

При достижении давления МОР жидкость в капсуле полностью испаряется. Когда давление всасывания повышается, клапан начинает закрываться и полностью перекрывает подачу хладагента при давлении всасывания равным давлению МОР. ТРВ с заправкой МОР используется, когда при запуске агрегата желательно ограничивать давление всасывания. МОР с наполнителем (внутри капсулы содержится материал с высокой пористостью) обеспечивает работу при перегреве на 2–4 К ниже, чем при других типах заправки. При такой заправке происходит медленное открытие клапана во время повышения температуры капсулы и быстрое закрытие при ее понижении. ТРВ с заправкой МОР с наполнителем предназначены для холодильных установок, имеющих высокдинамичные охладители.

#### **Заключение**

Использование при изготовлении и эксплуатации молокоохладительных установок вышеизложенных рекомендаций позволит значительно увеличить срок службы компрессоров и снизить затраты на их обслуживание.

#### **Литература**

1. П. Котзаогланиан. Пособие для ремонтника. Справочное пособие по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования. Перевод с французского д.т.н., профессор В.Б.Сапожникова. АНОО «Учебный центр «Остров»» 2008.

**УДК 621.564**

### **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СМАЗКИ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ**

**Колончук В.М., ст. преподаватель, Юсова Н.В., ассистент,  
Сапожников Ф.Д., к.т.н., доцент, Чернокал Д.В., ассистент**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

#### **Введение**

Характерной особенностью проводимого перевооружения сельского хозяйства республики является перевод молочного стада на беспривязное содержание с доением в специальных помещениях (залах), оснащенных современным оборудованием для доения и охлаждения молока. Для удовлетворения потребностей хозяйств в молокоохладительных установках многие организации сами занимаются их изготовлением. Большое значение для нормального функционирования холодильного оборудования яв-

ляется грамотное решение вопросов, связанных со смазкой компрессора, что необходимо учитывать при изготовлении холодильных установок.

#### **Основная часть**

С завода-изготовителя холодильные агрегаты поставляются с компрессорами, заполненные маслом. Как правило, этого количества масла недостаточно для нормальной работы системы, так как часть его растворяется в хладагенте и уносится в систему. Общее количество масла, которое следует залить в систему, в значительной мере зависит от применяемого хладагента и протяженности трубопроводов.

Ориентировочно добавочный объем масла (сверх объема заполнения картера, маслоотделителя и т.д.) должен составлять 3-5 % от количества хладагента (R22) в системе. При использовании полиэфирных масел с новыми хладагентами этот объем равен 2-3 %.

Однако избыток масла может привести к повреждению деталей компрессора из-за гидравлических ударов, а также к потере холодопроизводительности за счет скопления масла в испарителе.

В стационарном режиме работы холодильной установки массовый расход циркулирующего хладагента во всех точках магистрали должен быть одинаков, иначе заполнение теплообменных аппаратов будет меняться, что приведет к нежелательным последствиям, например, к влажному ходу. Движение масла в системе осуществляется по тому же принципу.

Контролировать наличие масла в картере компрессора можно разными способами. Самый простой способ – визуальный, через смотровое стекло, расположенное на картере. Обычно нормальным уровнем считается 2/3 высоты стекла. При отсутствии смотрового стекла (например, в герметичных моделях) нормальную смазку можно проверить с помощью измерительной электрической мощности или электрических клещей для замера силы электрического тока. Если величина рабочего тока не выходит за допустимые для данного компрессора пределы, это говорит о работе машины в оптимальных условиях и о хорошей смазке в том числе.

При наличии механического насоса о качестве смазки можно судить по создаваемому им перепаду давления. Нормальное давление масла на 0,065...0,42 МПа выше, чем давление в картере. Для контроля перепада давлений существует реле контроля смазки.

Масло, применяемое для смазки холодильных компрессоров, очень хорошо смешивается с хладагентами. Сильная близость свойств масла и хладагентов является причиной многочисленных проблем, которые могут вызывать механические (разрушение клапанов, заклинивание компрессоров и т. д.), электрические (перегорание двигателя) и термодинамические (снижение холодопроизводительности) неисправности и поломки.

В процессе нормальной работы вместе со сжатыми газами из цилиндра в виде масляного тумана, состоящего из мельчайших капелек, уходит какое-то количество масла, которое должно быть возвращено в компрессор.

В установках с одним компрессором при правильно подобранных трубопроводах возврат унесенного хладагентом масла в компрессор решается следующим образом: укладываются трубопроводы с уклоном в сторону движения хладагента ( $\sim 0,5\%$ ) (испаритель располагается выше компрессора), используются маслоподъемные петли, обеспечивается высокая скорость движения (8-12 м/с) парообразного хладагента в вертикальных и более 2,5 м/с в горизонтальных участках трубопроводов. Таким образом, с одной стороны необходимо по возможности максимально ограничить выброс масла из компрессора, а с другой стороны, обеспечить, чтобы масло, которое ушло из компрессора, могло беспрепятственно возвратиться в картер для выполнения своих функций смазывающего агента.

Если количество вышедшего через нагнетающий патрубок масла будет превышать количество масла, вернувшегося через всасывающий патрубок (масло будет задерживаться в неудачно спроектированном контуре), то через какое-то время уровень масла в картере понизится до опасного предела, за которым нормальная смазка компрессора будет невозможной.

