

Министерство сельского хозяйства РФ
Мичуринский филиал
ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"

Ремонт и испытания ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Учебное пособие

Брянск, 2015

УДК 621.57 (07)
ББК 31.392 я 73
Р 37

Ремонт холодильных установок: учеб. пособ./ Сост. Л.Н.Захарцова.–
Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный
аграрный университет», 2015.- 52 с.: ил.

В учебном пособии рассмотрены вопросы ремонта холодильных
установок в соответствии с ППССЗ 15.02.06. Монтаж и техническая
эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям).

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент Брянского ГАУ Е.М. Байдаков

Преподаватель Мичуринского филиала Брянского ГАУ С.В. Костикова.

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала
Брянского ГАУ

УДК 621.57 (07)
ББК 31.392 я 73

© Захарцова Л.Н., 2015
© Мичуринский
филиал ФГБОУ ВО «Брянский
государственный аграрный
университет», 2015

Содержание

Введение	4
Способы и методы ремонта	5
Ремонтная документация	7
Документация на восстановление деталей	10
Ремонт конденсаторов	12
Ремонт центробежных холодильных компрессоров	14
Основные неполадки бытовых холодильников	17
Организация эксплуатации холодильной установки	18
Испытание холодильной установки на прочность и плотность	19
Регулирование режима работы температуры кипения холодильной установки	21
Регулирование режима работы температуры конденсации холодильной установки	23
Вакуумирование холодильной установки перед заправкой холодильным агентом	24
Заправка системы холодильным агентом	28
Заправка системы хладоносителем	30
Заправка системы маслом	32
Подготовка к пуску холодильной установки	33
Настройка приборов автоматизации	35
Проверка правильности подключения силовых и сигнальных кабелей	37
Пуск одноступенчатой холодильной установки	38
Пуск двухступенчатой холодильной установки	39
Регулирование работы холодильной установки	42
Основные причины отклонения от оптимального режима	45
Техника безопасности при ремонте холодильного оборудования	51
Использованная литература	52

Введение

Холодильные установки - это комплекс холодильных машин и вспомогательного оборудования, необходимого для работы систем искусственного охлаждения. К вспомогательному оборудованию относят насосы для подачи жидких хладагентов, охлаждающей воды, хладоносителей, масла, емкости для приготовления рассола, маслоотделители, фильтры, ресиверы и другое подобное оборудование, не участвующее непосредственно в основных теплообменных процессах.

Ремонт холодильных установок (ему посвящен второй раздел) - это совокупность мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности и долговечности холодильных установок.

Таким образом, надежность, долговечность и экономичность холодильных установок во многом зависят от правильной эксплуатации, своевременного ремонта, модернизации оборудования на основе достижений научно-технического прогресса и от квалификации рабочих.

Данное пособие составлено для студентов, обучающихся по специальностям 15.02.06. Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям).

Цель данного пособия - помочь в организации самостоятельной работы обучающихся, облегчить им изучение теоретического и практического курса профессиональных модулей по выбранной специальности.

Задачи учебного пособия:

- ✓ изложение системы знаний по указанным специальностям;
- ✓ раскрытие содержания профессиональных модулей в форме, удобной для изучения и усвоения;
- ✓ управление познавательной деятельностью обучающихся.

Основные функции, выполняемые учебным пособием:

- ✓ информационно-познавательная;
- ✓ справочная;
- ✓ стимулирующая или мотивационная;
- ✓ самообразования;
- ✓ самоконтроля или закрепления знаний.

При написании пособия составитель руководствовался действующими нормативными документами (см. использованные источники). За основу взяты труды Невейкина В.Ф., также были использованы работы следующих ученых и специалистов: Игнатьева В.Г.; Полевого А.А. и др. Информационной и справочной базой послужили разнообразные интернет-ресурсы.

Тема Способы и методы ремонта

лан:

1. Капитальный ремонт
2. Последовательно-узловой метод

При организации ремонта различают централизованный и смешанный способы ремонта.

При централизованном способе ремонтные работы выполняют силами ремонтно-механического цеха РМЦ предприятия (на крупных предприятиях цехом централизованного ремонта ЦЦР) или подрядной организацией. Централизованный способ применяют при большом количестве однотипного оборудования и большом количестве оборудования небольшой массы удобного для демонтажа и перевозки. Централизация ремонтных работ позволяет повысить производительность труда путем предметной специализации, когда определенные виды оборудования ремонтируют на специально оснащенной участке, или профессиональной специализации, когда рабочие одной специальности выполняют однотипные, узко ограниченные работы на оборудовании различных типов. При децентрализованном способе ремонтные работы выполняют силами цехового персонала. Децентрализованный способ применяют при большой разнотипности оборудования. В этом случае ремонтно-механический цех изготавливает только запасные части и выполняет отдельные виды работ, которые не могут быть выполнены рабочими производственного цеха.

1 Капитальный ремонт

В большинстве случаев применяют смешанный способ, при котором капитальный ремонт выполняют централизованно, а текущие осмотры и ремонты децентрализованно. Выбор способа организации ремонта должен быть экономически обоснован и зависит от многих факторов: типа предприятия и его структуры, типов и количества ремонтируемого оборудования, оснащенности и квалификации ремонтного персонала, возможности создания стендов и оснастки для специализированных участков, возможности привлечения межзаводской ремонтной организации или специализированного треста и др. Степень централизации ремонта, как прогрессивного явления, оценивают отношением централизованно выполняемого объема ремонтных работ к общему объему ремонтных работ.

Методы ремонта оборудования. В зависимости от вида, типа и количества оборудования, его размеров и массы, квалификации и оснащенности ремонтников, принятого на предприятии способа ремонта применяют различные методы ремонта.

Индивидуальный метод применяют для ремонта оборудования, имеющегося на предприятии в небольших количествах. Используя индивидуальный метод, ремонтники маркируют детали и сборочные единицы и после восстановления изношенных деталей устанавливают их на ту же машину. Метод требует высокой квалификации ремонтников, продолжительного простоя в ремонте и затрудняет использование механизации процесса ремонта. Для повышения производительности труда

требуется профессиональная специализация. Так, на предприятиях по производству азотных минеральных удобрений центробежные холодильные компрессоры ремонтируются бригадами, специализирующимися на ремонте турбин и центробежных компрессоров.

2 Последовательно-узловой метод

Узловой метод применяют для ремонта однотипного оборудования, имеющегося на предприятии в большом количестве. При узловом методе неисправные детали и сборочные единицы заменяют, а снятые восстанавливают и хранят как запасные, что позволяет сократить продолжительность простоя в ремонте и снизить его себестоимость. Однако для применения метода необходим оборотный фонд сборочных единиц и деталей. Узловой метод широко применяется при ремонте холодильных установок средней и малой производительности.

Последовательно-узловой метод применяют для ремонта оборудования, имеющего конструктивно обособленные сборочные единицы.

Агрегатный метод используют при централизованном способе ремонта, когда не требуется больших затрат на демонтаж и перевозку оборудования до ремонтной базы. При использовании специализированных ремонтных заводов для капитального ремонта холодильных агрегатов экономически целесообразно перевозить оборудование на расстояние не более 300-500 км.

Поточный метод применяют только при ремонте холодильных агрегатов в производственных комбинатах на конвейере или поточной линии. Поточный метод позволяет повысить производительность труда и качество ремонта, снизить себестоимость работ.

Вопросы:

1. Где применяют последовательно-узловой метод
2. Какой способ принимают при капитальном ремонте

Тема Ремонтная документация

План:

1. Ремонтная документация
2. Система ППР

1 Ремонтная документация

К ремонтной документации относят: общее руководство по ремонту, руководство по среднему ремонту, руководство по капитальному ремонту, общие технические условия на капитальный ремонт, чертежи ремонтные, каталог деталей и сборочных единиц, Нормы расхода запасных частей и нормы расхода материалов. Кроме вышеперечисленной документации, которую обязан поставлять завод - изготовитель оборудования, на предприятии ведут еще целый ряд документов, перечень которых определен ведомственной принадлежностью предприятия и

действующей системой ППР. К основным документам, определяющим проведение ремонтных работ и обеспечивающим безопасность их выполнения, относятся:

- титульный список на капитальный ремонт основных производственных фондов. Он определяет перечень ремонтируемых объектов и объем затрат по каждому из них (по предприятию в целом или внутри цеха);

- годовой и месячные графики планово-предупредительного ремонта. В них указывают календарные даты проведения технических осмотров и плановых ремонтов для каждой единицы оборудования в соответствии со структурой ремонтного цикла на основании анализа данных о наработке за прошлые годы и плановой загрузки его в рассматриваемый плановый период:

- перечень оборудования, на которое распространяется действие метода послеосмотрового ремонта;

- ведомость дефектов, которую составляют перед ремонтом, а затем уточняют при разборке машины и корректируют в процессе выполнения ремонта;

- смета на ремонт оборудования, составляемая для определения плановых затрат и утверждаемая у директора предприятия; проект производства ремонтных работ или план организации работ (ПОР) и календарные графики выполнения ремонта;

- акт о переносе календарного срока планового ремонта. Его составляют в случае производственной необходимости удлинения межремонтного периода оборудования против предусмотренного системой ППР. Акт составляют на основании заключения технической комиссии о состоянии оборудования и утверждают у главного инженера предприятия. Порядок и допустимые пределы изменения межремонтного пробега регламентируются ведомственной системой ППР. Такой акт также составляют и в случае вынужденного вывода в ремонт оборудования из-за повышенного износа до срока, предусмотренного графиком ППР;

- аварийный акт, составляемый на основе заключения комиссии в случае аварии на оборудовании. В зависимости от вида оборудования и характера износа или разрушения к работе в комиссии привлекают представителей профсоюзной организации, инспекции Госгортехнадзора;

- акт о ликвидации основных средств (типовая форма). Его составляют в случае износа (вследствие выработки расчетного ресурса или аварии) и утверждают у директора или в вышестоящей организации;

- акты на сдачу оборудования в ремонт и на приемку его из ремонта.

Для учета выполненных работ ведут ремонтные журналы. Кроме того, в процессе ремонтных работ в зависимости от их характера, пожароопасности производства и порядка проведения работ, регламентируемого ведомством, могут составляться следующие документы: наряд-допуск на проведение ремонтных работ в действующем цехе сторонней организацией (предусматривает предварительный инструктаж и готовность подрядной организации к работам в действующем цехе), разрешение на проведение огневых работ (обеспечивает выполнение предупреждающих мероприятий), наряд-допуск на выполнение газоопасных работ (обеспечивает безопасность работ колодцах, туннелях, траншеях и т.п.), наряд на производство земляных работ (предупреждает повреждение кабелей и других коммуникаций), допуск на высотные работы (обеспечивает безопасность выполняемых работ), наряд на производство работ вблизи линий электропередач (обеспечивает безопасность работающих при грузоподъемных и других подобных

работах).

2 Система ППР

На предприятии ведется также ряд документов, обеспечивающих своевременное техническое обслуживание и ремонт коммуникаций и оборудования. К их числу относятся графики освидетельствования сосудов и грузоподъемных устройств инженером технического надзора и инспектором Госгортехнадзора, график ревизии и регулирования предохранительных клапанов, графики (а после выполнения работ соответствующие акты или записи в журналах) осмотра, ревизии и испытаний газопроводов, технологических трубопроводов и арматуры, контрольно-измерительных приборов, включая и поверку системы защиты сигнализации.

Форма и наименование документов в зависимости от ведомственной принадлежности предприятия могут изменяться, но Назначение и содержание их остаются теми же. Так, годовой и месячный графики ППР могут быть в одном документе, а месячный график ППР иногда совмещают с отчетом о его выполнении и т. п.

Документация на восстановление деталей. Для организации восстановления деталей путем ремонта или их воспроизводства в ремонтно-механическом цехе рекомендуется на каждый вид оборудования составлять альбомы, в которые должны входить характеристика оборудования, спецификация быстровынашивающихся деталей, технические условия на ремонт, схемы управления, защиты, смазки, рабочие чертежи сборочных единиц и деталей, спецификация стандартных изделий (подшипников, манжетных уплотнений и др.). Чертежи на изготовление деталей получают от завода-изготовителя. Технические условия на ремонт и изготовление составляют с учетом возможностей ремонтно-механического цеха.

Планирование ремонта. Объем финансовых затрат на ремонт определяют на основании графика ППР и смет. Затраты на капитальный ремонт сведены в титульный список капитального ремонта и соответствуют утвержденному плану капитального ремонта предприятия. Затраты на текущие обслуживание и ремонт предусмотрены соответствующими разделами техпромфинплана предприятия.

Обычно норматив хранения запасных деталей подсчитывают в целом для цеха или установки и утверждают в стоимостном выражении. Снижение этого норматива свидетельствует об эффективности технического обслуживания и ремонта.

