систем параллельного соединения

Если компрессоры необходимо объединить в центральную, нужно выключать и включать их независимо друг от друга для регулирования производительности. Существуют три основных определения для данного типа использования:

Контроль уровня масла.

Для достаточной смазки подшипников необходимо поддерживать адекватный уровень масла. Избыточный уровень масла может привести к неудовлетворительной работе, увеличению энергопотребления и избытку масла в системе.

Напряжения в трубах.

Если компрессоры установлены близко друг от друга, необходимо убедиться в том, что трубные соединения обладают достаточной упругостью. Если этого не сделать, то пусковой момент может привести к дополнительным напряжениям в местах соединения и, естественно, возникнет угроза утечек. Также необходимо избегать резонанса в трубах.

Одинаковое время работы.

Рекомендуется использовать определенный алгоритм, при котором каждый компрессор работает в течение одинакового времени.

5. Поддержание уровня масла в картере с помощью регуляторов.

Регулировка уровня масла в каждом отдельном компрессоре является самым безопасным методом. На каждый компрессор устанавливается регулятор, с помощью которого, в случае необходимости, подается масло. С помощью регулятора можно добавить масло, если оно возвращается из системы в недостаточном количестве. Благодаря наличию масляного резервуара, количество масла в системе может меняться. Сейчас установлено много спиральных компрессоров, которые работают с регуляторами. Установка таких приборов рекомендуется фирмой Копланд, рассматриваются различные варианты конструкций. Т.к. у спирального компрессора нет масляного насоса высокого давления и реле контроля смазки, то рекомендуется, чтобы система, регулирующая уровень масла, включала бы также и защиту, как будет представлено ниже. Для заправки системы маслом фирма Копланд рекомендует следующие марки масел:

НFC-хладагенты Mobil EAL Arctic 22 CC, ICI Emkarate RL 32 CF

HCFC-хладагенты Suniso 3GS

5.1 Масляный контур низкого давления.

Данный метод является традиционным для многих систем с поршневыми компрессорами. В масляном ресивере поддерживается давление, немного превышающее давление в картере компрессора, что позволяет ограничивать количество хладагента, растворяемого в масле в самом ресивере. В этом случае, при подаче масла в компрессор, если перепад давления будет незначительным, образуется небольшое количество пены в картере.

В качестве регуляторов можно использовать поплавковые регуляторы или другие приборы. Рекомендуется, чтобы регулятор был оснащен электрическим выходным контактом, который подключается к цепи управления и отключает компрессор, если уровень масла падает ниже минимального уровня и не поднимается в течение определенного времени (максимум 2 минуты). Такая конструкция обеспечивает защиту каждого компрессора в случае перебоев подачи масла.

Поплавковый регулятор в ресивере защищает только против недостаточного уровня масла в ресивере, но не от прекращения подачи масла к каждому компрессору, или от поломки самого компрессора.

Среди регуляторов, которые присутствуют на рынке, мы рекомендуем марки AC&R S9040 и ALCO OMA Traxoil.

При использовании регулятора нужно очень аккуратно выставлять уровень масла в верхней половине смотрового стекла. Если для подсоединения регулятора используется адаптер, то у регулятора может быть диаметр меньшего размера в сравнении с диаметром смотрового стекла, что может привести к погрешности при считывании уровня масла. При обслуживании таких систем важно дождаться стабилизации рабочих условий. Т.к. скорость циркуляции масла в системе со спиральными компрессорами низкая, процесс стабилизации его уровня в холодильных системах может занять некоторое время.

ALCO OMA Traxoil



Модель	Регулирование уровня масла
Функции: Заполнение маслом Аварийный сигнал Отключение компрессора	Да Да Да
Уставка	½ смотрового стекла
Включение/Время срабатывания реле отключения	120 сек
Режим повторного включения/Отсрочка по времени	Автоматический/ 13 сек
Соединение по маслу	Гайка ¼"
МОПD psi/bar	300/20,7
Максимальное рабочее давление psi/bar	400/27,6
Ток, напряжение	0,4А 125В 0,2А 250В
Тип катушки соленоида/Ватт	МСК-1/10Вт

5.2 Масляный контур высокого давления

Можно не применять отдельно масляный ресивер, если используется комбинированный отделитель/ресивер, но в этом случае масло должно находиться при давлении нагнетания. Таким образом, при попадании его в картер компрессора, оно вызовет усиленное пенообразование. По этой причине, желательно ограничить количество масла, попадающего в картер, когда клапан открыт. ALCO OMA Traxoil (см. рис.) пригоден для такого способа использования, а также доказал свою работоспособность при подаче масла под высоким давлением.

