

## **Параллельное соединение компрессоров**

### **1. Вступление**

### **2. Установочные параметры**

- 2.1. Высокая холодопроизводительность
- 2.2. Идеальное регулирование производительности
- 2.3. Несложный процесс разгруженного пуска
- 2.4. Работа в аварийном режиме

### **3. Рекомендации по вариантам конструкции**

- 3.1. Выравнивание по маслу и давлению
- 3.2. Система регулирования уровня масла
- 3.3. Контроль уровня масла
- 3.4. Коллектор на линии всасывания
- 3.5. Коллектор на линии нагнетания
- 3.6. Цикл отключения по низкому давлению
- 3.7. Маслоотделитель
- 3.8. Общая подача масла
- 3.9. Охлаждение компрессора
- 3.10. Установка

### **4. Чертежи**

- 4.1. Линии выравнивания по маслу и давлению
- 4.2. Запасные части
- 4.3. Система регулирования уровня масла

### **1. Вступление**

Работа компрессоров при параллельном соединении в основном характеризуется тем, что в одном холодильном контуре работают несколько компрессоров. Для таких установок необходимы специальные варианты конструкции для достижения максимально возможной надежности. При проектировании таких установок мы рассмотрим следующую информацию.

В данном бюллетене обсуждаются конструктивные варианты для соединения одноступенчатых компрессоров. Здесь нет информации полезной для принятия решения «за и против» систем параллельного соединения компрессоров. Только квалифицированный инженер может принять решение, о том, какие варианты конструкции будут приняты в конкретных условиях. Дополнительно необходимо заметить, что система с параллельным соединением компрессоров не является заменой для систем TWIN. Данный тип соединения уже включает в себя 2 компрессора. Если можно применить систему TWIN, это всегда является лучшим решением, т.к. линия выравнивания по маслу и давлению уже установлена.

## **2. Установочные параметры**

### **2.1. Высокая холодопроизводительность**

Возможности использования одного компрессора при максимальной холодопроизводительности ограничены. Если холодопроизводительность необходимо увеличить, то можно использовать установки с параллельным соединением компрессоров, причем есть варианты, когда устанавливаются 3 компрессора. Известны даже установки с 5 компрессорами.

Для того чтобы определить, сколько компрессоров можно соединить, очень важно установить точное выравнивание по маслу и давлению между их картерами. Небольшая разница давления в картере в установке, имеющей выравнивающий трубопровод по маслу и давлению, минимизирует риск нарушения подачи масла во время работы.

Разница давления в картере не играет существенной роли для установок, имеющих систему регулирования уровня масла, по сравнению с установками, которые обеспечены выравнивающими трубопроводами по маслу и давлению в картере.

### **2.2. Идеальное регулирование производительности.**

Самым простым способом регулирования производительности и экономии электроэнергии, является отключение компрессора от установки. Дополнительные преимущества такого метода регулирования производительности в том, что при этом диапазон рабочих параметров всей установки не изменяется. Но для установок, оснащенных функцией регулирования производительности, очень важно следить за циркуляцией и подачей масла при частичной нагрузке. Это означает, что максимально возможное снижение производительности будет ограничиваться возможностями подачи и циркуляции масла в системе. Необходимо следить за минимально допустимыми скоростями газа в трубах, также как и за ТРВ при частичной нагрузке, что выражается в поддержании достаточного перегрева всасываемого газа.

### **2.3. Несложный процесс разгруженного пуска.**

Экономия энергии достигается простой задержкой пуска отдельных компрессоров, что значительно эффективнее пуска одного компрессора при полной нагрузке.

### **2.4. Работа в аварийном режиме.**

При поломке одного из компрессоров система должна продолжать работать. Однако в результате такой поломки другие компрессоры также могут пострадать. В частности, в случае образования кислоты, необходимо принять меры к защите всей установки. В случае поломки компрессора, необходимо найти причину этого и выяснить, нужен ли срочный ремонт.