При подготовке капитального ремонта установки или цеха служба главного механика предприятия составляет план-график подготовительных работ и план-график выполнения собственно ремонта. Форма и порядок утверждения этих документов зависит от объема ремонтных работ, но основное назначение их сводится к следующему.

План-график подготовительных работ определяет сроки выполнения работ и устанавливает перечень лиц, ответственных на предприятии за подготовку ремонтной проектно-конструкторской документации, завоз материалов, изготовление деталей, изготовление лесов и подмостей, заключение договора с подрядными организациями и аренду специальной техники и т. п.

Для выполнения собственно ремонтных работ составляют план организации ремонта (ПОР), а для сложных и крупных по объему работ - проект производства

ремонтных работ, или по терминологии монтажных организаций - ППР. Эти документы представляют собой комплекс чертежей, схем, графиков и пояснительных записок, определяющих календарные сроки и последовательность работ, распределение работ по бригадам, места складирования разбираемого оборудования, материалов и вновь устанавливаемого после централизованного ремонта оборудования, места подключения электро- и пневмоинструмента, разграничение зон ответственности ремонтного и эксплуатационного персонала, пути эвакуации, места крепления такелажной оснастки, производство газоопасных, пожароопасных и совмещенных работ, порядок испытаний и другие меры обеспечения безопасности и выполнения ремонта.

График работ утверждается главным инженером; для наглядности и простоты контроля составляют линейный график, представляющий собой диаграмму работ с указанием задействованных бригад и последовательности работ. Для сокращения простоя в ремонте (до 25-30 %) и трудоемкости работ (до 10-20 %) применяют сетевые графики, представляющие собой графическую модель процесса ремонта, на которой отображается технологическая последовательность работ, их взаимосвязь, возможность выбора пути достижения результата.

Вопросы:

1. Что относится к ремонтной документации
2. Какая документация на восстановление деталей
3. Какие документы входят в систему ППР

Тема Документация на восстановление деталей

План:

1. Планирование ремонта
2. План-график работ

Для организации восстановления деталей путем ремонта или их воспроизводства в ремонтно-механическом цехе рекомендуется на каждый вид оборудования составлять альбомы, в которые должны входить характеристика оборудования, спецификация быстроизнашивающихся деталей, технические условия на ремонт, схемы управления, защиты, смазки, рабочие чертежи сборочных единиц и деталей, спецификация стандартных изделий (подшипников, манжетных уплотнений и др.). Чертежи на изготовление деталей получают от завода-изготовителя. Технические условия на ремонт и изготовление составляют с учетом возможностей ремонтно-механического цеха.

1 Планирование ремонта

Объем финансовых затрат на ремонт определяют на основании графика ППР и смет. Затраты на капитальный ремонт сведены в титульный список капитального ремонта и соответствуют утвержденному плану капитального ремонта предприятия.

Расчет трудовых затрат на ремонт выполняют на основе титульного списка и смет на ремонт, месячных графиков ППР, плана ремонтно-механического цеха на изготовление деталей для холодильной установки. Трудовые затраты на ремонт

могут быть ремонта, рассчитаны по категории сложности ремонта или взяты по таблицам.

Обычно норматив хранения запасных деталей подсчитывают в целом для цеха или установки и утверждают в стоимостном выражении. Снижение этого норматива свидетельствует об эффективности технического обслуживания и ремонта.

При подготовке капитального ремонта установки или цеха служба главного механика предприятия составляет план-график подготовительных работ и план-график выполнения собственно ремонта. Форма и порядок утверждения этих документов зависит от объема ремонтных работ, но основное назначение их сводится к следующему.

2 План-график работ

План-график подготовительных работ определяет сроки выполнения работ и устанавливает перечень лиц, ответственных на предприятии за подготовку ремонтной проектно-конструкторской документации, завоз материалов, изготовление деталей, изготовление лесов и подмостей, заключение договора с подрядными организациями и аренду специальной техники и т. п.

Для выполнения собственно ремонтных работ составляют план организации ремонта (ПОР), а для сложных и крупных по объему работ — проект производства ремонтных работ, или по терминологии монтажных организаций — ППР. Эти документы представляют собой комплекс чертежей, схем, графиков и пояснительных записок, определяющих календарные сроки и последовательность работ, распределение работ по бригадам, места складирования разбираемого оборудования, материалов и вновь устанавливаемого после централизованного ремонта оборудования, места подключения электро- и пневмоинструмента, разграничение зон ответственности ремонтного и эксплуатационного персонала, пути эвакуации, места крепления такелажной оснастки, производство газоопасных, пожароопасных и совмещенных работ, порядок испытаний и другие меры обеспечения безопасности и выполнения ремонта.

График работ утверждается главным инженером; для наглядности и простоты контроля составляют линейный график, представляющий собой диаграмму работ с указанием задействованных бригад и последовательности работ. Для сокращения простоя в ремонте (до 25—30 %) и трудоемкости работ (до 10—20 %) применяют сетевые графики, представляющие собой графическую модель процесса ремонта, на которой отображается технологическая последовательность работ, их взаимосвязь, возможность выбора пути достижения результата.

ПОР и графики утверждаются заблаговременно, так как выполнение каждого из мероприятий не должно нарушать существующего планового порядка заявок и выполнения работ. Так, заявки на металлопрокат по спецификации завода принимаются территориальным управлением Госснаба не позднее 45 дней до планируемого квартала. Таким образом, ПОР и графики должны быть утверждены не менее чем за полгода до останова объекта на ремонт.

Вопросы:

1. Как происходит планирование ремонта
2. График работ утверждается главным инженером

Тема Ремонт конденсаторов

План:

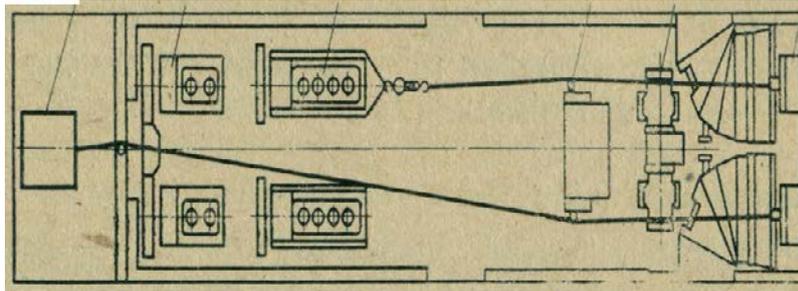
1. Демонтаж конденсаторов
2. Ремонт конденсатора

1 Демонтаж конденсаторов

В процессе эксплуатации в конденсаторах появляются неплотности в виде трещин, свищей. Наружная поверхность загрязняется, нарушается защитное антикоррозионное покрытие, повреждается оребрение.

Конденсаторы аммиачных установок более громоздки, и их ремонт связан, как правило, с

вагон-отделением. демонтажем освобождают фланцы отсоединяют раму



демонтажем из машинного отделения. Перед конденсатор от аммиака, трубопроводов от коллектора, а конденсатора - от

пола вагона. Затем лебедкой передвижной установки вытягивают конденсатор из вагон-машинного отделения на специальную платформу, которую устанавливают со стороны противоположной вагон-дизель-электростанции. Для обеспечения перемещения конденсатора используют направляющие желоба а между платформой и вагон-машинным отделением укладывают переходный мостик.

Для удаления ржавчины, накипи, грязи и отложений масла конденсатор погружают в специальную ванну, заполненную 5 ... 7%-ным раствором технической соляной кислоты. В раствор добавляют пассиваторы, чтобы предохранить металл от разрушения. Конденсатор выдерживают в растворе 24 ч, после чего раствор сливают, а остатки накипи на трубах удаляют металлическими щетками. Затем конденсатор обмывают 1 %-ным раствором каустической соды и чистой водой.

рис. 1. Установка конденсатора в вагон-машинное отделение:

- 1 - лебедка, 2, 3 - компрессоры, 4 - упоры, 5 - электродвигатели, 6 - захватные устройства, 7 - конденсаторы

Места утечки аммиака выявляют последовательной гидравлической опрессовкой секций конденсатора водой под давлением 24,5·10⁵ Па. Трещины заваривают, после

чего секцию подвергают контрольной опрессовке под давлением $32,3 \cdot 10^5$ Па. Собранный после ремонта конденсатор также спрессовывают водой под давлением $2,45 \cdot 10^5$ Па.

2 Ремонт конденсатора

Ремонт конденсатора при наличии трещин и свищей в трубах производят одним из следующих способов: поврежденную трубу секций отключают и устанавливают ремонтный калач в поврежденную трубу устанавливают новую меньшего диаметра. Если установленная труба имеет радиальный зазор с поврежденной, то ее необходимо раздать в местах пайки по диаметру с помощью шарика или дорна.

Количество отключаемых труб устанавливается инструкциями по ремонту холодильного оборудования.

Резку заготовок медных труб от 6 до 20 мм производят специальным труборезом. Разрезаемую трубу устанавливают на направляющие ролики размещенные в нижней части корпуса. При вращении маховика и скрепленного с ним ползун совершает поступательное перемещение. Шарнирно соединенный с ползуном нож прижимает разрезаемую трубу к роликам. Вращая труборез вокруг трубы и одновременно поджимая к ней нож, надрезают, а затем перерезают стенки. Гибку калачей производят с помощью специальных пружин. При этом не нужно засыпать в трубы какой-либо наполнитель (например, песок) с целью получения правильных радиусов изгиба.

Отремонтированный конденсатор продувают сжатым воздухом, а затем испытывают на герметичность азотом. При отсутствии утечек конденсатор проверяют на прочность, после чего сушат с вакуумированием и подогревом. Охлажденный конденсатор заполняют хладагентом до небольшого избыточного давления и направляют на сборку.

Вопросы:

1. В чем состоит процесс ремонта конденсатора?
2. Как проверяют конденсатор после ремонта?

Тема Ремонт центробежных холодильных компрессоров

План:

1. Объем ремонта
2. Дефектация

1 Объем ремонта

Ремонтный цикл большинства марок центробежных компрессоров соответствует примерно четырехлетнему периоду при трехсменной работе.

При профилактическом осмотре устраняют дефекты по записям в суточном журнале, проверяют системы защиты, плотность соединений, качество масла, доливают свежее масло, осматривают фундамент и раму.

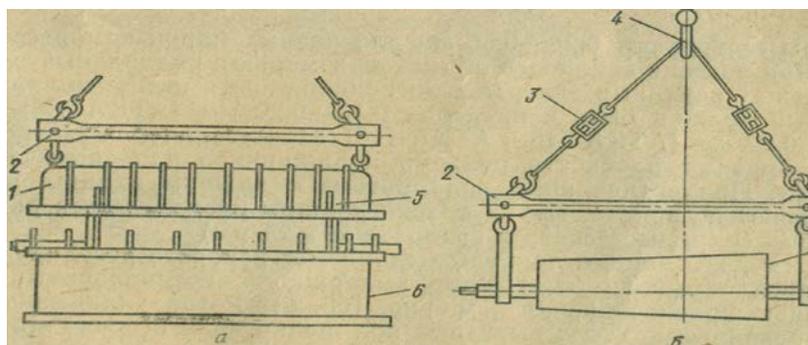
В процессе текущего ремонта дополнительно к объему профилактического осмотра замеряют параметры вибрации до и после ремонта, заменяют прокладки во фланцевых соединениях, очищают масляные фильтры, осматривают маслопроводы и маслонасосы, проверяют и подтягивают крепежные детали.

При среднем ремонте дополнительно к объему текущего ремонта проверяют осадку фундамента и крепление фундаментальных рам, про водят ревизию соединительных муфт и подшипников, редуктора, маслососов, маслоохладителей и арматуры на трубопроводах с хладагентом и маслом, очищают всасывающие газовые фильтры и водоохлаждаемую аппаратуру (или аппараты воздушного охлаждения).

При
ремонте

объему
выполняют
работы:
масляных и

уплотнений с заменой деталей, ревизию направляющих аппаратов и диафрагм, выемку ротора с ремонтом опорных шеек, рабочих колес, проверку состояния корпуса, системы регулирования, проверку и настройку редукционных клапанов, замену запорной арматуры и тепловой изоляции.



капитальном
холодильных
центробежных
компрессоров
дополнительно к
среднего ремонта
следующие
ревизию привода,
газовых

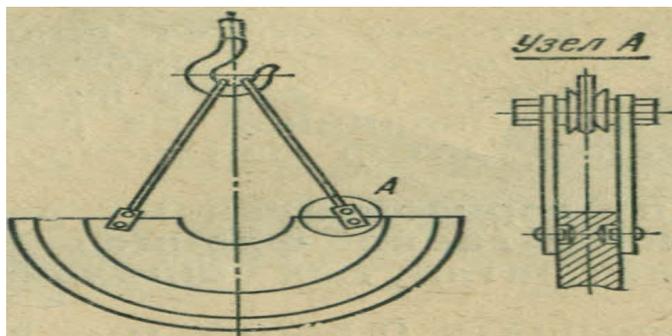
2 Дефектация

Порядок работы при капитальном ремонте холодильных центробежных компрессоров следующий. Компрессор разбирают с учетом особенности его конструкции. Перед вскрытием корпуса отсоединяют все трубопроводы. Снятые и отсоединенные трубопроводы глушат во избежание их загрязнения. В компрессорах с горизонтальным разъемом крышку поднимают с помощью специальной траверсы (рис.2), позволяющей контролировать подъем в горизонтальном положении по направляющим шпилькам, смазанным маслом. Крышку отжимают болтами и начинают поднимать прерывистыми движениями. При этом следят за горизонтальностью разъема, измеряя расстояния по углам крышки до корпуса.

