

Техническое обслуживание во время эксплуатации вакуумной установки должно включать:

– ежедневное обслуживание (ЕТО). Проверить уровень воды в баке, при необходимости долить воду;

– периодическое обслуживание (ТО-1) (200–240 ч). Проверить уровень воды в баке, при необходимости долить воду. Проверить уровень масла в подшипниковом узле, при необходимости долить. Очистить насос и электродвигатель от загрязнений. Снять заборную трубку и прочистить, промыть фильтр. Проверить надежность соединения контактов заземления. Во время работы насоса необходимо периодически проверять нагрев корпуса подшипников. При нормальной работе подшипника температура корпуса подшипника может быть выше температуры окружающей среды на 20–30 °С. Допускается и более высокая температура при условии, что она устанавливается на одном уровне и дальнейшее ее повышение не наблюдается. Максимальный нагрев подшипников не должен превышать 70 °С;

– периодическое техническое обслуживание ТО-2 (1200 часов). Выполнить техническое обслуживание ТО-1. Проверить производительность насоса. Насос считается работоспособным при снижении производительности до 20% от нормальной. При необходимости разобрать насос и произвести очистку от накипи. Выполнить профилактическое техническое обслуживание электродвигателя согласно норматива (ППРЭСХ). После 4000 ч работы смазать подшипники электродвигателя смазкой ЦИАТИМ-203.

УДК621.565.(07)

## **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВКИ ТЕМПОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ВЕНТИЛЯ**

*Миклуш В.П., к.т.н., профессор; Колончук М.В., ст. преподаватель;  
Колончук М.В., инженер*

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

В холодильных системах применяют механические терморегулирующие вентили (ТРВ) для подачи в испаритель определенного объема жидкого хладагента в целях полного его испарения в процессе кипения. После кипения газообразный хладагент нагревается в испарителе, и образующаяся при этом разность температур может служить показателем эффективности использования данного устройства. Так, при низком коэффициенте использования испарителя увеличивается протяженность зоны нагрева газообразного

хладагента, что, естественно, приводит к значительному перегреву. Высокий же коэффициент использования дает обратный эффект с соответствующим снижением уровня перегрева. Перегрев всасываемого газа играет роль регулирующего воздействия в отношении расширительного клапана. Таким образом, правильно выбранный терморегулирующий вентиль, изменяя свое свободное проходное сечение, регулирует расход хладагента в зависимости от конкретного рабочего состояния испарителя. Минимально устойчивый сигнал, выполняя функцию регулирующего воздействия для терморегулирующего вентиля, отделяет устойчивую зону перегрева от неустойчивой (рис. 1).



Рис. 1. Зоны перегрева

Передаваемая производительность испарителя при снижении перегрева возрастает до достижения минимально устойчивого сигнала. При опускании кривой ниже установленного значения начинается так называемое «бросание» расширительного клапана, следствием чего является увеличение доли неиспарившейся жидкости в инжектируемом газе (рис. 2). При этом клапан 1 работает с перегревом ниже линии минимально устойчивого сигнала, то есть неустойчиво. С увеличением статичного перегрева (при котором собственно и начинается открытие клапана) ТРВ функционирует вполне устойчиво на небольшом «безопасном расстоянии» от линии минимально устойчивого сигнала. Клапан полностью открыт, когда перегрев возрастает до уровня, необходимого для такого открытия. Вторая возможность может быть реализована клапаном меньшей мощности (клапан 2).

Механические вентили имеют линейную статическую характеристику перегрева (рис. 3). Величина  $\Delta t_m$  характеризует минимальный перегрев (закрытый перегрев), который вызывает начало открытия клапана. При минимальном значении  $\Delta t_m$  величина  $Q_{ТРВ} = 0$ . Величина  $\Delta t_{nn}$  соответствует величине номинального рабочего перегрева, при этом значение  $Q_{ТРВ} = Q_{ТРВn}$ . Разность между  $(\Delta t_{nn} - \Delta t_m = \Delta t_{nr})$  называется изменением перегрева. Производительность при номинальном режиме  $Q_{ТРВn} = 0$  составляет  $0,5-0,9 Q_{ТРВmax}$ , которая соответствует полному открытию клапана.