### **3. Рекомендации по вариантам конструкции.**

Количество масла, уносимого в холодильный контур, и количество возвращаемого масла не может поддерживаться на постоянном уровне для различных компрессоров в установке. Поэтому уровень масла между компрессорами должен выравниваться в области картера.

#### **3.1. Выравнивание масла и давления.**

Давления в картерах различны из-за возможных потерь в потоке внутри компрессоров и на линии всасывания на участке от коллектора на линии всасывания до компрессора. Такая разница между давлениями в картерах очень незначительна, но она оказывает серьезное влияние на уровень масла.

Необходимое выравнивание уровня масла может быть достигнуто при выравнивании давления в картере, т.е. никаких перепадов по давлению в картерах соединенных компрессоров не должно быть. Необходимое выравнивание достигается путем соединения всех работающих компрессоров трубопроводом на уровне смотрового стекла (см. рис. 4.1). Чертеж данного соединения представлен в приложении. Этот выравнивающий трубопровод должен быть расположен строго горизонтально, и только половина его должна быть заполнена маслом для того, чтобы выравнивать давление без влияния на уровень масла.

Диаметр этого выравнивающего трубопровода зависит от размеров корпуса компрессора (см. рис.4.1А). Однако становится очевидным, что увеличение диаметра трубопровода (см. рис.4.1, поз.1) способствует более эффективному выравниванию давления хладагента и уровня масла в системе.

Дополнительный соединительный трубопровод необходим для обеспечения выравнивания давления между картерами во всех возможных рабочих условиях. Выравнивающий трубопровод должен быть подключен к порту возврата масла. Диаметр трубопровода зависит от количества компрессоров и должен быть не меньше 10 мм.

#### **3.2. Система регулирования уровня масла**

Осуществление выравнивания уровня масла и давления хладагента между картерами компрессоров, как показано в пункте 3.1, требует тестирования и накопления опыта практической работы таких установок. Поэтому, мы рекомендуем использовать систему регулирования уровня масла для централей, установленных по месту, без предварительного теста.

В случае если объемные производительности или системы смазки (масляный насос/ разбрызгиватель) для компрессоров различны, необходимо использовать систему регулирования уровня масла для компрессоров, объединенных в одну централь.

Также это необходимо сделать, если для централей используются компрессоры DISCUS или стандартные. Т.к. перепад давления в картерах компрессоров и колебания уровня масла в системе могут быть чрезмерно высокими, используется линия выравнивания.

Эта регулирующая система включает в себя регулятор уровня масла, установленный на каждый компрессор, масло в который подается через маслоотделитель и масляный ресивер.

Проверенные системы регулирования уровня масла можно приобрести со склада.

### **3.3. Контроль уровня масла**

Модельные ряды компрессоров DK, DL, DN выполнены таким образом, что смотровые стекла абсолютно герметичны.

При замене смотрового стекла на уравнительную линию, как представлено в разделе 3.1, нужно установить смотровое стекло на выравнивающем трубопроводе (см. рис.4.1). Система регулирования уровня масла, как показано в разделе 3.2, оборудована смотровым стеклом на каждом регуляторе уровня масла. Соответствующая проверка уровня масла возможна только в течение очень короткого времени (10 сек) после отключения компрессора (также как и в случае использования отдельных компрессоров). Такой факт очень важен для установок с трубопроводами выравнивания по маслу и давлению хладагента, как представлено в разделе 3.1, т.к. имеет место поток газа в линии выравнивания во время работы компрессоров, оказывающий влияние на уровень масла.

### **3.4. Коллектор на линии всасывания**

Линии всасывания между испарителями и компрессорами должны соединяться с коллектором, в котором различные давление всасывания выравнивается. Коллектор на линии всасывания соединяется с компрессорами с помощью коротких, одинаковых и симметрично расположенных патрубков. Такая конструкция предпочтительна для выравнивания давления хладагента на входе в компрессор, что необходимо для выравнивания давления в картерах компрессоров. Обычно, чем ниже скорость в коллекторе, тем точнее будет выравнивание давления. Для того чтобы выравнивание количества возвращаемого масла происходило бы уже в коллекторе, нужно чтобы патрубки, входящие в коллектор, не располагались строго напротив выходящих патрубков.