рис. 2. Траверсы

1- крышка; 2 - траверса; 3 - Винтовая стяжка для регулирования натяжения тросов; 4 - крюк крана; 5 - направляющая шпилька; 6 - корпус; 7 - ротор

Крышку
деревянные
прокладку
разъема и
поверхность
металлическими
щупом измеряют
торцами



укладывают на
козлы, снимают
горизонтального
очищают
фланца
щетками. Затем
зазор между
вращающихся

деталей ротора и корпуса и зазоры в лабиринтах. Зазоры в лабиринтах (рис. 3) проверяют ленточным щупом, опуская его до середины нижней полуокружности.

Зазоры составляют 0,20-0,55 мм для разных марок компрессоров. При помощи свинцовых оттисков измеряют радиальный зазор между верхними вкладышами подшипника и шейками вала, который должен быть в пределах 0,13-0,20 мм (АТКА-735) и 0,17-0,22 мм (АТКА-545 и АТКА-445). При увеличении зазоров пришабривают плоскости разъема подшипников или заменяют новыми. Прилегание шеек вала ротора к нижним вкладышам проверяют по краске. Пятна краски должны располагаться равномерно (не менее десяти в квадрате 25x25 мм).

Затем разъединяют приводы механизмов поворота регулирующих лопаток и поднимают ротор, выдерживая вертикальность с помощью приспособления. Ротор укладывают на деревянные козлы с вырезами под шейки вала и после этого проверяют прилегание вкладышей подшипников к расточкам в корпусе. Плотность прилегания оценивают по краске так же, как и прилегание шеек на вкладышам подшипников.

При осмотре ротора измеряют шейки вала. Эллипсность и конусность не должны превышать 0,01 мм на длину шейки. Риски зачищают мелкозернистым наждачным полотном и полируют тонкой пастой ГОИ до шероховатости не более Ra 0,25 мкм. Ротор укладывают на опорные подшипники и, установив на плоскости разъема индикаторы, проверяют биение ротора в нескольких сечениях вала (через 250-300 мм. У шеек вала, уплотнении, рабочих колес. Измерения биения проводят при повороте вала на определенный угол. Обычно отверстия полумуфты и под болты маркируют и измерения проводят в соответствии с поворотом вала на угол

рис. 3. Приспособление для выемки диафрагм (а) и поднятия ротора для подгоночных операций (б):

1 - диафрагма; 2 - шейка вала ротора; 3 - фланец корпуса; 4-приспособление с крюком полумуфты, соответствующий расстоянию между болтами, и данные записывают в таблицу.

Детали ротора внимательно осматривают, проверяют капиллярным методом (цветной дефектоскопией) на отсутствие трещин. Места проверки и периодичность определены ремонтной документацией. Плотность насадки рабочих дисков и других элементов ротора проверяют на звук при обстукивании медным молотком массой около 1 кг или с помощью индикатора при отжатии элемента рычагом (ломиком). При выявлении ослабленной посадки ротор выбраковывается и подлежит ремонту. Ротор ремонтируют только в условиях ремонтного цеха. При ремонте ротора рабочие колеса и другие детали снимают с помощью стяжных устройств после нагрева до 200-250 °C газовыми горелками. Детали нагревают быстро и равномерно от периферии к центру, прикрывая вал асбестом и контролируя температуру. Насадку деталей ведут после их нагрева до 100-250 °C, контроль достаточности нагрева осуществляют штихмассом (размер больше диаметра посадочных мест проходит 8 расточку детали). Натяг при насадке колес не должен выходить из пределов 0,01-0,03 мм.

Вопросы:

1. В чем состоит процесс ремонта центробежных холодильных компрессоров?
2. Порядок работы при капитальном ремонте

Тема Основные неполадки бытовых холодильников

План:

1. Анализ работы холодильника
2. Определение расхода электроэнергии

1 Анализ работы холодильника

При анализе работы холодильника проверяют температуру в камере, коэффициент рабочего времени, расход электроэнергии, нагрев отдельных деталей, уровень и характер шума, равномерность работы компрессора.

Проверить на ощупь тепловое состояние нагнетательной трубки после включения мотор-компрессора. Если нагнетательная трубка будет шире ватся, то это значит, что уточки мет Проверить на ощупь патрубков испарителя, и который впаян капилляр. Если признаком охлаждения нет, то это значит, что засорился осуши патрон или замерзла влага киниллнрг Определение температуры и камере. Соответствие температуре камере паспортным данным замеряют при определенных условиях должен быть пустым, чистым, сухим и проветренным. Температура в помещении не должна меняться. Ее замеряют на расстоянии 300 мм от передних и боковых стен в средней части по высоте. Температуру замеряют термометром, поместив его на средней полке, через 1—2 мин после включения мотор-компрессора терморегулятором при установившемся режиме работы холодильника (принято считать, что режим устанавливается после 5 ч работы холодильника).

Определение коэффициента рабочего времени. Компрессионные холодильники работают циклично, периодически включаясь терморегулятором. Продолжительность цикла зависит от многих факторов и обычно колеблется от трех до восьми циклов в час.

Сравнивать работу холодильников можно только при установившемся режиме и при одинаковых температурах в помещениях и камерах.

2 Определение расхода электроэнергии

Расход электроэнергии определяют по подключением счетчика класса не ниже 2.5. Расход электроэнергии можно высчитать и по счетчику, установленному в квартире. Для этого все электроприборы и освещение в квартире должны быть выключены. Для повышения точности измерений берут продолжительное время (несколько часов). Для более правильного замера подсчитывают число обороты диска счетчика за какое-нибудь целое число циклов и одновременно меряют время. Зная по паспорту счетчика его передаточное число и количество ватт, соответствующее одному обороту диска, подсчитывают расход мощности. При осмотре холодильника проверяют щупом прилегание уплотнения двери шкафа, нагрев мотор-редуктора и других деталей, обмерзание испарителя. Поверхность кожуха мотор-компрессора не должна превышать температуру в помещении более чем на 50 °С, а температура нагнетательной трубки при выходе должна быть несколько выше. При нормальной работе холодильного агрегата в испарителе должно быть слышно характерное журчание хладагента.

Вопросы:

1. Как определяют расход электроэнергии?
2. Как определяют коэффициент рабочего времени?

Тема Организация эксплуатации холодильной установки

План:

1. Обслуживание крупных холодильных установок

Основная задача эксплуатации холодильных установок — обеспечение безопасной и надежной работы оборудования для поддержания заданного температурного и влажностного режимов в охлаждаемых объектах при минимальной себестоимости вырабатываемого искусственного холода.

1 Обслуживание крупных холодильных установок

Крупные холодильные установки распределительных холодильников обслуживает постоянный штат работников, имеющих соответствующую квалификацию. Общее руководство технической эксплуатацией осуществляет главный инженер холодильника, которому подчиняется начальник компрессорного цеха. Непосредственное наблюдение за работой установки ведут машинисты, дежурные электрики и слесари по КИП и автоматике

В машинных отделениях должны быть вывешены должностные инструкции, схемы аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов, инструкции по эксплуатации машин и аппаратов, извлечения из правил техники безопасности, правила внутреннего распорядка, графики дежурств, профилактического осмотра, и ремонта оборудования, выпуска масла из аппаратов и системы.

Кроме того, в машинном отделении необходимо иметь инструмент. Контрольно-измерительные приборы, средства индивидуальной защиты, аптечку, запасные части для оборудования, запас эксплуатационных материалов

(холодильного агента, масла, солей и т.д., которые хранят в специальных помещениях).

Вопросы:

1. В чем заключается обслуживание крупных распределительных холодильников?
2. Какие инструкции должны быть в машинных отделениях?

Тема Испытание холодильной установки на прочность и плотность

План:

1. Регулирование холодильных установок
2. Опробование холодильных установок

1 Регулирование холодильных установок

После монтажа перед запуском сосуда, аппараты и трубопроводы должны пройти техническое освидетельствование, как и после ремонта или длительной более года остановки. В состав технического освидетельствования сосудов, аппаратов и трубопроводов входят наружный и внутренний осмотр (при наличии люков), а также пневматические испытания на прочность и плотность сосудов, аппаратов и трубопроводов (для фреоновых установок испытания проводятся только на плотность из-за высокой текучести агента). Для аммиачных установок на территории России пневматические испытания допускаются при условии их сопровождения акустико-эмиссионным или другим методом контроля, согласованным с Ростехнадзором. Для вновь устанавливаемых сосудов и аппаратов, поставляемых в собранном виде или законсервированных, при соблюдении указанных в эксплуатационной документации сроков и условий хранения испытания на прочность проводить не требуется. Новые сосуды и аппараты испытывают на плотность воздухом или инертным газом (азотом) под давлением табл. 1).

Таблица 1. Добавление воздуха (инертного газа) для испытания холодильных аппаратов на плотность и прочность

Сторона низкого давления установок и сторона промежуточного давления двухступенчатых установок	2,0	1,6
Сторона низкого давления для установок с температурой окружающего (атмосферного) воздуха не более 32 °С	1,5	1,2
Сторона высокого давления для установок с водоохлаждаемыми и испарительными конденсаторами	2,0	1,6
Сторона высокого давления для установок с конденсаторами воздушного охлаждения	2,9	2,3
Сторона высокого давления для установок, эксплуатируемых в условиях умеренной и холодной зоны при обеспечении температуры конденсации не более 50 °С (за счет подбора оборудования)	2,5	2,0

2 Опробование холодильных установок

При техническом освидетельствовании системы в качестве нагружающей среды запрещено использовать аммиак и не рекомендуется фреон; нельзя использовать холодильный компрессор в качестве воздушного. При испытании на прочность одного сосуда (аппарата) или трубопровода (участка) в аммиачных установках, они должны быть отсоединены от других сосудов, аппаратов и трубопроводов с использованием межфланцевых металлических заглушек (толщиной, рассчитанной на давление выше пробного в 1,5 раза). Заглушки должны иметь прокладки с хвостовиками, выступающими за пределы фланцев не менее чем на 20 мм. Использовать запорную арматуру вместо заглушек запрещено. Места их расположения отмечают предупредительными знаками и освобождаются от людей. Всю запорную арматуру на сосуде (аппарате) и трубопроводе полностью открывают, сальники уплотняют, вместо регулирующих клапанов и измерительных устройств устанавливают монтажные катушки, врезки и штуцеры, бобышки для КИПиА заглушают, а не рассчитанные на давление испытания отключают. На аммиачных и крупных фреоновых установках давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами, прошедшими поверку, опломбированными, одинакового класса точности (не ниже 1,5), диаметром не менее 160 мм и шкалой на максимальное давление, равное $4/3$ измеряемого. Один манометр устанавливают у воздушного компрессора после запорного вентиля, а второй — на сосуде, аппарате или трубопроводе, наиболее удаленном от воздушного компрессора. При совместной работе нового и ранее установленного оборудования в тех случаях, когда новое оборудование имеет более низкое рабочее давление, давление испытания принимают по меньшему значению.

Давление в сосудах, аппаратах и трубопроводах создается воздушным компрессором или из баллонов в зависимости от величины установки. В крупных установках для испытания системы предусматривают специальные линии подвода сжатого воздуха и азота; малые фреоновые установки принято испытывать фреоном, но в связи с ограничениями, связанными с экологическими проблемами, вместо фреона рекомендуется использовать азот или воздух. При испытании торгового оборудования использовать большие азотные баллоны нерентабельно, хотя выбросы фреона незначительны, но на более крупных установках следует стремиться использовать воздух или инертные газы. Небольшие воздушные компрессоры недороги и сдаются в аренду на время испытаний (1-2 сут).

Вопросы:

1. Как производят опробование холодильных установок?
2. Как производят регулирование холодильных установок?

Тема Регулирование режима работы температуры кипения холодильной установки

План:

1. Режим работы температуры кипения
2. Регулирование подачи хладагента

В охлаждающих батареях и воздухоохладителях принимают разность между средней температурой воздуха и температурой кипения в пределах от 8 до 10°C. Температурный напор в испарителях для охлаждения теплоносителей между охлаждаемой жидкостью и температурой кипения обычно составляет 5—6°C. Работа холодильной установки при пониженной температуре кипения кроме изменений, перечисленных выше, может вызвать замерзание хладагента в испарителе, подмерзание охлажденных грузов, находящихся около охлаждающих приборов, увеличение усушки продуктов. Температура кипения является самоустанавливающимся параметром. Величина ее определяется теплопритоком к испарителю, холодопроизводительностью компрессора, интенсивностью теплообмена в испарителе и требуемой температурой охлаждаемого объекта.

