

Тема 12. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Эксплуатация холодильной установки – это процесс использования ее по прямому назначению (автономно или в составе комплекса других машин и аппаратов), при котором в той или иной мере реализуются ее возможности, поддерживается и восстанавливается ее качество. Поддержание и восстановление качества осуществляется с помощью технологического и технического обслуживания, а также ремонта. К эксплуатационным параметрам холодильной установки следует отнести ее потребительские параметры, надежность, технологичность применения и управления, безопасность, ремонтпригодность, срок службы.

12.1. Организация работы установок

Основной задачей организации эксплуатации холодильных установок является обеспечение безопасной и надежной работы оборудования в оптимальном режиме для обеспечения требуемого температурно-влажностного режима в охлаждаемых помещениях при минимальных затратах на выработку холода.

Холодильная установка для обеспечения успешной эксплуатации должна обслуживаться хорошо обученным и полностью укомплектованным штатом обслуживающего и административного персонала, который в своей работе руководствуется накопленным опытом и требованиями технической документации, комплект которой должен быть неизменно полным. Состав обслуживающего и административного персонала определяется особенностями и масштабами холодильного комплекса, отдельного его подразделения или отдельной холодильной установки. Штат устанавливается в соответствии с объемом работ, характером взаимодействия со смежными подразделениями, требованиями безопасности и графиком применения обслуживаемой машины или установки. На административный и инженерный персонал возлагается ответственность за состояние эксплуатируемого оборудования, технической документации и ее комплектность, соблюдение безопасных условий труда и применения машин и аппаратов. Штат холодильной установки обеспечивает:

- ее экономичную и безопасную эксплуатацию;
- соблюдение оптимального режима эксплуатации;
- обеспеченность установки средствами контроля рабочих параметров и автоматизации процесса эксплуатации и защиты;

- правильное заполнение системы холодильным агентом и своевременную ее дозаправку при наличии утечек;
- поддержание требуемой концентрации компонентов холодоносителя;
- поддержание путем периодического обслуживания в чистом состоянии теплопередающих поверхностей теплообменных аппаратов;
- ведение плано-предупредительных ремонтных работ;
- ведение технической документации.

Комплектно с оборудованием поставляется технический паспорт, формуляр, техническое описание, инструкция по эксплуатации, инструкция по техническому обслуживанию. В этих документах представлены сведения по исполнению основных операций, техническая характеристика машины в целом и в отдельных случаях некоторых ее узлов, область применения, основные требования к монтажу, транспортированию, частные правила безопасной эксплуатации и т.д.

На основании этих документов и отраслевых нормативных актов по безопасному применению оборудования администрация разрабатывает применительно к конкретным условиям различного рода должностные инструкции, инструкции по исполнению отдельных технологических операций, паспорта трубопроводов, инструкции по технике безопасности и действию персонала при возникновении чрезвычайных ситуаций. В административном порядке назначаются лица, ответственные за выполнение установленных инструкциями правил и обязанностей.

Администрация должна вести учетную и отчетную документацию. Эта документация помогает проведению анализа производственной деятельности цеха или другого подразделения. Наибольший перечень документации в холодильных цехах, где применяются взрыво- и пожароопасные рабочие вещества. Так, например, в компрессорном цехе аммиачной холодильной установки ведется: суточный журнал работы компрессорного цеха, книга учета и освидетельствования технического состояния аппаратов и сосудов, книга регистрации слива аммиака из цистерн, журнал регистрации инструктажа на рабочем месте, план ликвидации аварий, акты пломбирования предохранительных клапанов и другая документация, устанавливаемая органами пожарного надзора, органами надзора за безопасным ведением работ в промышленности, санитарно-эпидемиологического надзора, правилами внутреннего распорядка, ведомственными нормативными актами.

В машинных отделениях должны находиться и быть доступными: должностные инструкции, схемы трубопроводов, графики профилактиче-

ских работ и замены смазочных материалов, инструкции по выполнению основных операций в нормальном и аварийном режиме эксплуатации.

Состав и порядок ведения документации определяются нормативными актами и правилами внутреннего распорядка. Сведения, вносимые в документы представленного выше перечня, помогают проводить анализ режимных параметров оборудования, оценивать его техническое состояние, предупреждать возникновение чрезвычайных ситуаций, находить причины их возникновения и оценивать работу эксплуатирующего персонала.

