

**МДК.01.03. Управление обслуживанием холодильного оборудования
(по отраслям) и контроль за ним****Тема 9.4. Автоматическая защита и сигнализация на холодильных установках
(4 часа)**

1. Основные параметры, требующие защиты.
2. Схемы включения приборов защиты.
3. Приборы и схемы сигнализации.

1. Основные параметры, требующие защиты

Опасный режим работы на холодильных установках чаще всего возникает при нарушении нормальных условий эксплуатации: прекращении подачи охлаждающей воды на конденсатор, повышении температуры окружающей среды, падении напряжения, резком увеличении теплопритоков в объект и др. Кроме того, опасный режим может быть вызван выходом из строя отдельных узлов или деталей холодильных машин (маслонасос компрессора, рассольный насос, загрязнение конденсаторов, испарителей, нарушение герметичности и т. д.).

Число параметров, которые могут принимать опасные значения, зависит от схемы установки, свойств хладагента и конструкции машин и аппаратов. На крупных аммиачных установках число таких параметров может быть более 10, на малых фреоновых 1—2 (токовая перегрузка электродвигателя, высокое давление нагнетания).

Приборы защиты при возникновении опасных режимов останавливают компрессоры, насосы (нарушая при этом процесс получения холода) и включают аварийную сигнализацию. Широкое применение находит и профилактическая защита, т. е. остановка компрессоров при нарушениях в работе, которые в случае продолжения работы неизбежно приведут к опасному режиму.

Защита от высокого давления нагнетания. Недопустимо высокое давление в аппаратах приводит к нарушению их герметичности (выходу из системы хладагента) и может вызвать разрыв аппарата. При неработающем компрессоре причиной высокого давления в конденсаторе может быть только повышение температуры окружающей среды (например, в случае пожара). При работе компрессора к повышению давления приводят уменьшение подачи воды (воздуха), повышение температуры воды, загрязнение теплопередающей поверхности конденсатора, переполнение его маслом или хладагентом, попадание воздуха в систему.

Пуск компрессора с закрытым или не полностью открытым нагнетательным ventилем приводит к резкому повышению давления нагнетания при нормальном давлении в конденсаторе. Поэтому отбор давления, подаваемого к приборам защиты, обязательно должен быть до нагнетательного ventиля.

Холодильные машины с хладагентом R12 рассчитывают на температуру конденсации 50°C, т.е. на избыточное давление $11,3 \cdot 10^5$ Па. Машины, работающие на R22 и аммиаке, рассчитывают на 50°C и на давление $18,4 \cdot 10^5$ Па и $19,3 \cdot 10^5$ Па соответственно. Приборы автоматической защиты, реле давления нагнетания $P_{Дн}$, настраивают так, чтобы отключение компрессора было при давлении нагнетания, примерно на $1 \cdot 10^5$ Па меньше допустимых расчетных значений.

В компрессорах средней и большой производительности защита от высокого давления дублируется предохранительными клапанами, которые при превышении установленной разности давлений между нагнетанием и всасыванием открываются и перепускают сжатые пары на сторону всасывания. Для компрессоров, работающих на R12, допустимая разность давлений $10 \cdot 10^5$ Па, на R22 и аммиаке — $16 \cdot 10^5$ Па, а для новых унифицированных компрессоров — $18 \cdot 10^5$ Па.

Аппараты фреоновых машин вместимостью более 13 л и все аммиачные должны иметь предохранительные клапаны, которые открываются при избыточном давлении (табл.9.1).

Таблица 9.1. Значения избыточных давлений

Хладагент	Давление (изб.) начала открытия, 10^5 Па	
	на стороне нагнетания	на стороне всасывания
R12	14	10
R22	21	16
R717	18; 25*	12; 20*
* Для оборудования с рабочим давлением $p_n = 20 \cdot 10^5$ Па и $p_{вс} = 16 \cdot 10^5$ Па		

Желательно (а на крупных установках обязательно) предусматривать кроме аварийной защиты еще и профилактическую: в случае прекращения подачи воды на конденсатор (при остановке насоса) компрессор должен отключаться (блокировка). Применяют также реле расхода, которые отключают компрессор при снижении расхода воды.

Защита компрессора от перегрева и нарушения системы смазки. Высокая температура на стороне нагнетания может вызвать разложение и пригорание масла, а также способствует повышенному износу цилиндра. Причиной повышения температуры нагнетания может быть перепуск сжатых паров на сторону всасывания через повышенные зазоры поршневых колец, неплотные предохранительные клапаны; при поломке нагнетательных клапанов; при повышенном давлении в конденсаторе и др.