1. Понижение температуры кипения

Понижение температуры кипения происходит в том случае, когда при снижении тепловой нагрузки производительность включенных в работу компрессоров оказывается больше производительности охлаждающих приборов. В этом случае выключают часть компрессоров. При работе компрессоров с регулируемой производительностью необходимо включить автоматическую систему регулирования холодопроизводительности и следить за исправностью ее работы.

Понижение температуры кипения, вызванное ухудшением интенсивности теплообмена в испарителе, объясняется рядом причин. При недостатке хладагента в системе происходит неполное заполнение испарителя и часть его теплопередающей поверхности не используется. Основными признаками недостаточного количества хладагента являются и сравнительно высокий перегрев паров на всасывающей стороне компрессора, низкий его уровень в линейном ресивере (конденсаторе), а также периодическое оттаивание регулирующего вентиля при увеличении степени его открытия, что происходит в результате проскакивания паров хладагента со стороны конденсатора к регулирующему вентилю. В данном случае в систему добавляют хладагент.

2. Регулирование подачи хладагента

При неправильной регулировке подачи хладагента также может возникнуть его недостаток. В этом случае необходимо обеспечить требуемое заполнение испарительной системы, для чего открываем регулирующий вентиль или производят соответствующую настройку приборов автоматики.

Снеговая шуба, оседающая на наружной поверхности охлаждающих приборов, а также замасливание их внутренней поверхности значительно ухудшают теплообмен и приводят к пониженной температуре кипения. Проведение периодических оттаиваний охлаждающих приборов позволяет освободить их не только от снеговой шубы, но и скопившегося масла. Причиной значительного ухудшения теплообмена воздухоохладителей может быть уменьшение скорости циркулирующего воздуха или полное прекращение его циркуляции из-за зарастания воздухоохладителя или воздухопроводов снеговой шубой, неудачной конструкции системы циркуляции воздуха, неисправности вентиляторов.

При затопленных аммиачных испарителях (кожухотрубные, панельные испарители, коллекторные испарители и т. п.) температура кипения может понизиться из-за скопления в их нижней части большого количества масла, которое, занимая часть аппарата, препятствует аномальной циркуляции хладагента и уменьшает активную теплопередающую поверхность. В аппаратах для охлаждения хладоносителя при недостаточной его концентрации на трубах испарителя намерзает ледяная корочка, которая, являясь термическим сопротивлением, вымывает понижение температуры кипения. Уменьшение циркуляции хладоносителя из-за значительного засорения трубопроводов, фильтров, выхода из строя насосов, мешалок также понижает температуру кипения.

Повышенная температура кипения и в связи с этим наличие перепадов температур ниже рекомендованных могут быть обусловлены пониженной холодопроизводительностью компрессоров, избытком хладагента в системе, наличием влажного хода компрессоров, а также неполадками в работе компрессора.

Вопросы:

1. К чему приводит понижение температуры кипения?
2. В каком случаи происходит понижение температуры кипения?

Тема Регулирование режима работы температуры конденсации холодильной установки

План:

1. Режим работы температуры конденсации
2. Режим работы давление конденсации

Температура конденсации. Расчетная разность между температурой конденсации и средней температурой воды обычно составляет 4—6°C. Температура конденсации аммиака обычно выше температуры выходящей воды на 2—4°C. Температурные перепады могут изменяться в зависимости от степени тепловой нагрузки на компрессоры и режима работы установки. Так, при работе не всеми компрессорами возможно использование всей установленной поверхности конденсаторов, что приводит к снижению перепада температур охлаждающей воды и конденсации. Уменьшение удельного расхода электроэнергии на привод компрессоров в этом случае может перекрыть перерасход энергии на привод циркуляционных водяных насосов.

1 Повышенная температура конденсации

Повышенная температура конденсации приводит к уменьшению холодопроизводительности установки, увеличению потребляемой мощности и снижению технико-экономических показателей ее работы. Температура конденсации является самоустанавливающимся параметром. Величина температуры конденсации зависит от производительности включенных компрессоров, теплопередающих возможностей конденсатора и средней температуры охлаждающей среды.

Снизить температуру конденсации можно описанными выше способами. В некоторых случаях для снижения температуры конденсации у холодильной

установки с воздушными конденсаторами при высоких температурах воздуха целесообразно осуществлять разбрызгивание йоды. Повышенная температура конденсации при обратном водоснабжении может быть вызвана неудовлетворительной работой водоохладительного устройства (градирни, брызгального бассейна). При этом, как правило, для улучшения его работы увеличивают подачу циркулирующей воды, улучшают ее распределение, а также увеличивают количество воздуха, проходящего через водоохладительное устройство.

2 Повышенное давление конденсации

Повышение давления конденсации может быть вызвано ухудшением теплопередачи в конденсаторах в результате следующих причин:

- исключения из активного теплообмена части поверхности конденсаторов из-за их переполнения жидким хладагентом;
- наличия в конденсаторе неконденсирующихся примесей (воздух и продукты разложения масла);
- уменьшения поверхности конденсаторов в результате неправильно проведенного ремонта прохудившихся труб (заглушение их вместо замены новыми);
- ухудшения теплообмена в связи с загрязнением поверхности труб водяным камнем, илом, водорослями;
- ухудшения распределения охлаждающей воды из-за* загрязнение форсунок и распределителей у вертикальных, оросительных и испарительных конденсаторов.

В автоматизированных холодильных установках повышенное давление конденсации может быть обусловлено дефектами в работе водорегуляторов.

Вопросы:

1. К чему приводит повышенная температура конденсации?
2. Перечислите причины ухудшения теплопередачи в конденсаторах

Тема Вакуумирование холодильной установки перед заправкой холодильным агентом

План:

1. Испытания на плотность сосудов и трубопроводов
2. Гидравлическое испытание трубопроводов

Для фреоновых холодильных установок использование для опрессовывания воздуха, даже осушенного, нежелательно. Это связано с тем, что свойства ряда масел при контакте с воздухом ухудшаются, так что воздух для фреоновых установок можно использовать только при наличии уверенности в его совместимости с маслом. Следует избегать распространенного среди работающих с фреоном холодильщиков способа вакуумирования установки и выдерживания ее некоторого времени под вакуумом с контролем прироста давления (без испытаний на плотность). Естественно, что установка, вакуумированная и оставленная на

некоторое время под вакуумом, будет в какой-то мере испытана на плотность, но арматура и уплотнения, а так же сварные и паяные соединения, работающие под давлением, под вакуумом могут работать по-другому. Кроме того, воздух менее текуч, и соединение, выдержавшее вакуум в течение длительного времени, после заправки фреоном может дать течь. При вакуумировании перепад давления между атмосферным и давлением в установке менее 1 бара, и по сравнению с испытанием воздухом или азотом, когда при испытании на плотность достаточно выдержать 12 ч, время корректного испытания установки под вакуумом составляет не менее 144 ч. Кроме того, в вакуумированную установку сквозь течи и неплотности попадает влага из воздуха.

Давление в сосуде (аппарате) и трубопроводе поднимают до пробного со скоростью не более 0,1 МПа. При достижении 30 и 60% от пробного, а также при рабочем давлении необходимо прекратить повышение давления и провести наружный осмотр системы. В случае аммиачных установок сосуд (аппарат) или трубопровод находится под пробным (на прочность) давлением в течение не менее 5 мин; затем давление снижают до расчетного (на плотность) и осматривают систему. Герметичность соединений проверяют мыльными растворами, при этом следует учитывать, что при низких температурах мыльная пена не успевает вспениться и замерзает на холодном металле. Для предотвращения замерзания в мыльный раствор добавляют гликоль, тосол или спирт. Чтобы при пневматических испытаниях фреоновых установок на плотность воздухом или азотом можно было использовать течеискатели, в систему необходимо добавить немного фреона. Электронные течеискатели обладают высокой чувствительностью, поэтому в воздух или азот их можно добавлять в соотношении по объему 1/100. Следует учитывать, что азот при той же температуре почти в три раза легче R22, и через некоторое время азот скопится вверху установки, а фреон — внизу. Таким образом, в верхней части установки через некоторое время утечку будет обнаружить невозможно, и начинать поиск утечек необходимо с верхних частей установки. Течеискателем, настроенным на среднюю чувствительность, необходимо проверить все фланцевые, сварные, штуцерно-ниппельные и вальцованные соединения (рис. 4, а, б).

Иногда течеискатель, особенно настроенный на высокую чувствительность, реагирует на посторонние газы, в связи с чем проверку сомнительного места необходимо повторить несколько раз, так как сквозняк или ветер на открытой площадке мог принести по рис. 4. Применение электронного сторонний газ — в этом случае течеискателя при поиске утечек на стыках капель на него среагирует, а течи на самом деле нет.

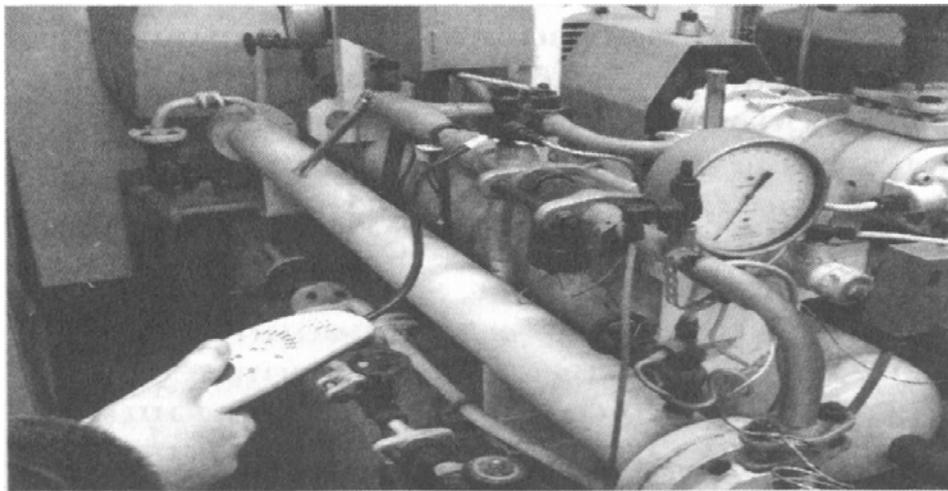


рис. 4. Применение электронного течеискателя при поиске утечек на стыках

Не следует использовать для фреоновых установок, работающих на не содержащих хлор холодильных агентах (R134A и R40AA), галоидную лампу, так как она реагирует на хлор, которого в этих агентах нет. На крупных холодильных установках имеет смысл использовать флюоресцирующие добавки, вводимые в систему. При подсвечивании мест возможных утечек ультрафиолетовой лампой становятся видны малейшие течи.

1 Испытания на плотность сосудов и трубопроводов

Испытания на плотность сосудов (аппаратов) и трубопроводов проводят отдельно для сторон низкого и высокого давления. Температура внутри системы и температура наружного воздуха для окончательных испытаний в течение не менее 3 ч должны уравновеситься, после чего в течение не менее 12 ч проводят испытания на плотность; изменение давления за это время не допускается (кроме вызванного естественным колебанием температуры окружающей среды). Результат испытаний считается положительным при отсутствии падения давления, видимых деформаций и разрывов. Результаты технического освидетельствования и разрешение на ввод в эксплуатацию для аммиачных сосудов (аппаратов) и трубопроводов ответственным лицом вписывается в паспорт.

Кроме описанных испытаний аммиачные трубопроводы после промывки и продувки системы подвергают дополнительным испытаниям на плотность совместно с оборудованием. Давление испытания равно рабочему давлению: для вакуумных трубопроводов оно составляет 0,1 МПа (продолжительность испытаний не менее 24 ч). Скорость падения давления при испытаниях не должна превышать 0,2 %/ч.

После пневматических испытаний на плотность установку вакуумируют и оставляют под вакуумом на 18 ч при остаточном давлении 0,005 МПа, причем давление необходимо фиксировать каждый час; повышение давления за первые 6 ч допускается до 50 %, а в остальное время давление должно быть постоянным. Вакуумировать установку холодильным компрессором нельзя, так как большинство современных компрессоров по своим конструктивным особенностям для этого не предназначены и могут быть повреждены. Для вакуумирования используются

вакуумные насосы (рис. 5), присоединяемые шлангами к любому свободному nipple или специально выделенному для этих целей производителем оборудования штуцером (если это оговорено в документации). Контроль уровня вакуума производят по мановакуумметру. Практически все манометры для холодильной техники имеют шкалу вакуума до -1 бар, в связи с чем следует использовать мановакуумметры для всасывающей стороны, у которых сектор вакуума на шкале больше и показания будут точнее. Еще лучше использовать электронные вакуумметры или мановакуумметры.