12.2. Управление работой холодильных установок

Управление работой холодильных установок включает следующие основные операции: пуск различных агрегатов холодильной установки, изменение режимов, останов машин и агрегатов

Рабочий режим холодильной установки наступает после пуска компрессора. В условиях применения электрического привода это осуществляется нажатием кнопки или введением в рабочий режим другого командоаппарата, но этому предшествует система предварительных и последующих за пуском мероприятий. Характер этих мероприятий зависит от вида компрессора, вида холодильной машины, вида системы охлаждения, состава вспомогательных систем, уровня автоматизации. При полной автоматизации холодильных установок все операции по пуску выполняются в автоматическом режиме и при выполнении одной команды «пуск». Правила пуска представляются в инструкциях производителей оборудования и разработчиков системы.

Правила пуска машин и агрегатов в некоторой степени зависят от причин предшествующего останова. Останов может быть технологический и аварийный. При аварийной остановке необходимо ликвидировать все причины возникновения аварийной ситуации. Первое включение в работу после монтажа осуществляется в соответствии с инструкцией по вводу в эксплуатацию.

Перед любым пуском машин и агрегатов необходимо убедиться в исправности всего комплекса оборудования, участвующего в работе, функционировании средств контроля, защиты, блокировки и автоматизации; готовность к работе системы смазки и подогрева (при необходимости) масла перед пуском; готовность к работе системы охлаждения компрессора. Перед пуском должна быть открыта запорная арматура на всех трубо-

проводах перемещения хладагента и холодоносителя для назначенного режима эксплуатации. Регулирующий клапан должен быть закрыт. Пуск компрессоров должен осуществляться при минимальной нагрузке на валу привода. Разгрузку можно осуществлять:

- путем включения байпаса, соединяющего нагнетательную и всасывающую полости компрессора, при этом закрывается арматура на нагнетателе и всасывающем патрубке компрессора;
- принудительным отжимом всасывающих клапанов для поршневых компрессоров, в этом случае арматура на нагнетательном патрубке должна быть открыта, а на всасывающем закрыта.

Перед пуском также включается циркуляция воды по контурам охлаждения компрессора, конденсатора и переохладителя, циркуляция холодоносителя, насос циркуляции масла в контуре смазки. После этого включается в работу компрессор. После выхода его на требуемую частоту вращения вала, последовательно открывается арматура на нагнетании, закрывается байпас, открывается арматура на всасывании. Арматура на всасывании для предотвращения гидравлического удара открывается постепенно. После открытия всасывающего клапана и повышения температуры на нагнетании открывается регулируемый клапан.

При отсутствии байпаса и системы отжима всасывающих клапанов компрессор запускается при закрытом всасывающем и открытом нагнетательном клапане.

После пуска проверяются показания системы контроля параметров работы и характер работы компрессора и его привода. При наличии отклонений компрессор должен быть остановлен.

Винтовые компрессоры имеют встроенный регулятор производительности. При пуске в ручном режиме регулятор переводится в положение минимальной производительности, нагнетательный клапан открывается, всасывающий должен находиться в приоткрытом положении. После пуска винтового компрессора плавно открывается всасывающий клапан и регулятор производительности переводится в положение, назначаемое в соответствии с режимом эксплуатации.

Останов холодильных машин, как и пуск, тоже осуществляется в соответствии с инструкцией. Для облегчения последующего пуска холодильная машина перед остановом переводится в режим минимальной производительности и уменьшается количество жидкого хладагента в аппаратах (испарителях и промежуточных сосудах), из которых происходит отсос его паров. Это необходимо для предотвращения попадания жидкой фазы в

компрессор при последующем его пуске. Останов осуществляется в следующей последовательности:

- прекращается подача хладагента в испаритель, циркуляционный ресивер и промежуточный сосуд;
- останавливаются насосы циркуляции хладагента в системах непосредственного охлаждения; компрессор продолжает работать и отсасывает пар из системы; при длительном останове жидкий хладагент собирают в линейный ресивер;
- закрываются запорные вентили на всасывающих трубопроводах испарительной системы и всасывающий вентиль на компрессоре;
- выключается привод компрессора и при длительном останове закрывается вентиль на нагнетающем патрубке и останавливаются насосы циркуляции охлаждающей воды, холодоносителя и циркуляции масла; в зимнее время вода удаляется из систем, где возможно ее замерзание;
- перекрывают необходимые вентили на трубопроводах циркуляции хладагента и холодоносителя. При закрытии арматуры на трубопроводах циркуляции холодоносителя необходимо избегать образования замкнутых полостей между двумя вентилями. При изменении температуры и расширении холодоносителя при этом возможны порывы трубопроводов и выдавливание прокладок в фланцевых соединениях;
- причину и время останова машины записывают в журнал.

