

маслом при отсутствии заметных утечек масла из системы. Периодическая дозаправка установки маслом переполняет им испарительный узел.

Реле контроля смазки должно выключать компрессор при падении давления в системе смазки ниже 0,17–0,80 МПа. Приведенные величины давлений берутся по отношению к изменяющемуся давлению в картере компрессора. Низкое давление включения реле контроля смазки увеличивает продолжительность работы компрессора, а высокое – систематически его выключает.

Для обнаружения причин снижения уровня масла проверяют компрессор, а иногда и весь агрегат. Уровень масла в картере компрессора проверяют через смотровое стекло. При работающем агрегате уровень масла должен соответствовать центру смотрового стекла. Если уровень масла ниже центра стекла, то масло необходимо добавить, а если выше центра указателя, то избыточное количество масла сливаю

В компрессорах с принудительной смазкой периодически проверяют давление масла. Определение давления производят по разнице замеряемых давлений: развиваемого масляным насосом и величиной давления всасывания. Нормальное давление обеспечивается в пределах 0,21–0,28 МПа

При недостатке смазки может произойти заклинивание вала. Причинами неудовлетворительной работы насоса могут быть попадание в него пара хладагента или засорение фильтра грязью или шламом. Если в работающий масляный насос попали пары хладагента, то давление масла не повышается.

Синтетические масла сравнительно мало изменяют свою вязкость с изменением температуры, поэтому они рекомендуются для низкотемпературных установок (ниже –40 °С). Синтетические масла, как правило, имеют лучшие смазывающие качества, более высокую термическую стабильность и стабильность свойств в смеси с холодильными агентами, более низкие температуры застывания. Недостатком синтетических масел (по сравнению с минеральными) является их относительно высокая стоимость. В быстроходных и многоцилиндровых машинах нагрев сопрягаемых деталей от трения более высокий, чем в машинах с меньшей частотой вращения и меньшим количеством цилиндров. Так как вязкость масла при нагреве уменьшается, то для быстроходных и многоцилиндровых машин необходимо применять масла с большей вязкостью. Иногда на требуемую вязкость масла влияют конструктивные особенности машины, поэтому в паспорте машины завод-изготовитель указывает рекомендуемые марки масел[2].

Изложенные в статье рекомендации по повышению работоспособности масляной системы позволят значительно продлить службы холодильного агрегата млекоохладительных установок.

#### Литература

1. Жук, Н.П. Холодильные агенты: пособие для слушателей курсов повышения квалификации / Н. П. Жук, И. Е. Дацук. — Минск : АПИМХ, 2015. — 71 с.
2. Бабакин, Б.С. Хладагенты, масла, сервис холодильных систем: монография / Б.С. Бабакин. – Рязань : Узорочье, 2003. – 470с.

УДК 621.565

### **ПРИЧИНЫ ОПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ**

**Сапожников Ф.Д., к.т.н., доцент, Китун А.В., д.т.н., профессор, Швед И.М.**

**БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь**

Спиральные компрессоры, имея меньше движущихся частей по сравнению с поршневыми, обеспечивают их большую надежность. Однако, как показывает практика, спиральные компрессоры иногда преждевременно выходят из строя [1].

Опасные режимы (степень сжатия выше 20) для спиральных компрессоров (расчет по абсолютному давлению) вызваны тремя причинами. Первая из них – это слишком «глубокая» откачка паров перед остановкой (установка реле низкого давления слишком малая). Вторая причина вызывается тем, что установка реле высокого давления слишком высока при очень высокой температуре конденсации. Третья причина – ледяная пробка в терморегулирующем вентиле (из-за влаги в контуре). Спиральный компрессор способен бесперебойно работать в различных неблагоприятных условиях (зависит от компоновки и условий эксплуатации системы) благодаря двум видам согласования: осевому и радиальному.

Осевое согласование позволяет механическим частям (спиралям и подшипникам) разгружаться в случае очень высокой степени сжатия (выше 20). Первая ступень разгрузки спиралей создает внутренний частичный байпас сжатого газа в область низкого давления по верх торцов спиралей (рис.1). Вторую ступень разгрузки осуществляет плавающее уплотнение. Плавающее уплотнение подходит к положению, близкому к остановке. Байпас полный, минуя спиральный блок. Эта система разгрузки самонастраивающаяся: механические части возвращаются в положение нормальной работы, как только степень сжатия становится ниже 20. Вторую ступень разгрузки осуществляет плавающее уплотнение. Плавающее уплотнение подходит к положению, близкому к остановке. Байпас полный, минуя спиральный блок. Эта система разгрузки самонастраивающаяся: механические части возвращаются в положение нормальной работы, как только степень сжатия становится ниже 20.