Температура сжатых паров не должна превышать 100°C при работе на R12 и 160°C на R22 и R717. Отключение компрессора осуществляют с помощью реле температуры, чувствительный элемент которых установлен на нагнетательном трубопроводе или в верхней крышке компрессора.

Нарушение системы смазки вызывает местные перегревы отдельных узлов (подшипников, сальников и др.). Однако контролировать температуру отдельных узлов затруднительно. Целесообразнее не допускать ее повышения, контролируя систему смазки.

В компрессорах с принудительной системой смазки давление масла после насоса должно быть хотя бы на $2 \cdot 10^5$ Па больше, чем в картере. У винтовых компрессоров давление масла должно превышать давление нагнетания. В малых компрессорах при смазке разбрызгиванием (без маслоснабжения) возможна установка реле уровня, выключающего компрессор при снижении уровня масла в картере.

Защита от пониженного давления в испарителе. Пониженное давление в испарителе (p_0), а следовательно, и температура кипения (t_0) могут привести к замерзанию хладоносителя, что в кожухотрубных испарителях часто приводит к разрыву трубок и серьезной аварии. Резкое снижение давления всасывания, кроме того, может вызвать выброс масла из картера компрессора. При давлении в системе ниже атмосферного возможен подсос воздуха в систему. При низком p_0 (и соответственно t_0) увеличивается расход электроэнергии, а также возникает опасность замерзаний некоторых продуктов (яиц, сметаны и пр.).

Поскольку p_0 (t_0) является регулируемым параметром, то снижение его по сравнению с рабочим может быть вызвано только отказом приборов регулирования (реле давления или реле температуры).

Для защиты от пониженного давления на стороне всасывания (до всасывающего вентиля компрессора) ставят реле давления $PД_{в}$, чтобы оно отключало компрессор, когда давление p_0 станет на $0,5 \cdot 10^5$ Па ниже рабочего давления отключения (от реле температуры).

При охлаждении воды в кожухотрубном испарителе $PД_{в}$ настраивают на выключение, соответствующее $t_0 = 2^\circ\text{C}$, чтобы температура воды, выходящей из испарителя, была не ниже 5°C . При этом избыточное давление выключения для R12 должно быть $2,3 \cdot 10^5$ Па, для R 22 — $4,3 \cdot 10^5$ и для аммиака — $3,6 \cdot 10^5$ Па.

Контролировать температуру воды на выходе из испарителя нецелесообразно, т.к. при остановке насоса она будет повышаться, а вода в трубках испарителя при работе компрессора может замерзнуть. Поэтому, если вести контроль по температуре, то чувствительный элемент должен воспринимать непосредственно t_0 .

Дополнительным средством защиты от замерзания хладоносителя служит автоматическая блокировка: при остановке рассольного насоса должен останавливаться и компрессор.

Устанавливают также реле расхода, которое при уменьшении расхода охлаждаемой воды (примерно до 50%) останавливает компрессор.

Защита от влажного хода. Влажным ходом называют режим, при котором в компрессор вместе с отсасываемым из испарителя паром частично попадает жидкий хладагент. Это не только снижает холодопроизводительность компрессора, но и создает опасность гидравлического удара поршня по клапанной доске, что особенно опасно в аммиачных установках.

Причиной попадания жидкости в компрессор является неправильное заполнение испарителя, переполнение жидкостью циркуляционного ресивера *ЦР*, промежуточного сосуда *ПС* или отделителя жидкости *ОЖ*.

Во избежание влажного хода перегрев на всасывании ($t_{вс} - t_0$) в аммиачных установках должен поддерживаться не менее 5°C. При уменьшении перегрева реле разности температур *PPT* должно останавливать компрессор. В схемах с несколькими компрессорами на аппаратах низкого давления (*ЦР*, *ОЖ*, *ПС*) устанавливают реле уровня, которое отключает все компрессоры, подключенные к данному аппарату. Согласно правилам безопасности эта защита дублируется (т.е. для надежности на аппарате ставят два аварийных реле). Кроме того, в конструкции компрессора обычно предусматривают «ложные крышки» с буферной пружиной, чтобы в случае гидравлического удара не было поломки компрессора.