Холодильник, как уже отмечалось ранее, находится под влиянием большого числа переменных во времени внешних и внутренних возмущающих воздействий локального или общего характера. По этой причине температурно-влажностный режим хранения является динамической характеристикой. Поддержание его в заданных пределах или изменение по заданному закону осуществляется инженерными системами, одной из которых является система холодоснабжения. При этом сама система холодоснабжения является сложным комплексом, испытывающим воздействие множества переменных во времени факторов. Изменение ввода холода в объект охлаждения осуществляется в системах непосредственного охлаждения путем изменения уровня хладагента в испарителях. Этот процесс имеет определенные трудности при нахождении испарителей на различных уровнях. Возможно в этом случае переполнение их и попадание жидкой фазы в компрессор. При попадании жидкой фазы в компрессор свидетельствует снижение температуры на нагнетании. Изменение производительности по холоду испарителей наиболее надежно можно осуществлять средствами автоматического управления по степени перегрева паров на

выходе из рассматриваемого прибора непосредственного охлаждения.

В системах с промежуточным холодоносителем холодопроизводительность приборов охлаждения можно менять путем изменения количества подаваемого туда холодоносителя. Ручное регулирование в этом случае возможно только при малом числе охлаждающих приборов. Надежные результаты обеспечивают системы автоматического регулирования.

Режим работы холодильной машины максимально возможно должен быть постоянным и близким к оптимальному. Изменение режима работы машин может произойти в результате изменения потребления холода или изменения внешних условий, например, изменение температуры наружного воздуха в машинах с воздушными конденсаторами. Существенное влияние могут оказать и внутренние причины. Загрязнение поверхностей теплообмена конденсатора неизбежно приводит к повышению температуры конденсации и к снижению эффективности холодильной машины. При переменном потреблении холода изменение его производства может осуществляться путем отключения части параллельно установленных машин, отключения контуров в двухконтурных машинах, чередования пуска-останова.

В больших холодопотребляющих системах сглаживание неравномерности производства холода осуществляется с помощью ресиверов. Они накапливают жидкий холодоноситель и отдают его системе холодоснабжения в соответствии с режимом потребления. Режим работы холодильных машин регулируется по уровню заполнения ресивера. При достижении верхнего уровня часть машин отключается, а при достижении нижнего уровня – включается в работу. В малых холодопотребляющих системах (например, кондиционируемые жилые помещения) влияние режима включено-отключено компенсируется инерционными свойствами обслуживаемого объекта.

Изменение режима производства холода можно осуществлять и меняя режим работы компрессора.

12.3. Техническое обслуживание холодильных машин и аппаратов

Холодильные машины и аппараты испытывают постоянное воздействие со стороны окружающей среды, рабочих веществ, обслуживающего персонала, участвуют в переносе и преобразовании энергии – механической, электрической, химической, тепловой и т.п. Преобразование энергии и ее перенос сопровождается действием различного рода сил и формиро-

ванию процессов, которые приводят к изменению начальных свойств материалов, параметров агрегатов и машин. Совокупность всех действующих факторов, некоторые из них могут носить специфический и экстремальный характер, формирует закономерности изменения технического состояния, характер и особенности обслуживания и ремонта, диагностику состояния узлов и агрегатов.

В материалах и деталях узлов могут оставаться остаточные напряжения, постепенно приводящие к изменению формы детали, изменению ее характера взаимодействия с соседними деталями. Сказанное приводит к увеличению механического износа при взаимном перемещении деталей. К изменению формы и размеров и к тем же последствиям приводит изменение температуры деталей и увеличение их размеров вследствие температурного расширения.

Под воздействием электромагнитной и механической энергии формируются электрохимические процессы, приводящие к окислению материалов (коррозии) и тоже к потере их свойств и параметров узлов. Существенные изменения в свойства материалов и параметры узлов могут внести ошибочные действия обслуживающего персонала. Эти изменения могут привести машину в целом к предельному состоянию. Причем ошибочные действия могут изменить свойства машины или аппарата на любой стадии работы с ними обслуживающего персонала. Известны случаи урона разгружаемых с автомобильного транспорта холодильных агрегатов, приведшие их в непригодное к эксплуатации состояние. Важное влияние на изменение свойств узлов и деталей оказывает эрозийный износ, адгезия, нагар, кавитация, формирование слоя отложений и т.п.

