

понижаться. Мы видим, что холодопроизводительность стала аномально низкой. Таким образом, конденсатор также стал как бы переразмеренным, поскольку он был рассчитан на теплоотдачу, соответствующую номинальным условиям работы. Следовательно, все симптомы будут указывать на переразмеренность конденсатора. В связи с этим давление конденсации будет иметь тенденцию к снижению (в соответствии с используемым типом регулировки ВД). Заметим, что если используемый в установке способ регулирования давления конденсации не позволяет менять расход воздуха через конденсатор, перепад температур воздуха будет гораздо ниже, чем при нормальных условиях работы и температура воздуха на выходе из конденсатора также понизится.

Поскольку холодопроизводительность упала, это означает, что массовый расход хладагента также упал и, следовательно, скорость потока жидкости во всех трубопроводах уменьшилась. Как следствие, упала скорость жидкого хладагента, который циркулирует в нижней части конденсатора, в результате чего этот хладагент в течение более длительного отрезка времени контактирует с воздухом, что благоприятствует процессу переохлаждения хладагента (вдобавок к тому, что конденсатор и так является переразмеренным). В результате переохлаждение жидкости на выходе из конденсатора будет вполне нормальным и, по всей видимости, даже хорошим

Заключение

Изложенные в статье проявления слабых компрессора и испарителя на работу холодильной установки позволит своевременно устранить причину неисправности.

Список использованных источников

1. Котзаоглианин, П. Пособие для ремонтников. / пер. с фр. д.т.н., профессора В.Б. Сапожникова. – АНОО «Учебный центр Остров». – М., 2007. – 850 с.
2. Ф.Д. Сапожников. Охлаждение молока и техническое обслуживание установок: практикум / Ф. Д. Сапожников, В. М. Колончук, Ф. И. Назаров. – Минск: БГАТУ, 2016. – 84 с.

13. Ф.Д. Сапожников, Ф.И. Назаров, А.А. Якубовский, Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

СИМПТОМЫ СЛАБОГО КОНДЕНСАТОРА И ЧРЕЗМЕРНОЙ ЗАПРАВКИ ХЛАДАГЕНТОМ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Основными причинами слабого конденсатора могут быть загрязнение трубок и ребер конденсатора, проскальзывание ремня вентилятора. Неисправность, обусловленная слабым конденсатором (сильно загрязнено о ребрение), влияет на системы холодильного контура следующим образом [1].

Проявления в системе компрессор конденсатор. Поскольку оребрение конденсатора сильно загрязнено, теплообмен между хладагентом и воздухом, продуваемым через конденсатор, становится очень плохим. Снижение интенсивности теплообмена приводит к значительному уменьшению мощности конденсатора и плохому охлаждению паров хладагента. В результате температура конденсации повышается. Заметим, что даже легкое загрязнение конденсатора может снизить его мощность на 10...30% только по причине падения коэффициента теплообмена без какого-либо заметного влияния на расход воздуха. Из-за повышения температуры конденсации манометр ВД показывает аномальный рост давления конденсации. Следовательно, полный температурный перепад между температурой наружного воздуха и температурой конденсации становится весьма значительным. Ввиду ухудшения теплообмена между хладагентом и воздухом из-за загрязнения ребер наружный воздух, проходя через конденсатор, нагревается слабо, его температура на выходе из конденсатора падает, что приводит к снижению перепада температуры воздуха. Нехватка мощности конденсатора обуславливает плохую конденсацию паров. Это означает, что переохлаждение жидкости, измеренное на выходе из конденсатора, будет сильно уменьшаться вплоть до полного отсутствия (в предельных случаях можно даже наблюдать прохождение паровых пузырей в смотровом стекле, хотя заправка хладагента абсолютно нормальная).

Проявления в системе ТРВ/испаритель. При росте давления конденсации пары, заключенные во вредном пространстве цилиндра, когда поршень находится в верхней мертвой точке, создают более высокое, по сравнению с нормальным, давление, что вызывает снижение массового расхода всасываемого компрессором хладагента и, следовательно, падение холодопроизводительности. Поскольку температура в охлаждаемом объеме растет, температура воздуха на входе в испаритель

также повышается. Из-за повышения температуры воздуха на входе в испаритель и одновременного снижения холодопроизводительности температура воздушной струи на выходе из испарителя тоже повышается. Так как давление конденсации возросло, производительность ТРВ увеличилась, хотя холодопроизводительность испарителя упала. Из-за того, что ТРВ пропускает больше хладагента, чем может испариться в испарителе, в отдельных случаях могут начаться пульсации ТРВ, при этом перегрев, измеряемый термобаллоном, будет нормальным или даже пониженным.