Для удаления из системы окалины и мелких частиц, оседающих впоследствии на фильтрах и забивающих проходные отверстия приборов КИПиА и арматуры, до пневматических испытаний системы производят ее продувку воздухом или азотом под рабочим давлением. Систему продувают не менее 10 мин, открыв все продувочные вентили, после чего их обязательно следует прочистить, а соленоидные вентили, нормально закрытые, открыть или снять. Фильтры необходимо снять, заменив монтажными катушками. Техника безопасности аналогична испытаниям системы на прочность и плотность.

Трубопроводы хладоносителя и подающие трубопроводы обратного водоснабжения должны подвергаться гидравлическим испытаниям на прочность и плотность. Испытания осуществляют водой температурой 5-40 °С; в зимнее время предусматриваются меры против замерзания воды и надежное опорожнение трубопроводов после испытаний. Удобнее всего испытывать систему, создавая необходимое давление (около 0,6 МПа) насосом, проследив, чтобы его напор не превышал требуемого давления. Испытательное давление выдерживают 10 мин (при испытании на прочность), после чего снижают до рабочего с осмотром сварных швов (испытание на плотность). По окончании осмотра давление на 5 мин вновь повышают и вторично осматривают трубопроводы. Продолжительность испытаний определяется временем осмотра, и при отсутствии видимых деформаций, течей и разрывов испытание считается удовлетворительным.

2 Гидравлическое испытание трубопроводов

Одновременное гидравлическое испытание двух трубопроводов, лежащих на одной эстокаде, допускается в тех случаях, когда это разрешено проектом. Открытые баки для воды и хладоносителя проверяют наполнением водой, сливные трубопроводы обратного водоснабжения также испытывают под налив. Следует заранее предусмотреть меры по опорожнению системы, если в ней будут выявлены крупные дефекты. Недопустимы крупные проливы (особенно в технологические цеха) — емкость испытываемой системы может превышать десятки и даже сотни кубометров.

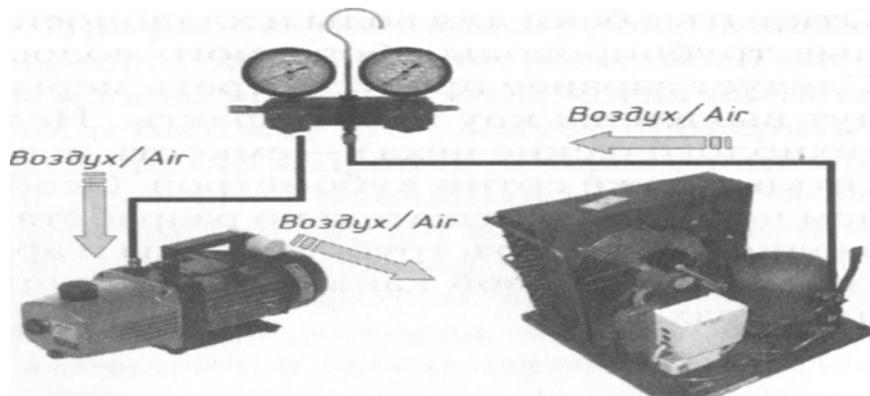


рис. 5. Вакуумирование холодильной установки перед заправкой холодильным агентом

Вопросы:

1. Для чего необходимо вакуумирование холодильной установки?
2. Как происходит вакуумирование холодильной установки?

Тема Заправка системы холодильным агентом

План:

1. Испытание на прочность
2. Заправка хладагента из цистерны

1 Испытание на прочность

После испытаний на прочность, плотность и устранения всех течей установку вакуумируют, заправляют маслом, холодильным агентом, контур хладоносителя — хладоносителем, а систему оборотной воды — водой. При работе с небольшими фреоновыми установками следует учитывать, что компрессоры поступают уже заправленными маслом. Даже если в смотровом глазке не видно уровня масла, его следует проверить, отвинтив пробку внизу картера (в случае герметичных компрессоров без глазков — по наличию плеска). Бывает, что на заводах компрессор «перезаправляют» выше глазка, и уровня не видно.

Крупные агрегаты поступают не заправленными маслом, и перед заполнением системы холодильным агентом их следует заправить. Для этого к штуцеру в картере или маслоохладителе присоединяют шланг, второй конец которого опускают в бочку или канистру. Масло поступает в вакуумированный агрегат, но при этом важно не допустить попадания воздуха в систему, для чего необходимо контролировать уровень масла в заправочной емкости. Когда масло в емкости закончится, перекрыть вентиль или ниппель. Обычно заправляют компрессор до 3/4 смотрового глазка, либо до риски, нанесенной на стекле (обычно положение минимальной и максимальной заливок показано, и нормальная заправка находится между ними). При работе установки уровень может сильно колебаться — на некоторых компрессорах конструкция масляного насоса не позволяет контролировать уровень масла во время работы, когда нагнетательная трубка направлена прямо в стекло, и поэтому его следует проверять в период остановки. Крупные агрегаты целесообразно заправлять через специально предусмотренный в

схеме холодильной установки масляный насос — зачастую в холодильных установках предусматриваются целые маслозаправочные станции, оборудованные насосами, манометрами, датчиками уровня и арматурой. Холодильные масла должны находиться на открытом воздухе не более 10 мин, иначе они успевают вобрать влагу из воздуха, которая, возможно, не будет поглощена фильтром-осушителем и замерзнет в дросселирующем органе. Следует учитывать, что масла различных фирм включают различные антикислотные и противоизносные добавки, и масла, даже одинаковые по свойствам, смешивать нельзя. Синтетические масла, загрязненные минеральным, теряют смешиваемость с фреоном, и поэтому под каждый тип масла и хладагента необходимо. Схема заправки холодильным агентом (однокомпонентные могут заправляться как по пару, так и по жидкости, многокомпонентные только по жидкой фазе) иметь свои манометры, не говоря уже о заправочных шлангах и емкостях для масла.

2 Заправка хладагента из цистерны

В зависимости от емкости установки заправку холодильным агентом производят из цистерн или баллонов. Для этого в системе предусматривают заправочный коллектор, специальный вентиль или ниппель (рис.6). Заправку производят в линейный ресивер, жидкостный ресивер или в конденсатор. Следует учитывать, что чиллеры, сплит-системы и моноблоки обычно заправлены маслом и холодильным агентом на заводе. Чтобы проверить заправку, следует присоединить к ниппелю манометр и, учитывая температуру окружающего воздуха, проверить давление в системе. Установка, как и холодильный агент внутри, находятся при температуре окружающего воздуха, и температурная шкала соответствующего хладагента на манометре должна показать температуру окружающего воздуха. Если же температуры, а следовательно, давление, отличаются, то либо машина не заправлена, либо она заправлена инертным газом.

Перед заправкой необходимо проверить, на месте ли все манометры и приборы автоматизации, сняты ли заглушки на нагнетании и всасывании компрессора, так как все это грозит потерей холодильного агента. Смесевые неазеатропные и псевдоазеатропные холодильные агенты (RA0AA) заправлять можно лишь по жидкой фазе — баллон подключают к жидкостному ресиверу, и установку заправляют жидким холодильным агентом. В противном случае более легко кипящий компонент в большей мере попадет в систему, смесь в установке будет иметь отличные от холодильного агента свойства и не обеспечит необходимых температур и производительности. Холодильные агенты из одного вещества (R134A, R22) и азеатропные смеси (R502) можно заправлять и по жидкой фазе, и по газообразной. При заправке по газообразной фазе баллон присоединяют к всасывающей линии работающей холодильной установки, и компрессор отсасывает из баллона пары агента в систему.

Для ускорения заправки не следует греть баллон факельной горелкой или ставить баллон в горячую воду. Холодильные установки заправляют по весу, для чего используют весы или, что менее предпочтительно, зарядные цилиндры. В документации по оборудованию должен быть указан вес заправки, но в случае отсутствия таких данных следует просчитать внутренний объем аппаратов в м³, умножить его на плотность холодильного агента в кг/м³ и получить массу заправки

в кг. При кажущейся сложности такого расчета он достаточно прост и помогает впоследствии избежать дозаправки или слива агента. Для заправки из баллона на резьбовой штуцер навинчивают заправочный шланг, а второй конец шланга присоединяют к системе, но гайку до конца не завинчивают, и ставят баллон на весы. Перед заправкой необходимо продуть шланг, для чего открывают на баллоне вентиль, и воздух выдавливается холодильным агентом из шланга, после чего гайку завинчивают. Заправочные вентили или ниппели на холодильной установке открывают, и по шлангу холодильный агент перетекает из баллона в систему (массу заправленного агента контролируют по весам).

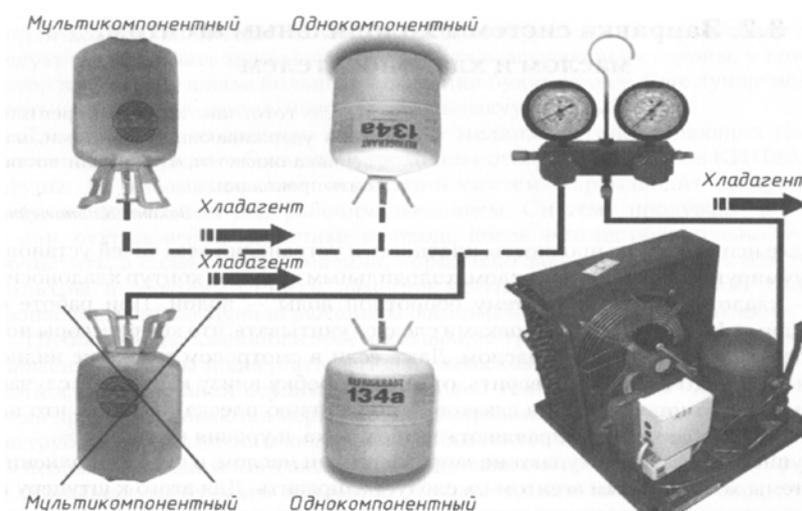


рис. 6. Схема заправки холодильным агентом

Вопросы:

1. В какой последовательности заправляют систему хладагентом?
2. Каков порядок сушки хладоновой системы?

Тема Заправка системы хладоносителем

План:

1. Схема заправки аммиаком из цистерны и баллона

1 Схема заправки аммиаком из цистерны и баллона

Аммиак в систему заправляют по специально спроектированному коллектору, обязательно оборудованному обратным клапаном, манометром, запорной арматурой и вынесенному на улицу (рис. 7).

Заправку производят по жидкой фазе, стараясь предусмотреть на коллекторе возможность дозаправки системы из баллонов, в связи с чем на коллектор располагают не только фланцы для присоединения к цистерне (обычно Ду 50 но и вентили для присоединения баллонов со штуцерно-нипельным соединением в три четверти дюйма. Так как аммиак взрывоопасен, то заправку оформляют актом, в котором отражена готовность общеобменной и аварийной вентиляции, наличие

обученного персонала и средств индивидуальной защиты проектной, технологической документации и плана локализации аварии.

Заправку из железнодорожных цистерн производят по гибкой стыковке при помощи консольного участка стальной трубы длиной 5-7 м, изогнутой в виде колена или змеевика, гибких металлических или неметаллических рукавов, шарнирных поворотных соединений, а из автомобильных цистерн — по съемному трубопроводу автомашины-заправщика. Подвижность соединения обусловлена тем, что цистерна по мере опорожнения будет подниматься на амортизаторах. Остаточное давление в цистерне после опорожнения должно оставаться не менее 0,05 МПа, при утечках их нельзя устранять их до тех пор, пока давление в емкости не снизится до атмосферного.

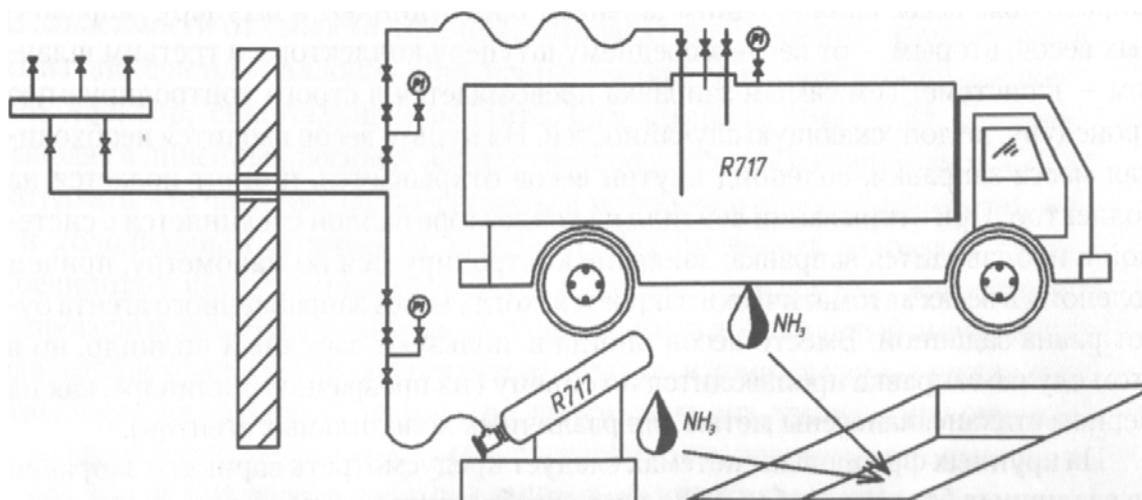


рис. 7. Схема заправки аммиаком из цистерны и баллона

Платформа для доступа к заправочной арматуре выполняется несгораемой, удобной для работ и эвакуации; за цистернами на территории предприятия организуют круглосуточное наблюдение. При приемке цистерны осматривают на предмет наличия пломб, исправности арматуры; локомотив при заправке отгоняют от цистерны не менее чем на 3 м; колеса цистерн (как автомобильных, так и железнодорожных) подклинивают башмаками, цистерну заземляют и подключают к блокировке сдвига цистерны.