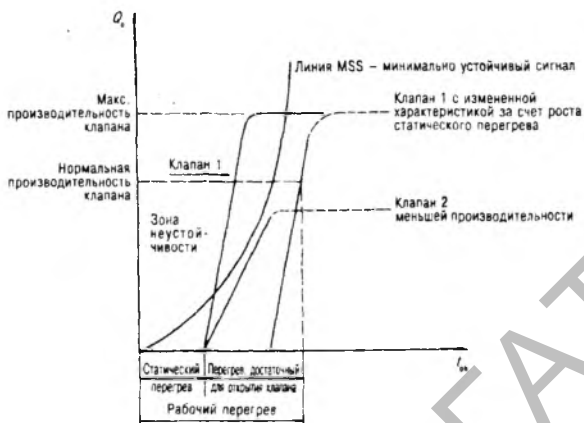


Рис. 2. Характеристики работы расширительных клапанов



Рис. 3. Статические характеристики термовентилей

Как только достигается статический перегрев, вентиль начинает открываться и при полном открытии обеспечивает свою номинальную производительность. При этом перегрев повышается на величину перегрева открытого терморегулирующего вентиля. Сумма статического перегрева и перегрева открытого терморегулирующего вентиля составляет рабочий перегрев. Изготовители терморегулирующего вентиля устанавливают величину статического перегрева, как правило, в диапазоне от 3 до 5 К. Ее можно изменить в ту или иную сторону, вращая регулировочный винт и поджимая или отпуская при этом пружину. Данная операция приводит к эквидистантному сдвигу рабочей характеристики терморегулирующего вентиля влево или вправо, в результате чего появляется возможность обеспечить устойчивое регулирование установки, расположив рабочую характеристику терморегулирующего вентиля таким образом, чтобы она пересекла характеристику прибора охлаждения точно в рабочей точке номинальной холодопроизводительности. При настройке тер-

морегулирующего вентиля устанавливается такой статический перегрев, который при любом допустимом изменении нагрузки на испаритель будет больше минимального стабильного перегрева (рис. 4).

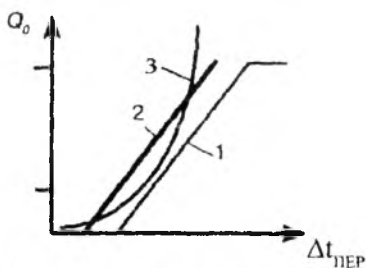


Рис. 4. Рабочие характеристики термовентилей:

1, 2 — статические вентили; 3 — кривая минимального стабильного перегрева испарителя

Если возникает необходимость дополнительной регулировки, то нужно использовать регулировочный винт. При вращении винта вправо (по часовой стрелке) перегрев повышается, при вращении влево (против часовой стрелки) перегрев понижается. Рекомендуется следующий метод регулировки. Для обеспечения стабильности настройки терморегулирующего вентиля во времени необходимо производить его регулировку при температуре в охлаждаемом объеме, близкой к температуре, при которой отключается компрессор. Не допускается производить настройку терморегулирующего вентиля (регулировку) при высокой температуре в охлаждаемом объеме. Дополнительно на выходе трубопровода из прибора охлаждения помимо манометра 5 устанавливается электронный термометр 3, датчик 6 которого крепится к термобаллону 4 терморегулирующего вентиля, как показано на рисунке 5.

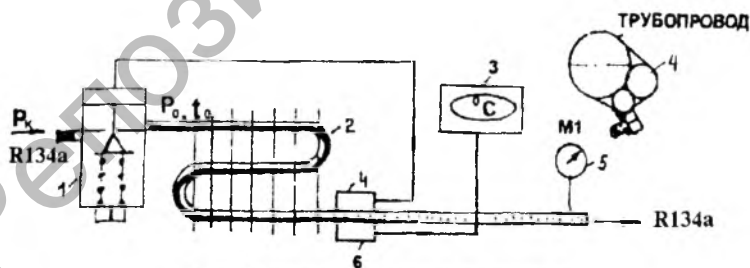


Рис. 5. Схема регулировки термовентилей:

1 — вентиль; 2 — испаритель; 3 — электронный термометр;  
4 — термобаллон; 5 — манометр; 6 — датчик термометра

Рекомендуемая регулировка заключается в том, чтобы настроить терморегулирующий вентиль на предельный режим, при котором начинаются пульсации. Для обеспечения этого при постоянной величине перегрева необходимо

медленно открывать терморегулирующий вентиль до тех пор, пока не начнутся пульсации. Винты проворачивают специальным комбинированным ключом (рис. 6), позволяющим также подтягивать сальниковые гайки прибора. Значение показаний манометра и термометра не должны изменяться.

