

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ УЗЛОВЫХ ТОЧЕК КОНТУРА

Миклуш В.П. к.т.н., проф., Колончук М.В., Колончук В.М. инж.

(Белорусский государственный аграрный технический университет)

Науменко А.А. к.т.н., проф.

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства)

В статье рассматриваются вопросы тестирования элементов холодильного контура (нехватки или избытка хладагента, производительности компрессора, терморегулирующего вентиля, испарителя и конденсатора) по температурному параметру.

Важной особенностью диагностики технического состояния холодильных установок является возможность сопоставления отдельных процессов между собой без нахождения всех параметров действительного цикла. Параметры режима работы характеризуют величины давлений и температур. Одной из проблем в работе ремонтно-обслуживающего персонала является то, они не могут наблюдать процессов, происходящих внутри трубопроводов. Измерение давления требует проникновения внутрь холодильного контура, а измерение температуры производится снаружи.

Оптимальный режим работы холодильной установки характеризуется определенными значениями перепадов температур между средами в теплообменных аппаратах, температурами перегрева пара на всасывании в компрессор и нагнетания. Например, понижение действительной температуры нагнетания свидетельствует о работе компрессора «влажным ходом». Одной из наиболее важных характеристик при работе холодильного контура является степень переохлаждения жидкости на выходе из конденсатора, по которой

понимается разность между температурой конденсации жидкости при данном давлении и температурой самой жидкости. В конденсаторе переохлаждение определяется как разность между температурой конденсации (считывается с манометра реле высокого давления) и температурой жидкостной магистрали, измеряемой на выходе из конденсатора (или в ресивере). Когда величина этого переохлаждения ($4-7^{\circ}\text{C}$) выходит за пределы обычного диапазона температуры, это часто указывает на аномальное течение рабочего процесса. Так, слишком малое переохлаждение (менее 4°C) свидетельствует о недостатке хладагента в конденсаторе, а повышенное (более 7°C) – указывает на избыток хладагента в конденсаторе. Квалифицированный оператор не будет без оглядки добавлять хладагент в установку, не убедившись в отсутствии утечек и не удостоверившись, что переохлаждение аномально малое.

Одной из наиболее важных характеристик холодильного контура является величина перегрева паров хладагента на выходе из испарителя, который определяется как разность между температурой пара и испарения жидкости (из которой этот пар образовался) при постоянном давлении. Для испарителей перегрев пара представляет собой разность между температурой, измеренной с помощью термобаллона терморегулирующего вентиля, и температурой испарения, соответствующей показаниям манометра низкого давления (в большинстве случаев потерями давления в трубопроводе всасывания можно пренебречь ввиду их малости). Обычно считается, что в испарителях с прямым циклом расширения величина перегрева должна составлять от 5 до 8°C . Если оператор замечает, что перегрев выходит за пределы этого диапазона, можно говорить об аномалиях в работе установки. При этом значительная величина перегрева свидетельствует о том, что отверстие терморегулирующего вентиля практически закрыто и пропускает очень мало жидкости. Если перегрев слишком низкий, значит, отверстие терморегулирующего вентиля полностью открыто и пропускает много жидкости.

Технический персонал (ремонтники) может проводить обслуживание холодильных установок (холодильных камер и небольших кондиционеров) с одинаковыми хладопроизводительностями, но заправленные различными хладагентами. При одной и той же температуре наружного воздуха в них реализуются совершенно одинаковые значения температуры конденсации. Поскольку соотношение между температурой конденсации и давлением насыщенных паров различно для разных хладагентов, манометр высокого давления будет показывать около 1,0 МПа в установке на R12 и около 1,63 МПа в установке на R22 (если установка заправлена R134a, манометр высокого давления покажет 1,06 МПа). Большинство остальных параметров для этих двух установок (перепад температур охлаждающего воздуха на входе и выходе, переохлаждение жидкости на выходе из конденсатора) будет практически одинаковыми или с очень небольшими отклонениями друг от друга. Ремонтник, который руководствуется прежде всего значениями температур, а не давлений, сможет легко обнаружить возможные отклонения в работе конденсатора, независимо от типа установки и марки используемого хладагента [1].