Неполный перечень перечисленных выше причин изменения состояния узлов и деталей определяет физическое старения агрегатов. Внешними признаками физического старения является потеря внешнего вида, разрушения, деформации, изменение характеристик материалов и узлов.

Изменения в процессе эксплуатации происходят и в рабочих веществах холодильной машины. Хладоны в основном являются химически стойкими соединениями. Однако, вследствие большого числа причин в перемещаемый по контуру холодильной машины поток хладагона могут попасть примеси: водяные пары, воздух, смазочные материалы, продукты коррозии и т.д. Это в обязательном порядке приводит к изменению параметров холодильной машины в целом. Возможны и другие причины изменения свойств хладагента. Например, R22 в смеси с минеральными маслами в присутствии воды и железа или его окислов разлагается при температуре

100...150°C с образованием соляной и плавиковой кислот, а также смолистых веществ. Этот диапазон температур не является рабочим для данного хладагента. Такие температуры могут формироваться в условиях пожара и образующиеся вследствие разложения продукты могут оказать существенное влияние на окружающую среду. Этот факт необходимо учитывать и при организации тушения возникшего пожара. Органы дыхания участвующих в тушении пожара людей должны быть защищены. Структурные и химические изменения происходят в процессе эксплуатации и в смазочных материалах. Некоторые виды масел в присутствии воды и металлов при температуре, свыше 100°C разлагаются на спирт и кислоту. Смазочные материалы загрязняются в процессе эксплуатации примесями, продуктами коррозии, компоненты их сами участвуют в окислительных реакциях.

Исключить нежелательные изменения свойств элементов и рабочих веществ холодильной установки нельзя. Знание причин и сущности процессов старения позволяет разработать методы контроля, диагностики, организовать техническое обслуживание и в результате значительно снизить темпы физического старения и продлить срок службы.

При обслуживании теплообменных аппаратов (конденсаторы, испарители переохладители) кроме ввода и вывода из рабочего режима осуществляют:

- операции по очистке рабочих поверхностей от загрязнений и отложений;
- меры по снижению коррозии;
- выявление и устранение неплотностей;
- профилактический ремонт;
- испытания на прочность и плотность;
- контроль степени изменения температуры охлаждаемой или охлаждающей среды с целью обеспечения требуемого расхода этих сред;
- проверку арматуры и предохранительных клапанов;
- при необходимости выпуск воздуха, шлама и масла из сборников.

Наиболее сложными и разнообразными являются процессы обслуживания компрессоров холодильных машин. Они имеют особенности для каждого вида компрессора и даже отличаются для разных производителей одного вида. Причина в отличии применяемых комплектующих деталей, степени автоматизации, в особенностях системы смазки и охлаждения. Подробные сведения по обслуживанию и эксплуатации компрессоров приводятся в инструкциях производителей. Здесь представим лишь основные операции по обслуживанию. Состав операций по обслуживанию определяется видом компрессора, имеются и общие для всех компрессоров опера-

ции, это:

- контроль режимных параметров, т.е. температуры и давления на входе и выходе;
- контроль наличия течей, усиления вибрации и шума, состояния и количества масла в системе смазки; периодическая после наработки необходимого числа моточасов замена масла;
- контроль с помощью индикаторов и течеискателей утечек хладагента;
- контроль состояния и периодическая проверка состояния предохранительного клапана;
- контроль состояния электропривода, муфт, подшипников;
- контроль состояния системы смазки (масляных насосов, фильтров, маслоотделителей, трубопроводов и системы охлаждения масла).

В случае обнаружения по результатам контроля неисправностей выполняются меры по их устранению и профилактике возникновения аналогичных ситуаций.

Кроме того в соответствии регламентом по обслуживанию компрессоров выполняется их ежедневное техническое обслуживание.

При техническом обслуживании ресиверов контролируется уровень жидкого хладагента, при необходимости выпускается воздух и масло, контролируется герметичность вентиля и предохранительных клапанов, исправность приборов контроля параметров. Ресиверы как сосуды работающие под давлением должны проходить периодическую проверку и испытания, а предохранительные клапана – поверку.