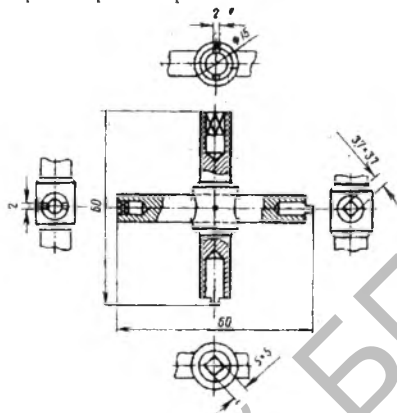


Рис. 6. Ключ для обслуживания терморегулирующего вентиля

При последующем открытии вентиля терморегулирующего вентиля могут начаться пульсации показаний манометра и термометра. С этого момента нужно начать закрывать терморегулирующий вентиль до тех пор, пока пульсации не прекратятся (примерно на половину оборота регулирующего винта). Чтобы избежать переполнения испарителя жидкостью, нужно действовать следующим образом (рис. 7). Вращая регулировочный винт вправо (по часовой стрелке), повышать перегрев до прекращения колебаний давления. Затем понемногу вращать винт влево до точки начала колебаний, после чего повернуть винт вправо примерно на один оборот.

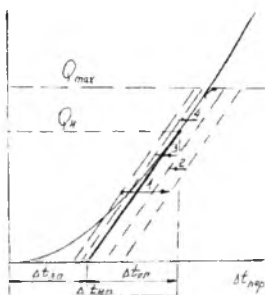


Рис. 7. Статистические параметры термовентилей при переполненном испарителе

При такой настройке колебания давления отсутствуют, и испаритель работает в номинальном режиме. Изменения перегрева в диапазоне  $\pm 0,5$  К не рассматриваются как колебания (рис. 8).

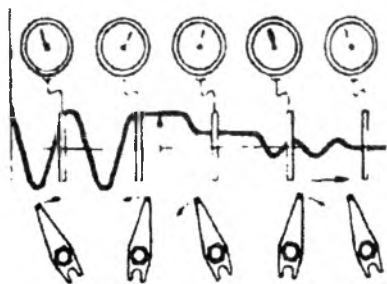


Рис. 8. Динамические параметры термовентили при переполненном испарителе

Если в испарителе имеет место чрезмерный перегрев, это может быть следствием его недостаточной подпитки жидкостью (рис. 9). Снизить перегрев можно, вращая регулировочный винт влево (против часовой стрелки), постепенно выходя на точку колебаний давления. После этого следует повернуть винт вправо на один оборот.

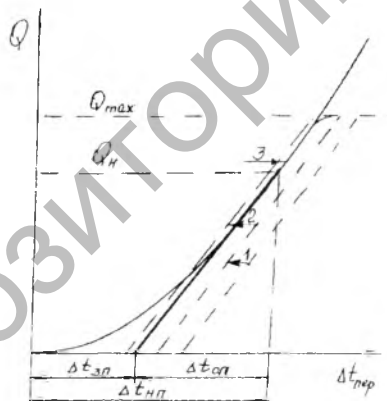


Рис. 9. Статистические параметры термовентили при недостаточном заполнении испарителя

После настройки колебания давления прекращаются, и испаритель работает в номинальном режиме (рис. 10). Изменения перегрева в диапазоне  $\pm 0,5$  К не рассматриваются как колебания.

При регулировке возможны следующие осложнения. Во-первых, не удастся регулировкой добиться возникновения пульсаций (рис. 11). Это

означает, что при полностью открытом терморегулирующем вентиле его производительность ниже, чем производительность испарителя (рис. 12).

Последнее связано со следующими причинами: либо проходное сечение терморегулирующего вентиля мало, либо в установке не хватает хладагента и на вход терморегулирующего вентиля поступает недостаточное количество жидкого хладагента из конденсатора.

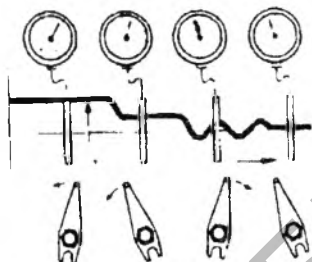


Рис. 10. Динамические параметры термовентили при недостаточном заполнении испарителя