Перед заправкой необходимо опорожнить приемки, предназначенных для возможных проливов аммиака, исключить доступ посторонних и транспорта к месту заправки, а также подготовить средства локализации возможной аварии. Огневые работы и курение при заправке запрещается — при возникновении пожара вблизи цистерны ее отводят на безопасное расстояние и поливают водой до ликвидации опасности.

При присоединении и отсоединении цистерны персонал должен находиться в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и кожи. Заправку аммиаком производят в вакуумированные емкости, после чего цистерну пломбируют и сдают представителю железной дороги или сопровождающему автоцистерну, которым выдается справка о количестве аммиака в цистерне. Вентили заправочного

коллектора после заправки закрывают, пломбируют и всю приемную часть закрываются на ключ; все операции по заправке производят под руководством инженерно-технического работника.

Объем заполнения аппаратов холодильной техники не должен превышать следующих величин.

Необходимо выполнять все инструкции заводов-изготовителей по заправке и опорожнению оборудования.

Вопросы:

1. В какой последовательности заправляют систему хладоносителем?
2. Схема заправки аммиаком из цистерны и баллона

Тема Заправка системы маслом

При заправке холодильным агентом удобно пользоваться линейкой, переводящей давление в температуру. На манометрах зачастую не бывает температурной шкалы, поэтому такая линейка помогает быстро перевести давление в температуру. Кроме того, она очень компактна, имеет различные шкалы давлений — в барах, (фунтов на кв. дюйм), мм рт. ст. — и температуры ($^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$), причем для различных холодильных агентов, в том числе аммиака. В холодильной технике, поступившей из Испании, США, Италии и азиатских стран, зачастую давление и температура маркирована по psi и $^{\circ}\text{F}$, так что с помощью такой линейки их можно быстро перевести в метрическую систему. Гораздо труднее перевести заправку холодильным агентом, указанную в баррелях, галлонах и пинтах, кубических дюймах, футах и ярдах, а также мощность, приведенную в лошадиных силах — для этого необходимы специальные переводные таблицы.

Заправку систем хладоносителем производят через специальные штуцеры или в бак хладоносителя. В крупных установках предусматривают специальные станции по приготовлению хладоносителя или специальные баки емкостью до 5 м^3 , оборудованные стационарными насосами для перекачивания хладоносителя в систему. Такую станцию иметь очень удобно, однако она занимает много места, но используется 1-2 раза в 10 лет. Опыт заправки холодильных систем ледового поля катка объемом по 40%-ному водному раствору этиленгликоля в 12 м^3 свидетельствует, что три человека без дополнительной механизации, используя обычную 220-л бочку для разведения раствора и небольшой насос, наполняют поле за 3 ч. Гликоль, поступающий в бочках, следует наливать в пропорции, принятой в проекте или технической документации на оборудование, во временную чистую емкость (бочку, бак или специальные пластиковые бочки с мешалками). На бочку для добавки в емкость чистой воды навинчивается специальный ручной бочковой насос (например, фирмы Biltema) или используется обычный бытовой насос типа «Малыш», содержимое хорошо размешивают и тем же насосом по шлангам заправляют в систему. Если в гликоль не были внесены ингибиторы коррозии, при разведении их следует влить в нужной пропорции, указанной поставщиком гликоля. В разведении гликолей есть несколько особенностей: нельзя закачивать в систему гликоль, а потом воду -в надежде, что маршевыми насосами в системе они перемешаются. Гликоль может пробками ходить по системе, и вода замерзнет в теплообменнике. В чистом виде пропиленгликоль горюч, в связи с чем следует

предусмотреть меры по защите площадки от проливов и не допускать вблизи открытого пламени и курения, а также приготовить средства пожаротушения. Желательно заниматься разведением пропиленгликоля на улице — в растворе с водой он перестает гореть; необходимо отметить, что концентрация гликоля в растворе более 60% не имеет смысла.

Для новых установок следует избегать использования CaCl и других солей — при кажущейся их дешевизне проблемы коррозии, засорения фильтров при эксплуатации и работы с разъедающим кожу рассолом перевешивают все достоинства. Соль поставляют в мешках, в ней содержится песок, мелкие камни, и поэтому раствору надо дать отстояться. Отбор из бака разведения не следует производить из нижней точки. Насос для заполнения требуется на всасывании обеспечить фильтром, так как эта среда агрессивна, а бытовые насосы нельзя.

Вопросы:

1. В какой последовательности заправляют систему маслом?
2. Измерение давления при заправке системы маслом?

Тема Подготовка к пуску холодильной установки

План:

1. Подготовка к пуску крупной холодильной установки
2. Подготовка к пуску малой холодильной установки

1 Подготовка к пуску крупной холодильной установки

После того как холодильная установка испытана, заправлена, проведены последние проверки правильности подключения и заданы необходимые уставки, наступает время запуска установки. Даже если все агрегаты и приборы автоматизации по отдельности работали, нет никакой гарантии, что они будут работать совместно, и следует быть готовым к тому, что установка может не запуститься. Поиск причин — это дело кропотливое, трудоемкое и длительное. Перед пуском все вентили и затворы, открытые в рабочем положении, должны быть открыты (перед пуском необходимо еще раз проверить их открытие). Следует также проверить катушки соленоидных вентилях (не сняты ли они), соединение моторных вентилях, присоединение датчиков уровня, отключавшихся при проверках и заполнении системы, а также отсутствие в щите временных перемычек.

После подачи питания на щиты и агрегаты по алгоритму сначала включается ТЭН подогрева масла в картере компрессора, и после достижения необходимой температуры масла (около 40 °С) включаются насосы обратного водоснабжения и хладоносителя. При этом на реле перепада давления на насосах и теплообменных аппаратах реле протока задается задержка (30 с), чтобы они не отключили установку еще до того, как насосы достигнут необходимого напора. При наличии охлаждающих рубашек на компрессорах и водоохлаждаемых маслоохладителях обеспечивается проток воды в них. После запуска контуров воды и хладоносителя компрессор запускается с открытым разгрузочным устройством (разгрузочный поршень, байпас, отжатые клапана и т. д.). На реле контроля смазки компрессора задается задержка по времени, чтобы насос для масла смог достигнуть необходимого напора. Одновременно с компрессором включаются вентиляторы

конденсаторов и воздухоохладителей. Через указанное в руководстве по эксплуатации время разгрузочное устройство закрывается, и компрессор выходит на рабочий режим, начиная сжатие холодильного агента. Обычно установки запускают с монтажными фильтрами на стороне холодильного агента, хладоносителя и воды, которые необходимы для сбора окалины и грязи, оставшейся после монтажа. Через некоторое время (обычно через 3 сут. Или позже) монтажные фильтры снимают, но при небрежном монтаже уже через 1 ч работы установки фильтры засоряются плотной коркой грязи, в связи с чем при первых запусках их приходится чистить несколько раз.

2 Подготовка к пуску малой холодильной установки

Малые холодильные установки с непосредственным кипением запускать гораздо проще. Обычно в компрессорах отсутствуют насосы для масла, и пуск установки происходит следующим образом: после подачи питания на щит и сигнала на пуск компрессор через некоторую задержку во времени запускается одновременно с вентилятором конденсатора и воздухоохладителя. Рекомендуется и малые установки запускать с монтажным фильтром, так как даже при тщательном монтаже возможно попадание грязи; кроме того, монтажный фильтр-осушитель позволяя удалить возможную в системе влагу.

Вопросы:

1. В чем заключается запуск крупных холодильных установок?
2. В чем заключается запуск малых холодильных установок?

Тема Настройка приборов автоматизации

План:

1. Реле давления
2. Термостаты

Настройка требуется для реле давления, дифференциальных реле давления, термостатов и терморегулирующих вентилей. Все реле давления и термостаты устроены примерно одинаково, поэтому регулировочные винты располагаются сверху. Механические ТРВ имеют самые разные конструкции, поэтому их настройку осуществляют штоком, расположенным снизу или сбоку прибора.

1 Реле давления

Реле давления практически всегда настраивают регулировочным винтом, расположенным сверху (рис. 8). Регулировочные винты зафиксированы в определенном положении пластинкой, которую перед настройкой ее необходимо снять. Эта пластинка необходима для фиксации винта в настроенном положении, чтобы настройка не сбилась случайно или от вибрации.

Контролировать настройку можно по ползку со шкалой давления, расположенному на лицевой стороне прибора. Не следует задавать слишком малый дифференциал на реле давления, так как в противном случае холодильная установка, управляемая по давлению, или вентилятор будет слишком часто включаться и выключаться. Не следует задавать и слишком большой дифференциал, так как

параметры работы установки могут выйти за рабочие пределы. Увеличение уставки и дифференциала у реле давления, как правило, осуществляют выкручиванием регулировочного винта против часовой стрелки, а уменьшение — вкручиванием по часовой стрелке (рис. 3.18). У различных приборов разных фирм-производителей один оборот винта означает разную настройку: как правило, для уставки реле низкого давления — 0,7 бар, для уставки реле высокого давления — 2,3 бар, для дифференциала реле низкого давления — 0,2 бар, для дифференциала реле высокого давления — 0,3 бар.

Сдвоенные реле давления также имеют регулировочные винты на верхней части: один — для стороны низкого давления, а второй — для стороны высокого давления. Соответственно на лицевой стороне расположены две шкалы давления и шкала дифференциала. Винт стороны низкого давления зафиксирован пластинкой. Увеличение уставки у сдвоенных реле давления, как правило, происходит вкручиванием регулировочного винта по часовой стрелке, а уменьшение — выкручиванием против часовой стрелки. Увеличение дифференциала у реле давления, как правило, происходит выкручиванием регулировочного винта против часовой стрелки, а уменьшение — вкручиванием по часовой стрелке. У реле давления с автоматическим возвратом нет кнопки «Сброс» или RESET, тогда как у реле с ручной деблокировкой есть. Следует учитывать, что у некоторых реле есть несколько кнопок сброса — одна снаружи прибора, а вторая внутри корпуса.

Ряд дифференциальных реле давления, используемых для воды и воздуха, уже имеют заводскую настройку и не могут регулироваться. Такие дифференциальные реле давления обычно поступают уже в смонтированном на агрегатах виде. Дифференциальные реле давления для масла и реле контроля смазки могут поставляться как нерегулируемыми, так и регулируемыми. На лицевой стороне нерегулируемых приборов нет шкалы, тогда как у регулируемых предусмотрена шкала на лицевой панели.

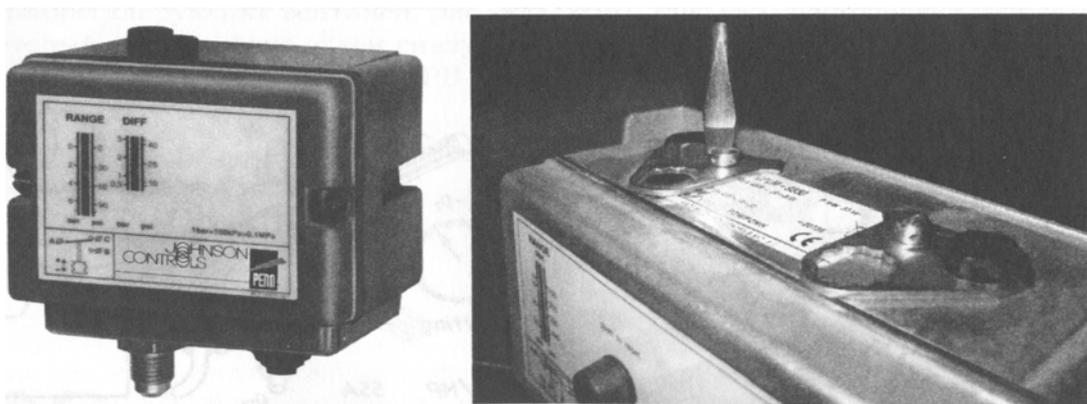


рис.8. Реле давления

Регулировочный винт в таких реле находится внутри (для доступа к нему необходимо снять крышку). Увеличение дифференциала у реле давления, как правило, происходит вкручиванием регулировочного винта по часовой стрелке, а уменьшение — выкручиванием против часовой стрелки (рис.9). На реле контроля

смазки предусматривается кнопка «Сброс» или RESET, выполненная, как правило, в виде клавиши сверху или на лицевой панели.