С другой стороны, если вместе с маслом в картер будет возвращаться аномально большое количество хладагента, его количество, растворенное в масле, может стать очень большим. При запуске бурная дегазация масла, обусловленная резким падением давления в картере, приведет к образованию большого количества газомасляной эмульсии, что может вызвать срыв подпитки масляного насоса. Кроме того, образование большого количества эмульсии может привести к такому интенсивному выходу масла из компрессора, что к концу пускового режима картер окажется совершенно «пустым», и в течение более или менее продолжительного периода компрессор будет оставаться без нормальной смазки (характерное «вспенивание», которое сопровождает образование эмульсии, легко наблюдается в стекле указателя уровня масла).

Работа компрессора с повышенной частотой включений и выключений (либо в результате срабатывания предохранительных систем, либо по командам от системы регулирования) также создает угрозу опасного понижения уровня масла, поскольку при запусках оно выводится в контур наиболее интенсивно, а короткое время работы не дает ему возможности нормального возврата. В этом случае положение не спасает даже предохранительное реле контроля давления масла, которое может быть установлено в компрессоре, поскольку оно очень медленно реагирует на изменение давления (собственное время его инерционности составляет около 2 минут) и повреждения, обусловленные плохой смазкой, при каждом оче-

редном запуске могут накапливаться, приводя, через более или менее длительный промежуток времени, к непоправимым механическим разрушениям подвижных деталей компрессора.

Другая проблема возникает при неудачно спроектированной конструкции или прокладки трубопроводов, главным образом, всасывания. Действительно, вместо того, чтобы регулярно возвращаться в картер компрессора масло может накапливаться в застойных зонах или участках с отрицательным уклоном. При опорожнении застойных зон масляная пробка может быть резко всосана компрессором, что приводит к сильному гидроудару, порождающему повреждению компрессора.

Присутствие масла внутри испарителя, конденсатора, трубопроводов создает на их внутренней поверхности тонкую изолирующую масляную пленку, что препятствует нормальному теплообмену между воздухом и хладагентом и снижает холодопроизводительность холодильной установки. В случае ретрофита (то есть замене хладагента на действующей установке) главной проблемой является замена масла. Большинство установок, работающих на R22, используют минеральное или синтетическое углеводородное (алкибензолное масло). Однако R407C, как и хладагенты категории ГФУ (HFC) требуют условия обязательного использования эфирного масла (той марки, которая рекомендована производителем компрессора). Ввиду того, что эфирные масла несовместимы с другими типами масел, необходимо полностью удалить из контура старый тип масла. Для этого вначале старое масло сливают из компрессора, заливают в него эфирное масло и запускают установку на хладагенте R22, чтобы она поработала несколько часов. После этого вновь сливают масло (проверяют содержание в нем минерального масла), заправляют свежим эфирным маслом и так далее, до тех пор, пока контур не будет полностью очищен от остатков минерального масла (максимально допустимое содержание минерального масла в эфирном масле составляет от 1 до 5 % в зависимости от установок). После того как контур будет очищен от остатков минерального масла путем многократного слива с последующей заправкой, можно будет слить R22, заменить фильтр-осушитель и заправить контур хладагентом ГФУ (HFC).

### **Заключение**

Соблюдение вышеприведенных рекомендаций по смазке холодильных компрессоров позволит увеличить срок службы их эксплуатации в течение длительного периода и обеспечить максимальную холодопроизводительность.

### **Литература**

1. Б.С.Бабакин. Хладагенты, масла, сервис холодильных систем. Монография. Рязань. Узорчье. 2003, С. 198-276.

2. П.Котзаоглианин. Пособие для ремонтника. Справочное пособие по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования. Перевод с французского д.т.н., профессора В.Б.Сапожникова. АНОО «Учебный центр «Остров»» М. 2007, С. 250-263, 809-817.

3. В.В.Шишов. Контроль наличия масла в компрессорах. Журнал «Холодильная техника» №4, 2008.

**УДК 636.638**

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ВОСТАНОВЛЕНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ  
ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА**

**Колодыко Э.В., аспирант, Сыманович В.С. к.т.н., доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Введение**

В современном животноводстве использование заменителя цельного молока (ЗЦМ) для кормления молодняка крупного рогатого скота обусловлено минимизацией расхода цельного молока, так как использование различных ЗЦМ так же, обеспечивает нормальный рост и развитие телят. Залогом получения хороших результатов при использовании ЗЦМ является строгое соблюдение технологии его приготовления. В Республике Беларусь широкое использование ЗЦМ сдерживается еще и тем, что технология приготовления не обеспечена в полном объеме наличием современных автоматизированных смесителей. Присутствие же незначительной части зарубежных установок не позволяет осуществить автоматизированную механизацию процессов кормления. Таким образом, необходима разработка современного автоматизированного смесителя для восстановления ЗЦМ.

**Основная часть**

Для восстановления ЗЦМ широко применяют процессы перемешивания, которое способствует интенсификации процессов тепло- и массообмена, сопутствующим перемешиванию. ЗЦМ - это сухой мелкодисперсный порошок с выраженным привкусом вводимых в него компонентов и вкусовых добавок, белого цвета с кремовым оттенком и темными вкраплениями. При использовании ЗЦМ следует учитывать несколько факторов, которые и определяют эффективность их применения. Первый фактор - количество сухого вещества в одном литре восстановленного ЗЦМ. Оптимальным считается содержание 125 г сухого вещества в одном литре вос-