6. Линии выравнивания масла.

Более простые системы, в которых соединение картеров компрессоров осуществляется посредством труб, в которых нет систем контроля, являются очень привлекательными для использования. Они широко используются в системах кондиционирования воздуха, а также применяются и в холодильных установках. Также, такие системы могут использоваться в установках, включающих компрессоры, работающие на общей линии всасывания.

Если вариантов подачи масла в систему много, из-за различных условий в системе или оттайки, это может привести к недостаточной или избыточной подаче масла в компрессоры. Обычно, единственный способ проверки уровня масла - это проверка его через смотровое стекло. Если уровень масла выше смотрового стекла, определить, является ли количество масла в системе максимально допустимым, невозможно. Аналогичная ситуация будет и с уровнем масла, который ниже уровня смотрового стекла, поэтому существует опасность работы при недостаточном уровне масла.

Уравнительная линия между клапанами Шредера на компрессорах, регулирующая уровень масла в системе, является недостаточной, потому что при остановке части компрессоров давление в их корпусе возрастет, а масло будет попадать в работающие компрессоры. Клапан Шредера расположен ниже уровня смотрового стекла, поэтому нельзя будет определить реальный уровень масла в картере компрессора. Даже если все компрессоры будут постоянно работать одновременно, в результате небольшого перепада давлений эффект будет тот же.

Альтернативой является использование уравнительной линии в месте расположения смотрового стекла, что применяется в системах стандартной конструкции. Во всех остальных случаях делаются особые замечания, но из-за множества конструктивных особенностей систем и рабочих условий, такие случаи не получают подтверждения со стороны фирмы Копланд. Пользователь должен проверять работу каждой системы отдельно.

6.1 Линия выравнивания по давлению с соединительным патрубком в месте расположения смотрового стекла.

Линии всасывания больших размеров минимизируют объемы масла, проходящего по соединительному патрубку, но не исключают их. Использование масляного коллектора большого диаметра способствует снижению объемов масла в системе. Определенные конструкции линий выравнивания давления хладагента очень хорошо себя зарекомендовали, но их обязательно нужно тестировать.

6.2 Использование централей без регуляторов уровня масла в картере.



В целях снижения потребительских затрат фирма Копланд проводила испытания без активных систем контроля смазки. Тестирование проводилось для того, чтобы определить, какая конфигурация труб наиболее подходит для соответствующего поддержания уровня масла во всей центральной. Рассматривались только комбинация одинаковых (по размерам и семейству) двух и трех компрессоров в центральной на хладагентах R404A и R507. Удовлетворительно работать могут и другие конфигурации систем, которые ранее не тестировались в

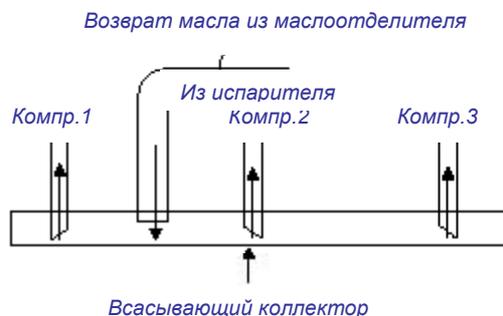
лабораториях фирмы Копланд, но для их активного применения необходимы консультации с инженерным персоналом фирмы.

Тестированные модельные ряды

ZS15K4E	ZB15KCE	ZF06K4E
ZS19K4E	ZB19KCE	ZF08K4E
ZS21K4E	ZB21KCE	ZF09K4E
ZS26K4E	ZB26KCE	ZF11K4E
ZS30K4E	ZB30KCE	ZF13K4E
ZS38K4E	ZB38KCE	ZF15K4E
ZS45K4E	ZB45KCE	ZF18K4E

6.3 Конфигурация линии всасывания

Проблема использования подходящего коллектора на линии всасывания, обеспечивающего соответствующее распределение возвращающегося хладагента и масла к каждому отдельному компрессору. Была подтверждена полноценная возможность использования несимметричной конструкции, представленной ниже, которая не создает проблем в распределении масла между компрессорами в системе.