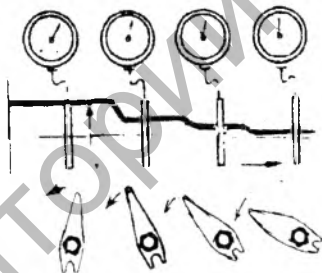


Рис. 11. Динамические параметры термовентили при отсутствии пульсаций

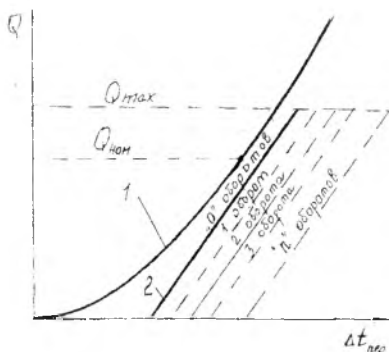


Рис. 12. Предельное осложнение регулировки ТРВ при отсутствии пульсаций

Во-вторых, не удается устранить пульсации после их возникновения (рис. 13). Регулировка терморегулирующего вентиля не возможна, когда перегрев достигает большого значения и вентиль практически закрыт. В данном случае давление испарения небольшое и в испарителе образуется меньше паров, чем способен всасывать компрессор, т.е. холодопроизводительность испарителя недостаточная и производительность терморегулирующего вентиля выше, чем пропускная способность испарителя. Это обуславливается тем, что проходное сечение терморегулирующего вентиля слишком большое, или испарителю не хватает жидкого хладагента.

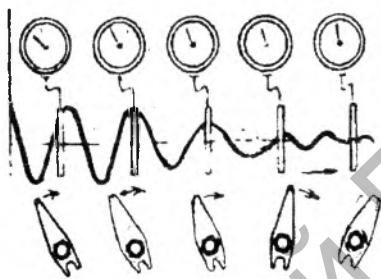


Рис. 13. Динамические параметры термовентилля при постоянной пульсации

Следовательно, если не удается найти режим настройки, который устраняет пульсации давления (рис. 14), необходимо произвести замену терморегулирующего вентиля, или осуществить замену седел с отверстиями (патронов), если его конструкция предусматривает наличие комплекта сменных патронов.

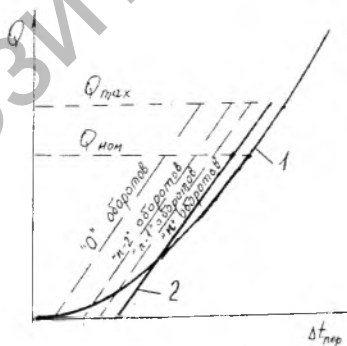


Рис. 14. Предельные осложнения регулировки ТРВ при постоянной пульсации

Если терморегулирующий вентиль будет отрегулирован на минимальный возможный перегрев, необходимый для нормальной работы данной холодильной установки, заполнение испарителя жидким хладагентом бу-



дет достигнуто номинальным, а пульсации величины перегрева паров хладагента прекратятся.

*Список использованных источников*

1. Котзаогланиан, П. Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок. – АНОО «Остров», 2007. – 826 с.

2. Диагностика работы малых холодильных компрессоров: учеб. пособие/ Б.С. Бабакин, В.А. Выгодин, В.Н. Кулагин – Рязань: «Узорочье», 2001. – 302 с.

УДК 621.891

## **ОЦЕНКА ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

*Войтов В.А., д.т.н., профессор; Кравцов А.Г., ст. преподаватель  
Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

Смазочные материалы и рабочие жидкости являются неотъемлемой составляющей как простых подвижных узлов и механизмов, так и сложных силовых агрегатов, таких как ДВС, объемных гидроприводов и др. Смазочные материалы должны обладать набором эксплуатационных показателей, которые необходимы для выполнения ряда функций, обеспечивающих надежную работу агрегата. Современные масла и рабочие жидкости в полной мере удовлетворяют всем эксплуатационным требованиям, но, все же, имеют ряд недостатков: во-первых, подавляющее большинство из них изготовлены на базе нефти, количество которой ежегодно сокращается, а, соответственно, стоимость нефтепродуктов растет. Во-вторых, смазочные материалы на основе нефти являются достаточно токсичными и несут большую нагрузку на окружающую среду. Исходя из выше сказанного вытекает необходимость в создании новых альтернативных смазочных материалов, которые владели бы всеми эксплуатационными свойствами, присущими нефтяным, и могли бы устранить их недостатки.

Хорошей альтернативой нефтяным и синтетическим смазочным материалам могут быть масла и рабочие жидкости, изготовленные на базе растительных масел. Данным направлением занимаются зарубежные ученые: например, в США недавно открыт мощный завод по переработке сои в технические рабочие жидкости. В странах ЕС, а именно, в Германии, разработаны технологии и налажено производство индустриальных и трансмиссионных масел из рапсового масла [1–5]. Этой проблемой занимаются