Опыт ремонта холодильных установок показывает, что по меньшей мере 99% всех возникающих неисправностей могут быть разбиты на 8 составных групп [1]. Первые четыре из них снижают хладопроизводительность при одновременном аномальном падении давления испарения: слишком слабый терморегулирующий вентиль, нехватка хладагента, преждевременное дросселирование хладагента и недостаточная производительность испарителя. Пятая группа неисправностей снижает хладопроизводительность при повышенном значении давления испарения – слишком слабый компрессор. Три последние группы неисправностей вызывают аномальный рост давления конденсации: наличие несконденсировавшихся частиц, чрезмерная заправка и слишком слабый конденсатор.

Неисправность, обусловленная недостаточной пропускной способностью терморегулирующего вентиля, охватывает большое число различных отказов, при которых появляются одинаковые симптомы. Так, повышенный перегрев

указывает на нехватку жидкости в испарителе (рис. 1). Нормальное переохлаждение свидетельствует о заполненности конденсатора жидкостью. Почему же она не доходит до испарителя? Это может означать либо закупорку жидкостной магистрали, и тогда имело бы место преждевременное дросселирование, а оно отсутствует. Значит, ее поступлению в испаритель мешает, вследствие своей низкой пропускной способности, терморегулирующий вентиль.

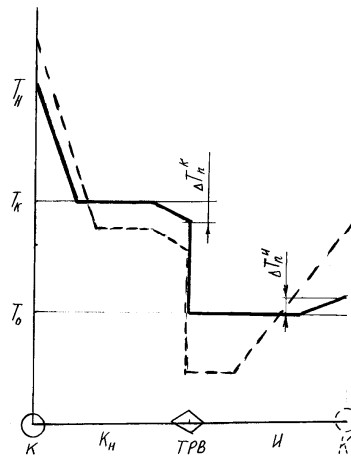


Рис. 1. Симптомы слабого терморегулирующего вентиля: K – компрессор; K_n – конденсатор; TPB – терморегулирующий вентиль; I – испаритель; T_0 – температура кипения; T_c – температура конденсации; T_n – температура нагнетания; ΔT – разность температур

После того, как ремонтник удостоверился в том, что причина аномальной работы установки заключается в недостаточной производительности терморегулирующего вентиля (падение хладопроизводительности, падение давления испарения, повышенный перегрев, нормальное переохлаждение, отсутствие температурного перепада на жидкостной линии), следует точно определить, какой дефект или ошибка обусловили низкую производительность терморегулирующего вентиля, чтобы устранить их. Основными причинами являются неправильная настройка терморегулирующего вентиля или плохой контакт термобаллона с трубопроводом, закупорка фильтра на входе в терморегулирующий вентиль и аномальное падение давления конденсации.

Нехватка хладагента в испарителе вызывает рост перегрева, а нехватка хладагента в конденсаторе – снижение переохлаждения (рис. 2а). Если перегрев и переохлаждение повышены одновременно, это обязательно означает нехватку жидкости и в испарителе и в конденсаторе, а, следовательно, и нехватку хладагента в контуре. Лучшим индикатором, указывающим на нормальную величину заправки хладагентом, является переохлаждение. Слабое переохлаждение говорит о том, что заправка недостаточна, сильное указывает на избыток хладагента. Высокий перегрев обязательно указывает на нехватку жидкости в испарителе (рис. 2б). При этом, когда переохлаждение в норме, значит, жидкость в конденсаторе есть. Почему она не поступает в испаритель? Это обуславливается тем, что поступлению жидкости препятствует терморегулирующий вентиль или на жидкостной линии имеется какая-то закупорка, которая вызывает перепад температур. Таким образом, в контуре происходит преждевременное дросселирование. При дросселировании хладагента температура его снижается вследствие того, что при взаимном притяжении молекул внутренняя энергия газа включает как кинетическую энергию молекул, так и потенциальную энергию их взаимодействия. Расширение газа в условиях энергетической изоляции не меняет его внутренней энергии, но увеличивает потенциальную энергию взаимодействия молекул (поскольку расстояния между ними увеличиваются) за счет кинетической энергии. В результате замедления теплового движения молекул температура расширяющегося газа понижается. Основными причинами преждевременного дросселирования могут быть закупорка фильтра-осушителя и сужение проходного сечения жидкостной магистрали, частичное закрытие выходного вентиля жидкостного ресивера и неправильный подбор отдельных элементов холодильного контура, устанавливаемых на жидкостной линии.