12.4. Техника безопасности при эксплуатации холодильных установок

Экологическая, санитарно-гигиеническая и производственная опасность холодильных установок определяется тем, что большинство из них работают под высоким давлением, а также свойствами применяемого хладагента и хладоносителя.

Правила техники безопасности определяются уровнем давления в системе холодильной машины и системы холодоснабжения, объемом применяемых сосудов и емкостей. Основным нормативным документом, регламентирующим безопасную работу при высоком давлении в системе являются «Правила безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Этими правилами устанавливается предельное значение величины PV , выше которого сосуды, а в некоторых случаях и трубопроводы, подлежат надзору и регистрации в государственных органах Проматом-

надзора.

Сосуд и трубопроводы, работающие под давлением, являются источником повышенной опасности для человека и производственных установок и объектов. «Правила безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» устанавливают способы и периодичность технического контроля состояния таких объектов, правила и периодичность их испытаний на прочность и герметичность, ответственность за соблюдение этих правил и текущую эксплуатацию.

Хладагенты могут формировать свое направление экологической, санитарно-гигиенической и производственной опасности. Степень их опасности устанавливается конкретными экологическими, санитарно-гигиеническими свойствами хладагента или их смеси, а также степенью взрыво- и пожараопасности конкретного рабочего вещества. Ранее уже было отмечено, что хлоро- и бромосодержащие хладагенты представляют экологическую опасность. Эта проблема решается на государственном и межгосударственном уровне путем реализации соответствующих соглашений. Санитарно-гигиеническая опасность хладагентов или хладоносителей определяется характером их воздействия непосредственно на органы жизнедеятельности человека, а также опосредованно. Например, большинство хладонов являются нейтральными и безвредными для человека веществами. Однако, при выделении в больших количествах они вытесняют из воздушной среды более легкий кислород и существование человека в этой среде становится невозможным.

Правила безопасности для эксплуатирующего персонала и степень ответственности управляющего и эксплуатирующего персонала холодильных предприятий устанавливаются в соответствии с конкретными свойствами применяемого хладагента или хладоносителя и последствиями, к которым может привести поступление их в атмосферу.

Например, при применении в качестве хладагента аммиака, ввиду его пожаро- и взрывоопасности, помещения компрессорных при достаточном количестве его в системе могут относиться по степени опасности к категории «А» с вытекающими отсюда последствиями. Для таких помещений устанавливаются требования к перекрытию, которое во время взрыва не должно складываться или разрушаться. Оно должно быть легким, чтобы в период развития взрыва могло приподниматься и способствовать таким образом отводу продуктов взрыва. Устанавливается также площадь остекления таких помещений. Легкоразрушаемое во время взрыва остекление тоже способствует отводу газов. Окна в таких ситуациях являются источ-

никами опасности и поэтому около них формируются внешние зоны опасности в которых ограничивается или регламентируется размещение того или иного оборудования, технологических зон или других сооружений.

Главным объектом внимания при разработке и обеспечении мер безопасности является человек. Непосредственно обслуживающий персонал и люди в возможной зоне загрязнения или поражения. Обслуживающий персонал должен проходить медицинский контроль на предмет допуска к той или иной категории работы. Помещения должны быть оснащены средствами связи и первой медицинской помощи. В отдельных случаях устанавливаются дополнительные каналы связи и каналы прямой связи с органами по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Персонал должен иметь комплект средств индивидуальной защиты. Как правило, это фильтрующие противогазы. При наличии соответствующих требований предусматривается и запасной комплект противогазов, в том числе и изолирующих. Изолирующие противогазы имеют комплект химических веществ, взаимодействие которых после инициирования этого процесса, приводит к выделению кислорода. С помощью изолирующих противогазов человек может находиться в среде, в которой пребывание его в фильтрующем противогазе невозможно. Одним из основных факторов предотвращения чрезвычайных ситуаций является обучение, тренировки и периодическая проверка знаний обслуживающего персонала по правилам поведения в условиях чрезвычайных ситуаций и по правилам ведения технологического процесса и обслуживания установок. Правила ведения учебного и тренировочного процесса регламентируются органами надзора и внутренними правилами предприятия.

В условиях повышенной опасности на холодильных предприятиях, в соответствии с конкретными условиями и требованиями государственных норм, составляются инструкции по выполнению операций ведения технологического процесса, обслуживания установок и действий в условиях чрезвычайных ситуаций.