Проявления в компрессоре. Энергия, которую потребляет приводной электродвигатель компрессора из электросети, зависит, главным образом, от величины давления нагнетания, препятствующего подъему поршня в цилиндре во время такта сжатия паров. Неисправность типа «слишком слабый конденсатор» вызывает рост давления нагнетания, следовательно, электродвигатель должен передавать компрессору больше энергии и потреблять из сети силу тока большей величины. Однако, охлаждение герметичных или полугерметичных компрессоров обеспечивается всасываемыми парами. Поскольку из-за роста давления нагнетания массовый расход падает, количество паров, поступающее в магистраль всасывания, снижается и охлаждение ухудшается. Так как одновременно растет потребляемый электродвигателем ток, нагрев электродвигателя еще больше увеличивается. Теперь электродвигатель будет сильнее нагреваться и хуже охлаждаться, поэтому температура картера компрессора будет гораздо выше нормальной, как и температура газа в нагнетающей магистрали. Наконец, в связи со снижением массового расхода компрессор всасывает паров меньше, чем обычно, и в результате давление кипения тоже растёт.

Чрезмерная заправка хладагента повышает величину давления кипения и конденсации.

Проявления в системе компрессор конденсатор. Хорошее переохлаждение означает либо чрезмерную заправку, либо наличие в хладагенте неконденсирующихся примесей. Количество хладагента, содержащееся в испарителе, регулируется при помощи ТРВ, поэтому возможные излишки жидкости там находиться не могут. Единственными местами контура, где есть для этого свободное пространство, являются конденсатор и жидкостной ресивер. Следовательно, в этих двух элементах контура и могут находиться излишки хладагента. Вначале уровень жидкости начнет подниматься в ресивере (назначение которого как раз и заключается в том, чтобы противостоять колебаниям уровня жидкости), затем, по мере его заполнения, внутри конденсатора. Таким образом, в конденсаторе уровень жидкости окажется аномально высоким. Настолько же уменьшится поверхность теплообмена, предназначенная для того, чтобы снизить перегрев после конденсации паров, которые непрерывно поступают из магистрали нагнетания компрессора. Ввиду снижения поверхности теплообмена охлаждение газа, поступающего в конденсатор, ухудшается, что приводит к повышению температуры насыщенных паров (а, следовательно, и давления) и аномальному росту давления конденсации. С другой стороны, поскольку низ конденсатора залит, жидкость, которая там находится, остается в контакте с наружным воздухом гораздо дольше, что приводит к парадоксу: охлаждение улучшается. В результате чрезмерная заправка хладагента вызывает одновременно уменьшение размеров зоны конденсации и увеличение зоны переохлаждения. Поскольку давления конденсации увеличено, а жидкость, покидающая конденсатор, отлично охлаждается, переохлаждение, замеренное на выходе из ресивера, будет превосходным и даже аномально высоким.

Проявления в системе испаритель/компрессор. Поскольку давление конденсации повышено, газы, заключенные во вредном пространстве при нахождении поршня в верхней мертвой точке, имеют более высокое давление, что приводит к снижению массового расхода через компрессор и падению холодопроизводительности. Из-за падения холодопроизводительности охлаждение помещения, где установлен испаритель, ухудшается. Повышение температуры в охлаждаемом помещении приводит к росту температуры воздуха на входе в испаритель. Повышение температуры в охлаждаемом помещении при одновременном падении холодопроизводительности обуславливает рост температуры воздушной струи на выходе из испарителя. В дополнение к этому из-за повышения давления конденсации, растёт производительность ТРВ. Поскольку испаритель с пониженной холодопроизводительностью запитан через ТРВ с повышенной пропускной способностью, может возникнуть опасность пульсаций ТРВ, причем перегрев, измерений в точке крепления термобаллона будет вполне нормальным и даже пониженным.

Проявления в компрессоре. Вне зависимости от причины, если одно из двух рабочих давлений (испарения и конденсации) изменяется в каком-либо направлении, другое давление всегда

имеет тенденцию к изменению в том же направлении, за исключением специфической неисправности типа «слишком слабый компрессор», при которой давление конденсации падает, в то время как давление испарения растет. Итак, мы смогли убедиться, что избыток хладагента в контуре вызывает повышение давления конденсации, приводящее к снижению массового расхода газа, который может пропустить компрессор. В результате, поскольку давление конденсации повышается, и компрессор всасывает меньше, чем обычно, хладагент, давление испарения также будет иметь тенденцию к повышению. Энергия, которую двигатель должен передать компрессору (и которую он потребляет из электросети), зависит, главным образом, от величины давления конденсации, препятствующего подъему поршня при сжатии газа в цилиндре. Поскольку при чрезмерной заправке давление конденсации растет, компрессор будет потреблять из сети гораздо больший ток.