2 Термостаты

Термостаты настраивают так же, как и реле давления. На лицевой стороне прибора имеются две шкалы с ползком, показывающие одна уставку, а другая дифференциал. Настройку уставки производят при помощи штока, который для удобства оснащен барашком. В отличие от реле давления, которые перенастраивают довольно редко (один-два раза в год), в связи с чем настроечный шток уставки у них выполнен «под отвертку», термостаты перенастраивают чаще, и поэтому у них имеется барашек, прокручивая который по часовой стрелке, уставку температуры увеличивают, а против часовой — уменьшают. Дифференциал температуры меняют значительно реже, поэтому его выполняют «под отвертку». Чтобы настройка случайно не сбилась, термостат оснащают фиксирующей пластиной, закрепляемой винтом.

Настройку TRV проводят при помощи специального ключа для TRV, которым вращают настроечный шток (у крупных TRV), или отвертки (у небольших терморегулирующих вентилей). Ряд TRV настраивают штоком, который иногда расположен снизу, а иногда — сбоку. Вращением по часовой стрелке с каждым оборотом TRV настраивается от 0,5 К до 1,5 К в сторону уменьшения температуры, а против часовой стрелки.

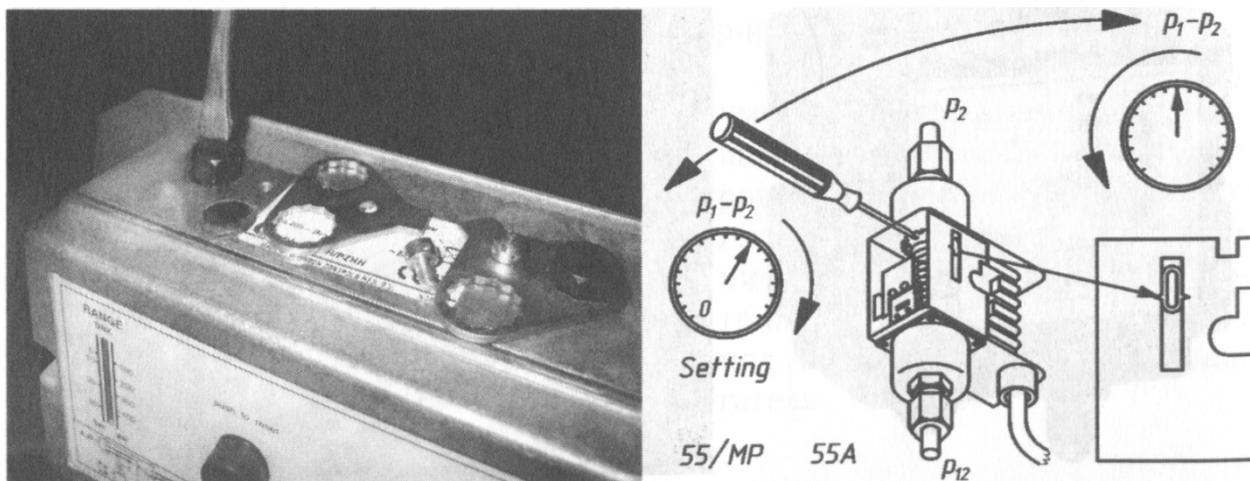


рис. 9. Фрагмент инструкции фирмы *Danfoss* по настройке реле контроля смазки марки MP 55

Вопросы:

1. Как настраивают реле давления?
2. Как настраивают термостаты?

Тема Проверка правильности подключения силовых и сигнальных кабелей

После подключения силовых и сигнальных кабелей следует проверить правильность подключения, для чего применяют тестер с функцией прозвонки — один

из монтажников ставит в щите временную перемычку, а второй находится у агрегата или прибора (рис. 10).

Тестером проверяют, замкнуты кабели или нет, так как при монтаже кабели могли перепутать и подключить не к тем клеммным колодкам, либо в кабелях может оказаться разрыв. Если кабели от соответствующего агрегата или прибора подключены в нужные клеммы, временную перемычку снимают и переходят к следующим кабелям — так проверяют все кабели. Хотя занятие это отдельно. В документации изготовителя оборудования всегда указано правильное направление вращения электродвигателя, и если при пробном запуске двигатель крутится в обратную сторону, следует перекинуть фазы в щите или в клеммной коробке электродвигателя (обычно это проще сделать в щите).

Для поршневых компрессоров направление вращения не имеет значения оно важно для винтовых и спиральных компрессоров. Направление вращения вентиляторов легко определяется при кратковременном пуске. Для определения направления вращения электродвигателя герметичного насоса необходимо снять пластиковую защитную муфту в месте стыковки вала насоса и электродвигателя. Кратковременный пуск без среды не повредит центробежному насосу — подав напряжение, по вращению вала определяют, крутится ли двигатель в направлении, указанном производителем насоса (направление вращения указано с обратной стороны электродвигателя на решетке, закрывающей вентилятор охлаждения электродвигателя).

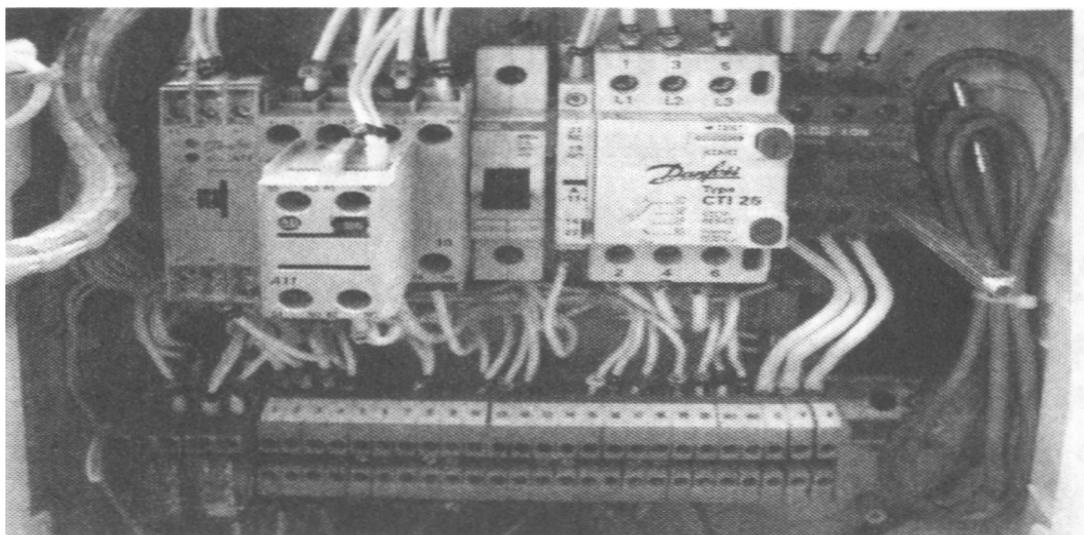


рис. 10. Щит управления небольшой холодильной установкой: клеммные колодки, автоматы, пускатели

Вопросы:

1. В чем заключается правильность подключения силовых кабелей?
2. В чем заключается правильность подключения сигнальных кабелей?

Тема Пуск одноступенчатой холодильной установки

План:

1. Порядок пуска холодильной установки
2. Остановка холодильной установки одноступенчатого сжатия

1 Порядок пуска холодильной установки

Порядок пуска холодильной установки зависит от типа компрессора, аппаратов и испарительной системы. Пуск производят в соответствии с инструкцией по эксплуатации данной установки. Затем проверяют наличие и исправность всех приборов управления, контроля защиты и сигнализации, а также герметичность системы и наличие в ней достаточного количества холодильного агента.

При подготовке системы к пуску открывают запорные вентили на магистральных трубопроводах, коллекторах и аппаратах. На нагнетательном трубопроводе открывают запорные вентили от компрессора до конденсатора, от конденсатора до линейного ресивера, от линейного ресивера до коллектора регулирующей станции, при наличии в схеме аммиачного переохладителя его включают в работу.

Регулирующий вентиль должен быть закрыт. На всасывающей линии открывают вентили испарительной системы до всасывающего вентиля компрессора. Нагнетательный и всасывающий вентили компрессора оставляют закрытыми. Включения компрессора в работу после устранения неполадок, а также после длительной (более 24ч) остановки производят с разрешения механика цеха или лица, его заменяющего. Если же компрессор был остановлен в связи с окончанием работы или в соответствии с графиком, простоял менее 24ч и нет запрещения на его пуск, а также никаких неполадок, записанных предыдущей сменой, в журнале не отмечено, то машинист и его помощник имеют право самостоятельно пустить его в работу. Пуск вертикальных и V-образных компрессоров одноступенчатого сжатия осуществляют в следующей последовательности:

Проводят внешний осмотр компрессора, чтобы убедиться в отсутствии посторонних предметов, мешающих пуску и могущих вызвать аварию;

Проверяют наличие масла в картере, масло в вертикальные и V-образные компрессоры наливают до уровня средней линии маслосмотрового стекла;

Пускают воду в конденсатор и переохладитель, а также в охлаждающую рубашку компрессора; поступление воды в рубашку компрессора проверяют и регулируют по сливу ее в воронку, а в процессе работы компрессора по температуре отходящей воды;

При рассольном охлаждении и открытой испарительной системы включают мешалку испарителя и рассольный насос, при закрытой системе включают рассольный насос;

Для облегчения пуска открывают на полный проход перепускной вентиль (байпас), соединяющий нагнетательную и всасывающую стороны машины; в процессе пуска холодильный агент циркулирует через байпас, и компрессор преодолевает лишь сопротивление клапанов, байпаса и соответствующих клапанов; пуск облегчается, так как не производится сжатие холодильного агента от давления кипения до давления конденсации;

Проворачивают вручную коленчатый вал компрессора не менее чем на один оборот и включают электродвигатель, по достижении им достаточного числа оборотов открывают нагнетательный запорный клапан и быстро закрывают байпас;

Постепенно и осторожно открывают запорный всасывающий клапан, прислушиваясь, отсутствуют ли стуки в цилиндре, при появлении признака влажного хода всасывающий клапан прикрывают; если послышатся стуки, свидетельствующие о попадании в цилиндр жидкого аммиака, быстро закрывают всасывающий клапан, после полного их исчезновения постепенно закрывают клапан, наблюдая за температурой всасывания и нагнетания; одновременно обслуживающий персонал следит за тем, чтобы давление нагнетания и показания амперметра электродвигателя компрессора не превышали пределов, устанавливаемых в зависимости от рабочих условий холодильной установки;

Следят за давлением масла; если разность давлений по манометрам в маслопроводе и картере меньше 0.1 – 0.15 МПа и не поддаются регулированию, компрессор останавливают для выявления причин неисправностей;

Через небольшой промежуток времени после полного открытия всасывающего клапана компрессора при продолжающемся повышении температуры нагнетаемого пара открывают регулирующие клапаны охлаждаемых объектов; сначала регулирующие клапаны открывают на небольшую долю их проходного сечения и о прохождении хладагента судят по начинающемуся обмерзанию корпуса клапана и жидкостной трубы после него, затем величиной его открытия регулируют работу всей холодильной установки;

В пусковой период работы компрессора необходимо убедиться в отсутствии посторонних стуков в механизме движения, повышенного нагрева крышек цилиндров, утечек масла через сальниковые уплотнения;

Время пуска и все показания контрольно – измерительных приборов записывают в суточный журнал работы холодильной установки.

Для пуска холодильной установки с горизонтальными компрессорами проверяют наличие масла в системе смазки компрессора, проверяют и регулируют подачу масла в узлы компрессора. После подготовки масляной системы открывают нагнетательный клапан и отжимают всасывающий клапаны (всасывающий клапан остается закрытым). Когда компрессор наберет допустимое число оборотов, всасывающие клапаны приводятся в рабочее положение. Затем постепенно открывают всасывающий клапан, наблюдая за показаниями термометров, манометров и амперметров.

На некоторых автоматизированных холодильных установках компрессоры работают циклично с постоянно открытыми клапанами. Электродвигатели компрессоров в этом случае должны иметь повышенную мощность, рассчитанную на пусковой период. На крупных и средних автоматизированных холодильных установках предусматривают специальные устройства для разгрузки электродвигателя при пуске, что исключает применение двигателей повышенной мощности.

На рис. 11 показаны устройства для облегчения пуска компрессора при ручном и автоматическом управлении. При автоматическом управлении работой компрессора всасывающий и нагнетательный клапаны в процессе работы и остановки остаются открытыми. При пуске соленоидный клапан открывается,

давление нагнетательном трубопроводе до обратного клапана и в нагнетательной полости компрессора падает, т.е. пуск облегчается в результате того, что компрессор не производит сжатия холодильного агента до давления конденсации. После достижения компрессором допустимой часты вращения соленоидный клапан автоматически закрывается.