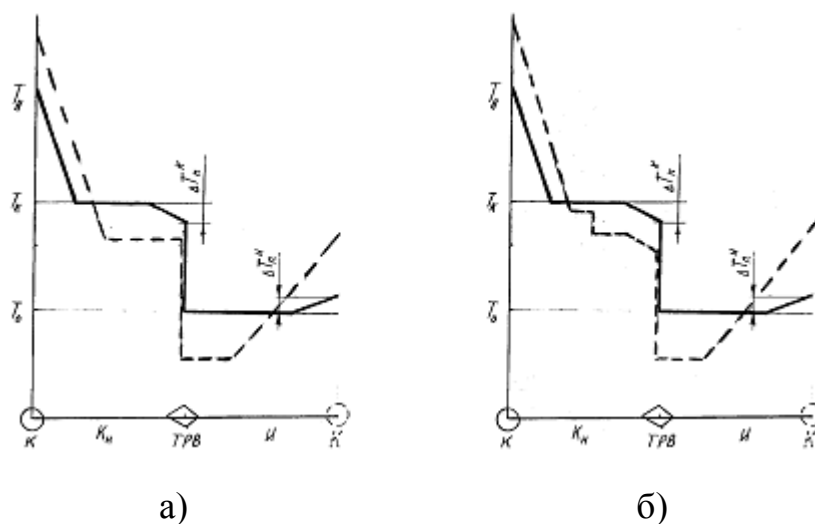


Рисунок 2. Диагностические симптомы: а) нехватки хладагента; б) преждевременного дросселирования; K – компрессор; K_n – конденсатор; TPB – терморегулирующий вентиль; $И$ – испаритель; T_0 – температура кипения; T_k – температура конденсации; T_n – температура нагнетания; ΔT – разность температур

Если в холодильном контуре загрязнен испаритель, то это единственная неисправность, при которой одновременно с аномальным падением давления испарения реализуется нормальный или слегка пониженный перегрев (рис. 3а). Причинами слабого испарителя могут быть загрязнение трубок и теплообменных ребер испарителя, чрезмерное скопление масла в испарителе или аномальное его обледенение. Если в холодильном контуре слабый компрессор, то это вызывает аномальный рост давления испарения при нормальном или даже несколько заниженном давлении конденсации и недостаточной хладопроизводительности (рис. 3б). Причинами могут быть разрушение или потеря герметичности клапана компрессора, негерметичная прокладка головки блока между полостями низкого и высокого давлений, слишком толстая прокладка головки блока или клапанного механизма, производительность компрессора ниже производительности испарителя или слишком высокая тепловая нагрузка.

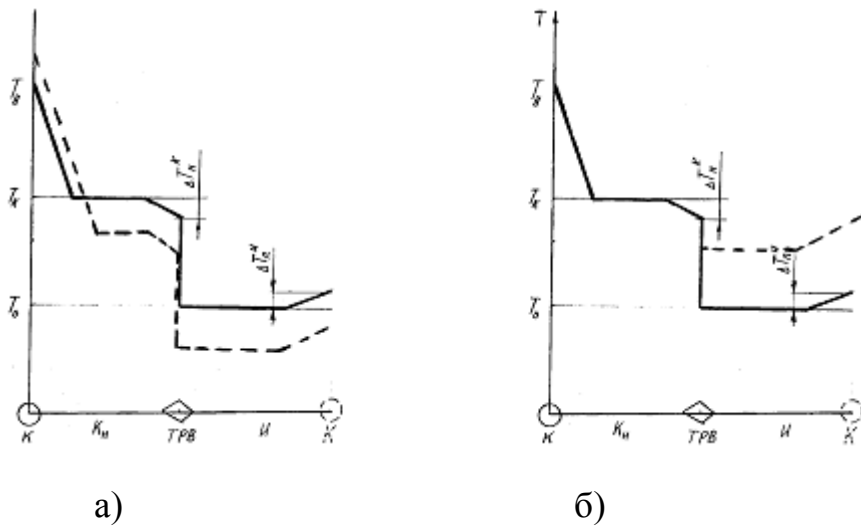


Рис.3. Симптомы элементов низкой производительности: а) испарителя; б) компрессора K – компрессор; K_n – конденсатор; TPB – терморегулирующий вентиль; $И$ – испаритель; T_0 – температура кипения; T_k – температура конденсации; T_n – температура нагнетания; ΔT – разность температур

