

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В 2001 г. в Москве был создан центр технической экспертизы компрессоров (КМ) Danfoss Maneurop. На основании накопленных за время работы данных была составлена статистика и проведен анализ причин выхода КМ из строя.

Приведенный в статье обзор причин, вызывающих отказ КМ, поможет избежать ошибок при их монтаже и эксплуатации, уменьшить риск возникновения нештатных ситуаций. Представленные случаи являются общими не только для КМ Danfoss Maneurop, но и для других герметичных КМ, за исключением тех, которые связаны с конструктивными особенностями той или иной модели.

Влажный ход, гидравлический удар – самые распространенные причины выхода из строя КМ. Несжимаемый жидкий хладагент, попадая в полость сжатия КМ, разрушает клапаны и клапанные доски. Металлические осколки, попадая в полость между поршнем и клапанной доской, в свою очередь, разрушают дно поршня, а иногда заходят в зазор между поршнем и цилиндром, вызывая значительные задиры. Возможны разрушение шатуна и даже поломка коленчатого вала (рис. 1).

Гидравлический удар может произойти в результате попадания жидкости как со стороны всасывания, так и со стороны нагнетания. Так, жидкий хладагент, сконденсировавшийся во

время остановки КМ, может разрушить отражательную пластину в глушителе на линии нагнетания при пуске КМ и разорвать глушитель.

Попавший в картер и растворенный в масле хладагент нарушает условия смазки подшипников скольжения, вызывает задиры и, как правило, последующее заклинивание (рис. 2).

Основные причины возникновения гидроудара:

- натекание жидкого хладагента в картер КМ, что обусловлено конструкцией трубопроводов;
- слишком большая пропускная способность регулирующего устройства (ТРВ, капиллярной трубки и т.д.);
- чрезмерная заправка хладагентом;
- конденсация хладагента в КМ во время стоянки;
- загрязнение поверхности испарителя и, как следствие, ухудшение теплообмена.

Основные рекомендации по предупреждению гидроудара:

- предусмотреть необходимые уклоны трубопроводов;
- проверить подбор устройств автоматики;
- установить подогреватель картера (а если необходимо, два или три) для поддержания температуры масла на 10 °C выше температуры насыщения хладагента при остановке КМ;
- организовать цикл с вакуумированием;
- установить, если необходимо, обратный клапан на линии нагнетания;
- очистить поверхность испарителя.

Недостаток масла приводит к нарушению режима смазки пар трения подшипников скольжения, что вызывает "сухое" трение. В результате появляются цвета побежалости, задиры на поверхностях подшипников, последующее их разрушение или заклинивание. Характер дефекта показан на рис. 3.

Недостаток масла, как правило, связан с его уносом из КМ. Это может произойти из-за неверного проектирования системы, неспособной обеспечить нормальный возврат масла в КМ. Чтобы избежать этого, скорость хладагента в трубопроводах на горизонтальных участках должна быть около 4 м/с, на вертикальных – 8 м/с. Необходимо также предусматривать маслоподъемные петли на протяженных вертикальных участках трубопроводов.

Рис. 1. Последствия гидравлического удара



Разбитое осколками клапанов дно поршня

Дно поршня полностью разрушено

Разрушенная клапанная доска

Рис. 2. Последствия, вызванные растворением хладагента в масле в картере КМ



Задиры поверхности подшипника шатуна

Задиры поверхности коленчатого вала

Рис. 3. Последствия, вызванные недостатком масла



Задиры на поверхности коленчатого вала

Перегрев поршня

Задиры на поверхности подшипника шатуна

Недостаточный возврат масла может быть вызван также частым чередованием циклов пуск – остановка КМ.

Компрессоры Danfoss Maneurop поставляются заправленными маслом. Однако при слишком большой длине трубопроводов масло следует добавить.

Если нет гарантии эффективного возврата масла, то необходимо установить маслоотделитель.

Перегрев компрессора связан, как правило, с его эксплуатацией за пределами допустимой области применения.

Перегрев приводит к появлению нагара на клапанах и на клапанной доске, разложению масла. Медь, вымываемая из трубопроводов образовавшейся при распаде масла кислотой, впоследствии оседает в трущихся узлах, изменяя диаметры подшипников и повышая трение (рис. 4).