Ввиду того, что чрезмерная заправка приводит к снижению массового расхода этих паров, охлаждение мотора будет ухудшаться (если только переразмеренный ТРВ не вызовет периодических гидроударов). Более того, вследствие увеличения силы потребляемого тока по сравнению с нормой двигатель будет еще больше перегреваться. Так как мотор из-за ухудшения охлаждения и повышения силы тока сильно нагреет, температура картера, также, как и температура нагнетающей магистрали, возрастут. Заметим, наконец, что полный перепад температуры на конденсаторе будет также аномально высоким, потому что температура конденсации будет гораздо выше (в соответствии с ростом давления конденсации), чем температура воздуха на входе в конденсатор.

Заключение

В статье изложены симптомы неисправностей на основании, которых можно выявить слабый конденсатор в холодильной установке.

Список использованных источников

1. Котзаоглиан, П. Пособие для ремонтников. / пер. с фр. д.т.н., профессора В.Б. Сапожникова. – АНОО «Учебный центр Остров». – М., 2007. – 850 с.

14. А.В. Китун, д.т.н., профессор, С.Н. Бондарев, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», А.В. Передня, д.т.н., профессор, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук по механизации сельского хозяйства»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

В зависимости от пропускной способности, необходимое количество молокоочистителей определим по формуле [1, 2]:

$$n_o = \frac{Q_m}{Q_{сеп} \cdot \rho}, \quad (1)$$

где Q_m – интенсивность потока молока от доильной установки, кг/с

ρ – плотность цельного молока, кг/м³;

$Q_{сеп}$ – производительность молокоочистителя, м³/с.

Производительность сепаратора-молокоочистителя для выделения сливок из молока определяется по формуле:

$$Q_{сеп} = \frac{d_{ш}^2 \cdot \omega_{рот}^2 \cdot z_T \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) \cdot (\rho_c - \rho_{ш}) \cdot \eta}{\mu_c}, \quad (2)$$

где $d_{ш}$ – диаметр жирового шарика сливок, $d_{ш} = 1,2 \dots 2,5$ мкм;

$\omega_{рот}$ – угловая скорость вращения ротора, с⁻¹;

z_T – число тарелок;

α – угол наклона тарелки к горизонту, град, $\alpha = 45 \dots 55^\circ$;

R_{\max} – больший радиус тарелки, м;

R_{\min} – меньший радиус тарелки, м;

ρ_c – плотность среды, кг/м³;

$\rho_{ш}$ – плотность жирового шарика, кг/м³;

μ_c – динамическая вязкость среды, Па·с;

η – КПД сепаратора, $\eta = 0,5 \dots 0,7$.

Для температур $t = 40 \dots 50$ °С, при которых ведется сепарирование молока, установлена зависимость $(\rho_c - \rho_{ш})/\mu_c = 2900 t$. С учетом температуры сепарирования формула (2) примет вид [3]:

$$Q_{сеп} = 3,69 \cdot d_{ш}^2 \cdot \omega_{рот}^2 \cdot z_T \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (R_{макс}^3 - R_{мин}^3) \cdot \eta \cdot t. \quad (3)$$

Пренебрегая потерями при сепарировании, количество сливок, получаемых из цельного молока, определяют по формуле:

$$G_c = G_m \cdot (Ж_m - Ж_0) / (Ж_c - Ж_0), \quad (4)$$

где G_m – количество цельного молока, кг;
 $Ж_m$ – содержание жира в молоке, %;
 $Ж_c$ – содержание жира в сливках, %;
 $Ж_0$ – содержание жира в отсепарированном (обезжиренном) молоке, %.

Интенсивность потока молока от доильной установки определим по формуле:

Так как линии машинного доения животных должна обработать определенное количество молока в единицу времени, то производительность линии машинного доения животных определим в общем виде по формуле:

$$Q_m = \frac{Q_c}{T_d}, \quad (5)$$

где Q_c – количество молока, выдаваемого за сутки, кг;
 T_d – суммарное время машинного доения животных, с.

Количество молока, выдаваемого за сутки, определим по формуле:

$$Q_c = Q \cdot n_{ж} \cdot \beta, \quad (6)$$

где Q – разовое количество молока, получаемое от животных, кг;
 $n_{ж}$ – количество животных, шт;
 β – коэффициент неравномерности поступления молока в течение суток.