Во фреоновых установках перегрев на всасывании можно поддерживать 20—30°C и более, т.к. связанное с этим повышение температуры в конце сжатия остается ниже допустимого. Поэтому всасываемые пары подогревают в теплообменнике, увеличивая при этом холодопроизводительность машины за счет охлаждения жидкого хладагента. В герметичных и бессальниковых компрессорах холодные пары охлаждают обмотку электродвигателей, что также приводит к их подогреву. Картер компрессора служит отделителем жидкости. Опасность гидроудара во фреоновых машинах практически исключена. Поэтому специальных приборов защиты не ставят.

Защита от неправильного заполнения сосудов жидким хладагентом. Переполнение жидкостью отключаемых сосудов (дренажный, линейный или защитный ресивер) вызывает опасность их разрыва в случае перекрытия вентилей и последующего отепления. На аммиачных установках кроме указателей уровня устанавливают реле уровня, которые сигнализируют о превышении уровня, чтобы обслуживающий персонал мог принять меры.

Низкий уровень в линейном ресивере (например, из-за утечки хладагента) вызывает опасность нарушения нормальной работы. Снижение уровня в *ЦР* может привести к сгоранию обмоток электродвигателя герметичного аммиачного насоса. На крупных установках целесообразно устанавливать реле уровня для сигнализации о его снижении.

Защита от перегрева обмоток электродвигателей и от токов короткого замыкания. Повышение температуры обмоток электродвигателя вызывается токовой перегрузкой. В герметичных компрессорах перегрев обмоток может возникнуть и при нормальной силе тока из-за ухудшения условий охлаждения двигателя (уменьшение циркулирующего хладагента или повышение температуры всасывания). Токовая перегрузка происходит из-за увеличения потребляемой мощности в пусковой период, при высоких давлениях всасывания и нагнетания, при малых зазорах в компрессоре вследствие неправильной сборки, при снижении напряжения в сети, при отключении одной фазы.

Для защиты обмоток от перегрева применяют тепловые реле (тепловая защита). Они могут быть встроены в автоматические выключатели (АП50 и др.) или в магнитные пускатели. При длительной токовой перегрузке более 35% тепловые реле должны отключать электродвигатель не более чем за 30 мин, при перегрузке 60—70%, которая происходит при обрыве фазы у работающего двигателя, — за 2—5 мин, при четырехкратной перегрузке, которая возникает при пуске двигателя на двух фазах (двигатель не включается и сильно греется), — за 10—40 с.

У крупных встроенных двигателей имеется защита обмоток по температуре: датчики реле смонтированы непосредственно на обмотках. В малых герметичных машинах компрессор отключается с помощью реле температуры при повышении температуры кожуха. В машинах с двигателями до 1 кВт реле температуры могут быть с самовозвратом, у более крупных — без самовозврата (для повторного пуска нажимают на кнопку).

На крупных установках кроме тепловой защиты отдельных двигателей ставят реле, которые мгновенно отключают питание силовых цепей при обрыве одной фазы.

Для защиты изоляции электропроводки от сгорания в случае короткого замыкания применяют плавкие предохранители или автоматические расцепители, которые выключают автомат при 10—12-кратной токовой перегрузке.

Защита от нарушения режима работы аммиачных насосов. Для нормальной работы аммиачного насоса подпор жидкости на стороне всасывания должен быть не менее 1,5—2 м. Смазка подшипников в герметичном насосе осуществляется аммиаком, который со стороны нагнетания проходит через подшипники насоса и возвращается на всасывание. При снижении уровня жидкости над насосом до 300 мм реле уровня отключает насос и включает аварийную сигнализацию.

Если напор, создаваемый насосом, менее 0,8 от номинального, то реле разности давлений ($p_n - p_{вс}$) останавливает насос и включает сигнализацию.

Защита от высокой концентрации аммиака в помещении. На крупных установках, где нет круглосуточного обслуживания, необходимо применять реле защиты от опасной концентрации аммиака. При повышении массовой концентрации паров аммиака до 0,5—1 мг/л (0,07—1,14%) прибор должен дать предупредительный сигнал в помещение постоянного поста охраны и включить приточно-вытяжную вентиляцию. Если концентрация аммиака продолжает повышаться и достигает 1,5 мг/л, прибор должен включить аварийный звуковой сигнал, выключить электропитание всей холодильной установки и включить аварийную вентиляцию. На каждые 75—100 м² площади помещения правилами безопасности рекомендуется устанавливать по одному датчику концентрации аммиака.

Список рекомендованных источников

1. Полевой А.А. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – СПб.: Профессия, 2011. – 244 с.
2. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок. – М.: Агропромиздат, 1987. – 287 с.

Составить опорный конспект, сделать скрин и прислать – vitaliy.buruyan@mail.ru