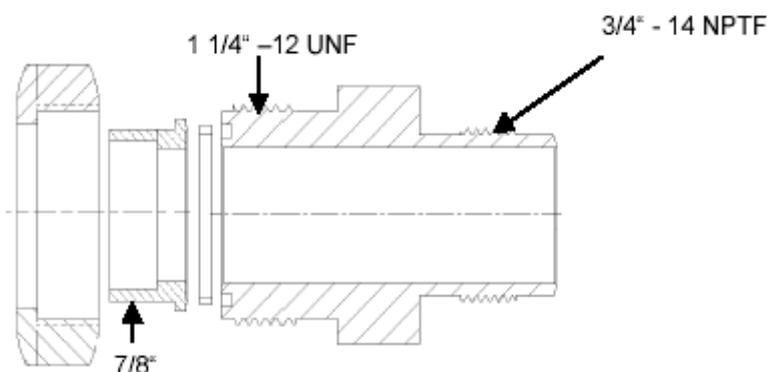
6.4 Линия выравнивания уровня масла

Для поддержания сбалансированного уровня масла между компрессорами можно устанавливать линию выравнивания уровня масла. В комплект входят адаптеры (№8538307), использующие фитинги взамен стандартного смотрового стекла + патрубок, размером, по крайней мере, 7/8" (с внутренним диаметром 19 мм).

Многочисленные тесты показали, что патрубки меньшего диаметра не поддерживают соответствующий сбалансированный уровень масла. В целях надежной работы всей системы необходимо использовать маслоотделитель, а линию возврата масла из маслоотделителя необходимо соединить с линией выравнивания уровня масла.

Если в системе не установлен маслоотделитель, масло возвращается в коллектор на всасывании и далее в линию всасывания каждого компрессора. При тестировании серьезных преимуществ системы с маслоотделителем по сравнению с системой, включающей коллектор на линии всасывания, не обнаружилось.

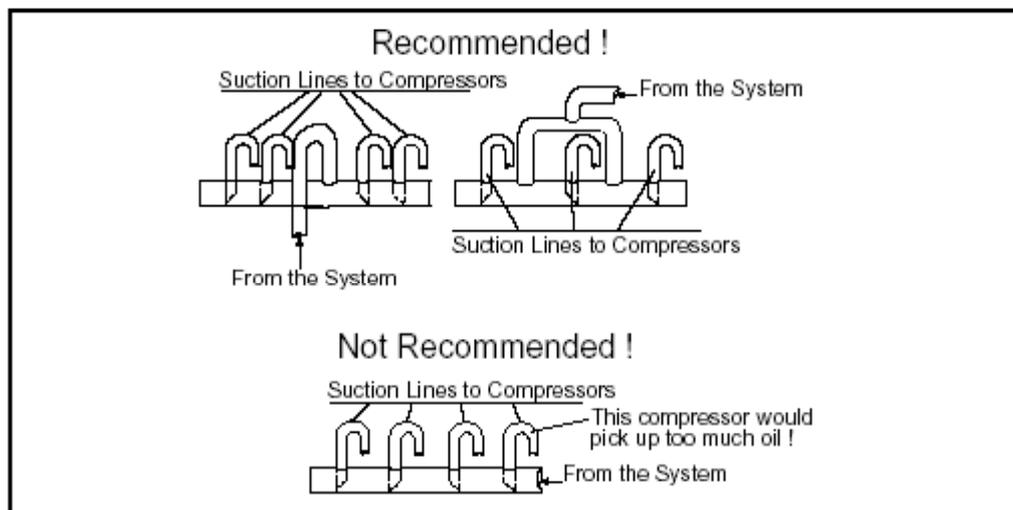
Адаптер для присоединения уравнивательной линии вместо смотрового стекла



7. Возврат масла к работающим компрессорам

Если скорость масла при его возврате в компрессор такая же, как и при выходе его из компрессора, тогда уровень масла поддерживается постоянным. Предпочтительно конструировать всасывающий трубопровод таким образом, чтобы масло, которое возвращается в смеси с газом, попадало только в работающие компрессоры. Это можно сделать несколькими способами. Однако самым простым способом является использование коллектора на линии всасывания с вертикальными патрубками от каждого компрессора, с помощью которых

поддерживается достаточная скорость подъема масла. На рисунке представлены конструкции, которые считаются наиболее подходящими, но каждая должна проходить тестирование. В некоторых системах соответствующий уровень масла надо поддерживать постоянно, но при этом аварийный переключатель на случай уноса масла из компрессора отсутствует.