Суточный удой на ферме поступает неравномерно - при двухразовом доении утром поступает примерно 60 % суточного удоя, а в вечернюю дойку 40 % суточного удоя, следовательно $\beta_1 = 0,6$ и $\beta_2 = 0,4$ (при двухразовой дойке).

Суммарное время машинного доения животных определим по формуле:

$$T_d = t_d \cdot n_{ж}, \quad (7)$$

где t_d – среднее время машинного доения одного животного, мин;
Среднее время машинного доения одного животного определим по формуле:

$$t_d = t_{маш} + t_{рр}, \quad (8)$$

где $t_{маш}$ – среднее машинное время доения одной коровы, мин;
 $t_{рр}$ – суммарное время ручных операций, мин.

Суммарное время ручных операций зависит от типа доильной установки, от принятой на ферме организации труда, а также от квалификации операторов. В таком случае суммарное время ручных операций определим его по формуле [4]:

$$t_{рр} = \frac{t_{пк} + t_{п.ст} + t_{п} + t_{п}^I + t_{30} + (t_{сл} + t_{от})}{2}, \quad (9)$$

где $t_{пк}$ – время подготовки, мин;
 $t_{п.ст}$ – время постановки доильных стаканов, мин;
 $t_{п}$ – время короткого перехода, мин;
 $t_{п}^I$ – время большого перехода, мин;
 t_{30} – время заключительных операций, мин;
 $t_{сл} + t_{от}$ – время слива и отсоса молока, мин.

Подставив значения формул (6)...(9) в (5), получим формулу по определению производительности линии машинного доения животных:

$$Q_M = \frac{Q \cdot \beta}{\left(t_{\text{маш}} + \frac{t_{\text{пк}} + t_{\text{п.ст}} + t_{\text{п}} + t_{\text{п}}^I + t_{30} + (t_{\text{сл}} + t_{\text{от}})}{2} \right)} \quad (10)$$

С учетом формул (3) и (10) выражение (1) примет вид:

$$n_o = \frac{Q \cdot \beta}{3,69 \cdot d_w^2 \cdot \omega_{\text{рот}}^2 \cdot z_T \cdot \text{tg} \alpha \cdot (R_{\text{мак}}^3 - R_{\text{мин}}^3) \cdot \eta \cdot t \cdot \rho} \cdot \left(t_{\text{маш}} + \frac{t_{\text{пк}} + t_{\text{п.ст}} + t_{\text{п}} + t_{\text{п}}^I + t_{30} + (t_{\text{сл}} + t_{\text{от}})}{2} \right) \quad (11)$$

Выводы:

1. В результате проведения теоретических исследований было установлено, что количество и производительность сеператоров-молокоочистителей зависит от количества надаиваемого в сутки молока.

2. При анализе формулы (10) было установлено, что интенсивность потока молока от доильной установки зависит от продуктивности животных и времени их доения.

Список литературы

1. Передня, В.И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока / В.И. Передня, В.А. Шаршунов, А.В. Китун – пособие – Минск, Минсанта, 2016. –С. 271-272
2. Китун, А.В. Машины и оборудование в животноводстве: уч. пособие / А.В. Китун и др. – Минск, ИВЦ Минфина – 2016. – С.224-225.
3. Китун, А.В. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / А.В. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2019. – 504 с.

15. Н.В. Васильчук, Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ЛІФТЕРА ЖАТКИ ТА СТЕБЛА СОНЯШНИКУ

Однією з прибуткових культур у країнах Європейського Союзу є соняшник. Тенденція збільшення посівних площ для цієї культури спостерігається і в Україні, де за останні десять років площа посівів зросла на 60% [1]. Процес збирання соняшника залежать від технічних і конструктивних параметрів машин. Зокрема, автори Капустин, С.А., Кунаков В.П., [2] встановили перелік причин втрат протягом збирання врожаю під впливом робочих органів жатки. Зокрема, встановлено, що під впливом ліфтерів жатки соняшнику виникають втрати насіння, які пояснюються впливом на стебло соняшнику. Такі втрати від осипання можуть сягати до 14%. Тому була поставлена задача проведення аналітичного обґрунтування руху стебла під впливом бічної поверхні підйому ліфтера.

Процес збирання соняшнику починається з впливу на стебла бічної поверхні ліфтерів жатки. Розглянемо яким чином відбувається взаємодія стебел із ліфтером (рис.1).