Часто перегрев происходит вследствие увеличения давления конденсации, вызванного высокой температурой окружающей среды или загрязнением конденсатора. Причиной повышения температуры нагнетания может стать работа компрессора при слишком низкой температуре кипения. Например, при работе герметичного компрессора на R22 при температуре кипения $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура нагнетания составляет $105...110\text{ }^{\circ}\text{C}$ (это температура размыкания контактов встроенной тепловой защиты электродвигателя).

Перегрев компрессора может быть также вызван недостатком хладагента в контуре, установкой слишком малого TRV, засорением фильтра, большим перегревом на линии всасывания.

Загрязнение холодильного контура стало с появлением полиэфирных масел причиной увеличения числа выходов из строя компрессоров.

Полиэфирные масла очень чувствительны к влаге. Максимально допустимое время контакта полиэфирного масла с открытой атмосферой 15 мин, после чего происходит разложение масла с образованием кислоты.

Чрезмерно высокое содержание влаги в контуре холодильной системы также приводит к разложению масла и последующему омеднению пар трения компрессора. Во избежание этого

следует уделять особое внимание чистоте системы, тщательно проводить процесс вакуумирования. Пайку трубопроводов следует производить в азотной среде.

Перегрев обмоток электродвигателя может возникнуть при нарушении па-

Danfoss

Рис. 4. Результат перегрева компрессора



Нагар на клапанах и клапанной доске

Омеднение поршневых пальцев

Следы перегрева электродвигателя

Рис. 5. Результат перегрева обмоток электродвигателя



раметров напряжения или, например, при повышении температуры хладагента, или снижении его массового расхода. Результат перегрева обмоток электродвигателя можно увидеть на рис. 5.

Во избежание этого необходимо предусматривать устройство внешней тепловой защиты электродвигателя. Наличие встроенных устройств значительно снижает вероятность сгорания обмоток электродвигателя, но не гарантирует их полную защиту.

Практика показывает, что самые серьезные ошибки допускают при замене сгоревшего компрессора на новый. В таких случаях рекомендуется тщательно промыть систему, проверить на работоспособность компоненты шкафа управления: контакторы, реле тепловой защиты, автоматы защиты.

Рекомендации по подбору устройств коммутации приводятся в [1]. При замене КМ из-за сгорания электрических обмоток необходимо установить на линии всасывания антикислотный

фильтр, например DAS (Eliminator). После замены компрессора масло рекомендуется периодически проверять на кислотность.

Многих проблем можно избежать при аккуратном отношении к холодильному оборудованию.

Долголетний опыт эксплуатации компрессоров Danfoss Maneurop и анализ выходов из строя КМ показывает, что в подавляющем большинстве случаев причиной выхода из строя КМ являются нарушения правил монтажа, эксплуатации или неудачное проектирование холодильной системы.

Технические рекомендации по проектированию, монтажу, эксплуатации компрессоров можно найти в рекомендуемой нами литературе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по выбору компрессоров Danfoss Maneurop. ЗАО «Данфосс».
2. Руководство для монтажников. ЗАО «Данфосс».

ЗАО «Данфосс»
Россия, 127018, Москва
ул. Полковая, 13
Тел.: (095) 792-5757
Факс: (095) 792-5760
E-mail: ANA@danfoss.ru
Internet: www.danfoss.ru

ЗАО «Данфосс» (филиал)
Россия, 197342, Санкт-Петербург
ул. Торжковская, 5, офис 525
Тел.: (812) 327-8788, 324-4012
Факс: (812) 327-8782
E-mail: spb@danfoss.ru

ЗАО «Данфосс» (филиал)
Россия, 34006, Ростов-на-Дону
проспект Соколова, 29, офис 7
Тел.: (8632) 92-3295
E-mail: Komarov@danfoss.ru

ЗАО «Данфосс» (филиал)
Россия, 690087, Приморский край
г. Владивосток, ул. Котельникова, 2
Тел./факс: (4232) 20-45-10
Моб.: 8-903-532-8781
E-mail: Yuferov@danfoss.ru