Хорошее переохлаждение означает либо чрезмерную заправку, либо наличие в хладагенте неконденсирующихся примесей (рис. 4а). Если в холодильном контуре слабый конденсатор, то это единственная неисправность, при которой одновременно растет давление конденсации и ухудшается переохлаждение (рис. 4б). Основными причинами слабого конденсатора могут быть загрязнение трубок и ребер конденсатора, проскальзывание ремня вентилятора.

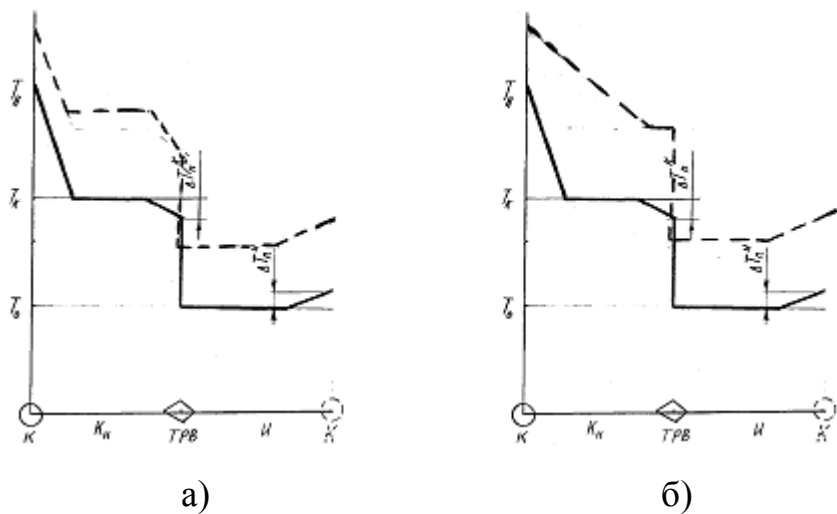


Рисунок 4. Диагностические симптомы: а) чрезмерной заправки или наличия в контуре неконденсирующихся примесей; б) слабого конденсатора (K – компрессор; K_n – конденсатор; TPB – терморегулирующий вентиль; I – испаритель; T_0 – температура кипения; T_k – температура конденсации; T_n – температура нагнетания; ΔT – разность температур)

Заключение. При устранении неисправностей рекомендуется, прежде всего, обращать внимание на рабочие значения температур (а не давлений), поскольку они не зависят от вида используемого хладагента. Оценка технического состояния холодильной установки по температурному критерию упрощает процесс диагностики холодильного контура, заправленного новыми озонобезопасными видами хладагентов.

Список литературы

1. Котзаоглиан. Пособие для ремонтника. Практическое руководство по ремонту холодильных установок с конденсаторами воздушного охлаждения. – ЗАО «ОСТРОВ», 2000.

2. Бабакин Б.С., Выгодин В.А., Кулагин В.Н. Диагностика работы малых холодильных компрессоров: учеб. пособие, Рязань, 2001

Аннотация

Оценка технического состояния холодильной установки по температуре узловых точек контура

В.П. Миклуш, М.В. Колончук, В.М. Колончук, А.А.Науменко,

В статье рассматриваются вопросы тестирования элементов холодильного контура (нехватки или избытка хладагента, производительности компрессора, терморегулирующего вентиля, испарителя и конденсатора) по температурному параметру.

Abstract

Method of testing milk cooling machines by measuring temperature of its contour points

V.Miklush, M.Kolonchuk, V.Kolonchuk, O.Naumenko

*Testing aspects for milk cooling machines by temperature parameter in the
dairy farms are described*