Компрессоры включаются и выключаются в соответствии с требуемой производительностью системы в целом. Однако может произойти неконтролируемое попадание жидкого хладагента в работающие компрессоры. Поэтому коллектор на всасывании должен одновременно выполнять функции и отделителя жидкости. Соответственно, каждый патрубок от коллектора к компрессору должен иметь определенную конфигурацию, а возврат масла осуществлялся через дополнительные отверстия или капиллярные трубки.

Однако необходимо предотвратить попадание в отключенный компрессор жидкого хладагента через устройство для возврата масла.

Т.к. установки с параллельным соединением компрессоров имеют разветвленную систему трубопроводов, обычно используются фильтры на линии всасывания. Такие фильтры могут оснащаться как патронами-осушителями, так и использоваться в качестве грязеуловителей. Корпус фильтра устанавливается в

систему во время первого монтажа перед коллектором на линии всасывания (см. рис.4.1, пункт 7).

Таким образом, в зависимости от рабочих условий, можно устанавливать соответствующие фильтры, например, для поглощения кислоты из системы, если это необходимо.

### **3.4 Коллектор на линии нагнетания**

В принципе, каждая рассмотренная здесь установка обладает функцией отключения и включения компрессоров, входящих в нее. В этих условиях в нагнетательной камере головок цилиндров отключенного(ых) компрессора(ов) может конденсироваться хладагент. Тогда головки цилиндров могут заполняться сжиженным хладагентом. Если компрессор снова запустить в работу, давление в области головок цилиндров может резко повыситься, что, вероятно, приведет к разрушению прокладки между сторонами всасывания и нагнетания головки цилиндра. Для того чтобы избежать этого, нагнетательный патрубок от компрессора должен опускаться под наклоном от него до коллектора. В этом случае конденсат вернется с головок цилиндров в коллектор на линии нагнетания. Следовательно, нагнетательные патрубки компрессора должны опускаться от него под уклоном (см. рис. 4.1).

### **3.5. Режим откачки**

Для того чтобы избежать скопления жидкого хладагента в масле во время отключения компрессора, во многих случаях используется цикл откачки (см. Технический бюллетень № 02).

Данная рекомендация также относится к централям. Необходимо учитывать, однако, что уставка давления откачки на реле давления может быть достигнута только тогда, когда все компрессоры в системе постепенно отключатся. В случае работы даже одного компрессора вся сторона всасывания системы окажется под давлением кипения работающего компрессора. Это давление кипения всегда должно быть выше давления откачки, которое устанавливается на реле низкого давления. Для централей, таким образом, процесс откачки часто должен поддерживаться с помощью нагревателей картера (см. Технический бюллетень № 3).

Как показано в техническом бюллетене №3 производительность нагревателей картера ограничена. Поэтому централи лучше располагать в теплых помещениях.

### **3.7 Маслоотделитель**

Наиболее важным преимуществом централей является высокая холодопроизводительность (см. 2.1).

При увеличении производительности, система трубопроводов расширяется и разветвляется, что приводит к сложностям в регулировании и обслуживании, и к проблемам, связанным с возвратом масла. Поэтому рекомендуется устанавливать маслоотделители независимо от температуры кипения и типа хладагента. Далее,

надо строго соблюдать правила проектирования и монтажа трубопроводов (см. Технический бюллетень № 06).

При монтаже в соответствии с пунктом 3.1, линия возврата масла от маслоотделителя должна быть соединена с коллектором на линии всасывания (см. рис. 4.1).

При использовании системы регулирования уровня масла в соответствии с пунктом 3.2 маслоотделитель уже включен в эту систему. Следовательно, линия возврата масла должна быть соединена с масляным ресивером.