8. Способы монтажа трубопроводов

8.1. Пусковой момент

Для стандартного монтажа спирального компрессора применяются мягкие резиновые прокладки. Они устанавливаются для погашения передачи возможных вибраций на раму. Благодаря упругости такого соединения, оно может гасить пусковые моменты компрессора.

Трехфазные двигатели для спиральных компрессоров имеют очень большой пусковой крутящий момент. Из-за отсутствия внутренних пружинных соединений, момент при включении статора передается непосредственно на корпус компрессора. Если используются стандартные опоры, то движения корпуса будут заметно различимы, причем такая ситуация является нормальной. Однако, если всасывающий и нагнетательный патрубки компрессора зафиксированы близко от рамы, или соединены с другим компрессором, трубы будут также принимать на себя движение при пуске двигателя, что приведет к дополнительным нагрузкам и поломке соединений трубопроводов.

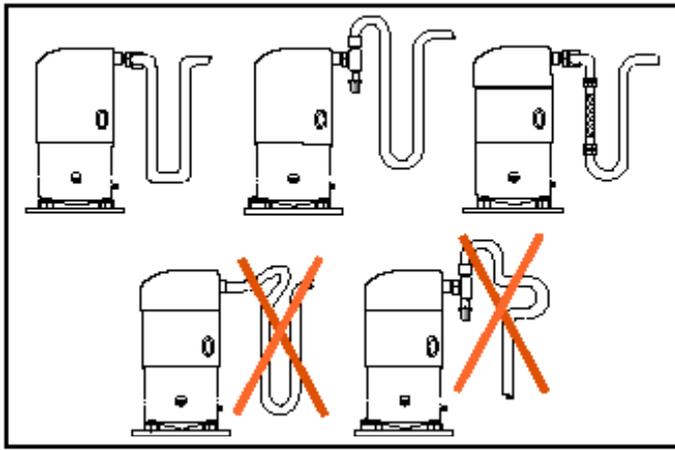
При конструировании централи, когда желательно располагать компрессоры как можно ближе друг от друга, такие проблемы необходимо учитывать и избегать их (см. также 8.3).

8.2. Резонанс

Импульс, возникающий на линии нагнетания, может вызвать резонанс в трубопроводе. Для отрезка трубы между компрессором и первым местом крепления трубопровода желательно избегать частоты от 45 до 55 Гц. Заранее, однако, такая ситуация не прогнозируется, поэтому, в случае ее возникновения, решением проблемы будет изменение конфигурации трубы.

8.3. Рекомендации для соединений трубопроводов и монтажа.

Во всасывающих и нагнетательных соединениях допускается некоторая упругость патрубков. Если используются стандартные опоры, перед тем как патрубок соединить с коллектором, необходимо присоединить к нему два отвода и вертикальную секцию. Раскачивание компрессора на опорах будет тестированием окончательной конструкции. Можно использовать и виброгасители, но при достаточной упругости труб это не принесет существенные изменения. Виброгасители должны устанавливаться на вертикальном участке трубопровода. Рекомендуются более жесткая опора в качестве альтернативы (см. рис. слева). Таким образом, нагрузки, передаваемые через опоры, могут быть увеличены, а дополнительные незначительные вибрации не будут проблемой для системы. По-прежнему желательно



устанавливать вертикальный участок трубопровода между компрессором и первой жесткой опорой. Это даст дополнительную упругость и снизит риск резонанса.

9. Дополнительные конструкторские рекомендации.

Пункты, представленные в Руководстве по эксплуатации, полностью применимы. Ниже представлены дополнительные рекомендации по централям.

9.1 Обратные клапаны и откачка

В центрах откачка не требуется и не применяется. Все спиральные

компрессоры оснащены обратными клапанами, модели типа ZF/ZS оснащены также динамическими нагнетательными вентилями. Следовательно, внешние обратные клапаны не требуются.

9.2 Теплообменники для компрессоров с впрыском пара.

Для централь может использоваться единый теплообменник. Пластинчатый теплообменник с единым контуром на жидкостной линии, и отдельными контурами со стороны пара, будет хорошим решением для системы (см. ниже). Обязательна установка соленоидных вентилях для того, чтобы хладагент не попадал в порт впрыска неработающего компрессора. Если используется теплообменник с единым контуром, соленоидные вентили нужно устанавливать со стороны линии кипения так, как показано на следующем рисунке. Для регулирования впрыска можно использовать ТРВ. В зависимости от конфигурации рабочий диапазон можно ограничить из-за более высоких температур кипения по сравнению с капиллярной трубкой. Обязательна установка термостатов со стороны нагнетания.