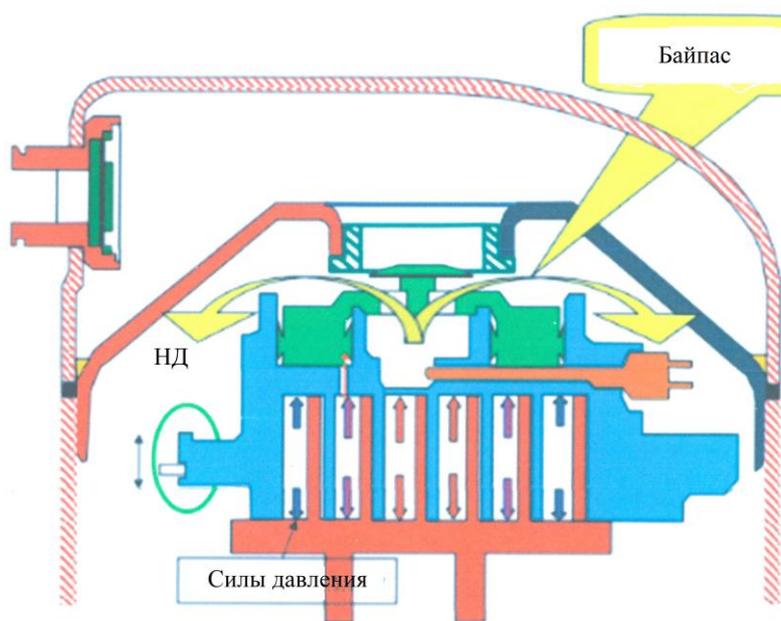


Рисунок 1 – Движение хладагента при первой ступени разгрузки спиралей (положение «Пуск»)

Уплотнение отжимается в осевом направлении вниз, пропуская газ из области высокого давления в область низкого давления. Отжимается также вверх в осевом направлении неподвижная спираль (рис. 2).

Вращающаяся спираль контактирует с неподвижной спиралью во время работы компрессора. До начала работы боковые поверхности спиралей не соприкасаются друг с другом. В случае залива жидкостью или попадания механических частиц позволяет вращающейся и неподвижной спиральям разъединиться в горизонтальном направлении.

Спиральный компрессор допускает лишь кратковременное и небольшое попадание жидкого хладагента или масла. Поэтому вероятна возможность гидравлического удара для него. Результатом гидравлического удара является разрушение спиралей компрессора ввиду невозможности сжатия ими жидкости. Сначала разрушается подвижная спираль, затем неподвижная и потом муфта Ольдгейма.

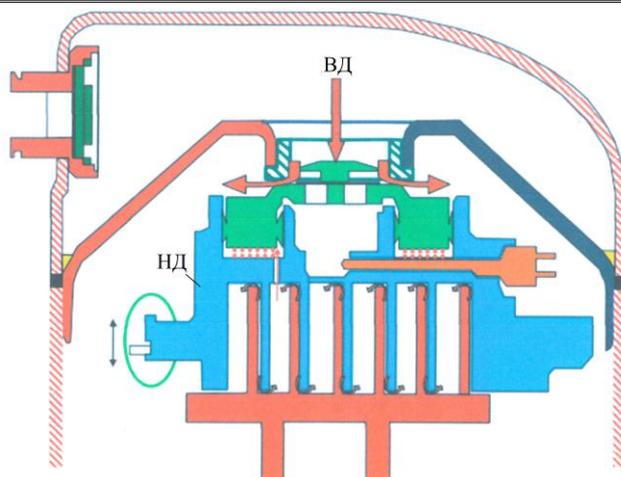


Рисунок 2 – Осевое согласование в положении «Чрезмерное давление»

Если компрессор немедленно не остановить, то будет продолжаться дальнейшее разрушение деталей, находящихся в области сжатия. В результате появления металлических частиц может произойти повреждение электродвигателя.

Значительный залив жидкостью в переходные периоды возможен по следующим причинам: пуск после длительной стоянки в холодном помещении, возвращение в режим охлаждения после разморозки. Из-за частого включения и коротких периодов работы компрессора происходит вынос масла в систему, что влечет за собой недостаток смазки. Хотя на спирали компрессора требуется подавать мало масла, оно покидает компрессор при пуске. Короткие периоды работы компрессора затрудняют возврат масла в него и, как следствие, вызывают недостаток смазки. Чрезмерный залив хладагента разжижает масло, вызывая выход из строя подшипников недостаточной смазкой.

Для обеспечения достаточной смазки, с одной стороны, важно особенно внимательно следить за минимальной разницей между температурой внизу корпуса и температурой кипения. С другой стороны, максимальная температура снизу корпуса не должна превышать  $93^{\circ}\text{C}$ . Измеряется данная температура вблизи самой нижней точки по центру компрессора. Верхняя часть компрессора и линия нагнетания могут кратковременно нагреваться до температуры  $175^{\circ}\text{C}$  (при срабатывании встроенной защиты компрессора). Температура линии нагнетания:  $135^{\circ}\text{C}$  недопустима;  $120^{\circ}\text{C}$  – опасность коксования масла; меньше  $110^{\circ}\text{C}$  – желательная. Для увеличения продолжительности срока службы компрессора необходимо ограничивать время его работы при температуре нагнетания более  $120^{\circ}\text{C}$  [1]

Рассмотрены причины, приводящие к опасным режимам работы спиральных компрессоров. Учитывая их, можно значительно продлить срок службы компрессоров.

#### Литература

1. Бабакин, Б.С. Спиральные компрессоры в холодильных системах. Монография./ Б.С. Бабакин, В.А. Выгодин. — Рязань: Узорочь, 2003. — 379 с.

УДК 621.929:636(476)

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДИАМЕТРА МЕШАЛКИ НА ПЛОЩАДЬ ЕЕ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Швед И.М., Громыко Д.А.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Одним из определяющих конструктивных параметров миксера, влияющего на энергоемкость процесса перемешивания жидкого навоза, является площадь рабочей поверхности мешалки. В статье теоретически обоснована зависимость площади рабочей поверхности мешалки от ее диаметра.