### **3.8 Подача масла**

Как отмечено в пункте 3.7, на возврат масла в таких установках будет влиять не только разветвленная система трубопроводов. Резкое регулирования давления, приводящие к изменению скорости газа на линии всасывания, также оказывают негативное влияние на возврат масла. В технических бюллетенях № 01 и № 06 рассматриваются конструкции трубопровода. Важно обратить внимание на то, что особенно серьезное внимание уделяется проблеме смазки. Таким образом, рекомендуется использовать те компрессоры, в которых регулирование смазки происходит автоматически. Все компрессоры с масляным насосом и реле контроля смазки (технический бюллетень № 4) отвечают данному требованию и пригодны для использования их в центрах.

### **3.9 Охлаждение компрессора**

Охлаждение компрессоров в центрах должно проходить в соответствии с Инструкцией по обслуживанию данного типа компрессоров и компрессорно-конденсаторных агрегатов.

### **3.10 Монтаж**

Строго горизонтальное расположение линии выравнивания по маслу и давлению хладагента может быть достигнуто, если компрессоры расположить на единой раме. Смотровые стекла, установленные на линии выравнивания по маслу и давлению хладагента, могут быть использованы в качестве направляющих для сохранения строгой горизонтальности расположения линии.

Кроме того, компрессоры необходимо установить как можно ближе друг к другу, для того чтобы линия выравнивания была как можно короче. Чем короче трубы, тем точнее выравнивание.

В основном для работы в центрах должны использоваться компрессоры только одного типоразмера (например, стандартные компрессоры со стандартными, компрессоры типа DISCUS с компрессорами того же типа).

Если к системе предъявляются повышенные требования по виброизоляции, то рама должна устанавливаться на вибропоглотители. Конечно, соединительные патрубки на линии всасывания и нагнетания должны быть достаточно упругими.

## 4. Чертежи

### 4.1. Линии выравнивания по маслу и давлению хладагента.

1. Комбинированная линия выравнивания по маслу и давлению хладагента
2. Линия выравнивания по давлению
3. Смотровое стекло
4. Реле контроля смазки
5. Маслоотделитель
6. Возврат масла к коллектору на линии всасывания
7. Коллектор на линии всасывании
8. Корпус фильтра

**Раздел А:** Соединение линии выравнивания по маслу и давлению хладагента с компрессором

1. Кольцевая прокладка
2. Прокладка
3. Патрубок диаметром 18\*1 мм
4. Резьбовое кольцо
5. Насадка
6. Фланец
7. Кольцевая прокладка
8. Патрубок диаметром 28\*1,5 мм
9. Крепежный винт для смотрового стекла

**Раздел В:** Соединение линии выравнивания по давлению хладагента с компрессором

1. Установите гайку на патрубок
2. Линия выравнивания по давлению хладагента с минимальным диаметром 10 мм
3. Добавьте патрубок
4. Реле контроля смазки

### 4.2 Запасные части

Сервисная служба предоставляет следующие запасные части для линии выравнивания по маслу и давлению хладагента:

---

Фланец или патрубок  
Кольцевая прокладка  
Прокладка  
Кольцо с резьбой  
Патрубок  
Гайка

Пожалуйста, указывайте номера компрессоров, соединяемых в централь.

#### **4.3. Система, регулирующая уровень масла**

(Чертеж в соответствии с рекомендациями производителя)

Схема соединения.

Необходимые составляющие, отмеченные номерами 1, 2,3 и т.д. зависят от рекомендаций производителя и размеров самого компрессора.

1. Маслоотделитель
2. Масляный ресивер
3. Регулятор уровня масла
4. Линия выравнивания к коллектору на линии всасывания
5. Реле контроля смазки
6. Возврат масла в масляный ресивер

Необходимо учитывать рекомендации производителя по монтажу!

Составляющие для системы регулирования масла приобретаются со склада.