2 Остановка холодильной установки одноступенчатого сжатия

Остановку холодильной установки одноступенчатого сжатия осуществляют в следующей последовательности:

Закрывают регулирующий клапан, снижают уровень холодильного агента в испарительной системе в результате работы компрессора при закрытом регулирующем клапане, что облегчает последующий пуск установки;

Закрывают всасывающий клапан компрессора и отсасывают хладагент из картера, понижая в нем давление до нуля (по манометру);

Выключают электродвигатель; после остановки компрессора закрывают его нагнетательный клапан;

Прекращают подачу воды в охлаждающую рубашку компрессора и, если не работают другие компрессоры, прекращают подачу воды на конденсатор и переохладитель. При рассольном охлаждении останавливают мешалку испарителя открытого типа; рассольный насос оставляют некоторое время работать, чтобы использовать холод, аккумулированный рассолом; при приближении температуры рассола к температуре воздуха в камерах насос выключают.

Время остановки компрессора записывают в суточный журнал работы цеха. После остановки проводят наружный осмотр сальников во избежание пропуска масла, хладагента, а также проверяют нагрев масла и надежность затяжки болтов и гаек. Замеченные неисправности устраняют и приводят холодильную установку в готовность для последующего пуска.

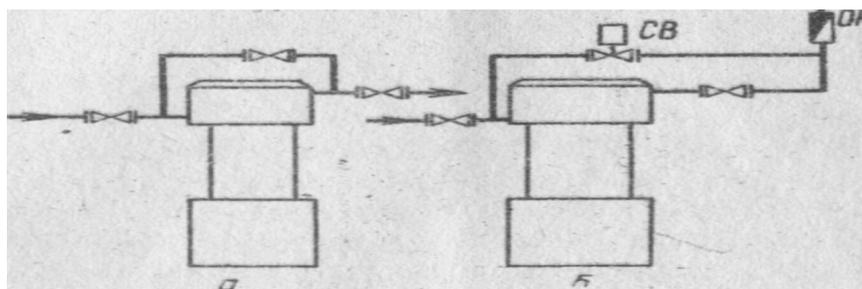


рис. 11. Схема приспособлений для облегчения пуска компрессора

Вопросы:

1. Как производят пуск одноступенчатой холодильной установки?
2. Схема приспособлений для облегчения пуска компрессора

Тема Пуск двухступенчатой холодильной установки

План:

1. Порядок пуска холодильной установки
2. Остановка холодильной установки двухступенчатого сжатия

1 Порядок пуска холодильной установки

Холодильную установку двухступенчатого сжатия, состоящую из самостоятельных компрессоров на каждой ступени, пускают так же, как и установку одноступенчатого сжатия. При этом сначала включают компрессор высокой ступени. После того как в промежуточном сосуде избыточное давление понизится до 0,15 МПа, включают компрессор низкой ступени. При пуске компрессоров нагнетательные и всасывающие вентили должны быть закрыты, а линия для прохода жидкого аммиака через змеевик промежуточного сосуда открыта. Пуск компрессора двухступенчатого сжатия производят в следующей последовательности:

- включают устройство, облегчающее пуск электродвигателя (открывают байпас), и включают электродвигатель компрессора;
- через 2—3 мин холостой работы (для разогрева масла в картере) открывают нагнетательный вентиль цилиндров высокой ступени компрессора и закрывают байпас высокой ступени;
- медленно открывают всасывающий вентиль цилиндров высокой ступени и отсасывают пар из промежуточного сосуда;
- открывают нагнетательный вентиль цилиндров низкой ступени, закрывают байпас цилиндров низкой ступени;
- медленно открывают всасывающий вентиль цилиндров низкой ступени, не допуская влажного хода;
- приоткрывают регулирующий вентиль и регулируют подачу холодильного агента в испарительную систему и промежуточный сосуд;
- записывают в суточный журнал время пуска в работу холодильной установки, в том числе компрессора.

В автоматизированных холодильных установках пуск электродвигателя компрессоров осуществляется автоматически от датчика, контролирующего температуру или давление кипения хладагента.

2 Остановка холодильной установки двухступенчатого сжатия

Для остановки машины двухступенчатого сжатия закрывают регулирующие вентили и прекращают подачу аммиака в промежуточный сосуд и испарительную систему. После некоторого понижения уровня жидкого хладагента в промсосуде и испарительной системе выключают из работы ступень низкого, а затем ступень высокого давления.

При обслуживании компрессора или агрегата двухступенчатого сжатия учитывают, что промежуточное давление устанавливается в зависимости от давления (температуры) кипения и конденсации при данном отношении объемов, описываемых поршнями ступеней низкого и высокого давлений. Главные особенности пуска, обслуживания и остановки двухступенчатого компрессора или компрессорного агрегата состоят в том, что включение или выключение нагрузки на ступени низкого и высокого давлений производят так, чтобы не вызвать повышение давления в промежуточном сосуде сверх допустимого. Поэтому необходимо следующее:

- при ручном пуске двухступенчатого агрегата в начале открыта всасывающего вентиля включают под нагрузку ступень высокого, а затем низкого давления;

- при необходимости снять нагрузку со ступени высокого давления (например, закрыть всасывающий вентиль при наступлении влажного хода) предварительно снимают нагрузку со ступени низкого давления, закрыв ее всасывающий вентиль;

- при остановке двухступенчатого компрессорного агрегата сначала снимают нагрузку со ступени низкого давления, для чего закрывают ее всасывающий вентиль, а затем нагрузку со ступени высокого давления.

В автоматизированной установке двухступенчатого сжатия при пуске (в отличие от ручного) сначала закрытием разгрузочного вентиля между промежуточным сосудом и отделителем жидкости включают в работу ступень низкого давления. Через 10—15 « после загрузки ступени низкого давления срабатывает реле времени, установленное в пульте управления компрессором, после чего автоматически закрывается соленоидный вентиль — байпас и компрессор ступени высокого давления начнет работать под нагрузкой.

Вопросы:

1. Как производят пуск двухступенчатой холодильной установки?
2. Как производят пуск в автоматизированных холодильных установках?

Тема Регулирование работы холодильной установки

План:

1. Агрегатный монтаж холодильных установок
2. Испытание и прием холодильного оборудования

1 Агрегатный монтаж холодильных установок

После заправки хладагентом и хладоносителем холодильной установкой опробуют и регулируют режим их работы для подготовки к испытаниям. Перед опробованием проверяют состояние всех аппаратов, запорных вентилях и узлов холодильных установок в соответствии с указаниями инструкции завода-изготовителя. Проверяют наличие масла, хладагента, рассола, воды и при необходимости пополняют ими системы установки. Затем холодильные установки включают и проверяют в работе.

В 21-вагонных поездах и 12-вагонных секциях обе холодильные установки включают одновременно. В процессе работы проверяют интенсивность охлаждающего раствора в системе и воздуха в грузовых вагонах, величины рабочих параметров в аммиачной и хладоновой системах, производят пробные перекрытия запорных и электромагнитных вентилях.

В 5-вагонных секциях и автономных вагонах включают все холодильные установки и также проверяют режим их работы. Все вагоны должны охлаждаться равномерно. В процессе работы при необходимости регулируют терморегулирующие вентиля.

Агрегатный монтаж холодильных установок 5-вагонных секций ЦБ-5 и автономных вагонов позволяет опробовать их и регулировать на специальных стендах до монтажа в вагон. Благодаря этому повышается качество регулирования и сокращается время на наладку холодильной установки. Опробование проводят в течение 2... 3 ч на каждом из возможных режимов. За это время выявляют места повышенного нагрева в компрессорах, насосах, вентиляторах, вентилях и в других

узлах. Опробование и регулирование холодильных установок ведут под наблюдением квалифицированных работников.

2 Испытание и прием холодильного оборудования

Испытание и прием холодильного оборудования — заключительные операции процесса ремонта, выполняемые для проверки технического состояния отремонтированного оборудования. Эти операции совмещают с генеральными испытаниями поезда (секции, вагона), в процессе которых проверяют взаимодействие всего специального оборудования. На вагоноремонтных заводах генеральные испытания проводятся с участием представителя отдела технического контроля и инспектора-приемщика МПС, в вагонных депо — с участием приемщика МПС.

При генеральных испытаниях проверяют работу оборудования и режимах отопления и охлаждения грузовых вагонов. Температура в грузовых вагонах должна быть доведена до установленных пределов: в 12-вагонной секции и 21-вагонном поезде — 12°С; в вагонной секции — 20°С, в автономном вагоне — 18°С.

В процессе генеральных испытаний проверяют состояние всех агрегатов и узлов холодильной установки. Компрессоры, насосы, вентиляторы, электромагнитные вентили должны работать без перерыва и посторонних стуков. Параметры режима работы холодильной установки, проверенные по контрольно-измерительным приборам, должны соответствовать норме. Если в грузовых вагонах достигнута установленная температура и все холодильное оборудование работает нормально, то испытания считают законченными, а холодильные установки — подготовленными к приему из ремонта.

После окраски оборудования в установленные цвета и укомплектования запасными частями и инструментом холодильные установки считают принятыми из ремонта, о чем составляют акт утвержденной формы.

Вопросы:

1. В чем заключается испытание и прием холодильного оборудования?
2. Проверка процесса генеральных испытаний

Тема Основные причины отклонения от оптимального режима

План:

1. Неполадки в работе аммиачной холодильной установки

При эксплуатации аммиачных холодильных установок наиболее часто встречающимися отклонениями, в значительной степени влияющими на экономичность и безопасность их работы, являются повышенная температура конденсации пара в конденсаторе, повышенная или чрезмерно высокая температура пара на нагнетательной стороне компрессора, пониженная температура кипения аммиака в испарительной системе, влажный ход компрессора. Основные признаки ненормальной работы аммиачной холодильной установки, их причины и способы устранения указаны в табл. 2.

Потери хладагента приводят к нарушению режима работы установки, уменьшению ее холодопроизводительности и перерасходу электроэнергии на выработку холода.

1 Неполадки в работе аммиачной холодильной установки

Таблица 2. Основные неполадки в работе аммиачной холодильной установки

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Мала холодопроизводительность, повысилось давление конденсации,	Недостаточная подача воды.	Увеличить подачу воды на конденсатор, чтобы нагрев ее был не более 6 °С в конденсаторе закрытого типа, не более 3 °С в оросительном конденсаторе.
при этом нагрев воды 10—15 °С	Неравномерное распределение воды по секциям оросительного конденсатора.	Отрегулировать водораспределительное устройство.
	Высокая температура циркуляционной воды.	Проверить и наладить работу устройства для охлаждения воды, увеличить подачу свежей воды.
нагрев воды при нормальном ее расходе незначителен (2—3 °С)	Трубы конденсатора загрязнены.	Очистить трубы конденсатора.
температура конденсации выше температуры отходящей воды более чем на 5—8 °С	В системе воздух, загрязнены трубы конденсатора.	Выпустить из системы воздух, очистить трубы конденсатора.
уровень аммиака в конденсаторе выше верхней кромки смотрового стекла, температура нагнетания повышена.	Недостаточно открыт ТРВ.	Отрегулировать ТРВ вращением регулировочного шпинделя.
Давление испарения снизилось, при этом чрезмерный нагрев крышек цилиндров, перегрев паров в сухопарнике (8—10 °С вместо 1—2°С)	В системе недостаточно аммиака.	Добавить в систему аммиак.
температура рассола на выходе из испарителя на 8—12 °С выше температуры испарения, жидкостная линия после фильтра покрыта инеем.	Трубы испарителей загрязнены, поверхность включенных испарителей недостаточна.	Очистить трубы испарителей, включить дополнительную поверхность испарителей.
	Засорен фильтр.	Промыть фильтр.
Всасывающая сторона компрессора и блок вблизи цилиндров покрыты инеем, температура Г нагнетания понижена Неравномерный нагрев блока вблизи цилиндров.	Влажный ход компрессора, чрезмерно открыт ТРВ.	Отрегулировать ТРВ вращением регулировочного шпинделя.
Неравномерный нагрев блока	Поломка нагнетательного	Провести осмотр и ремонт

вблизи цилиндров.	клапана. Поломка всасывающего клапана	клапана. То же.
Пониженное давление (температура) кипения (перепад температур между температурой кипения и температурой рассола более 5 °С и между температурой кипения аммиака и температурой камер более 10 °С).	<p>Велика холодопроизводительность компрессоров, включенных в работу.</p> <p>Недостаточная поверхность включенных испарителей.</p> <p>Недостаток аммиака в системе.</p> <p>Чрезмерное обрастание инеем охлаждающих устройств.</p> <p>Обмерзание труб испарителя из-за слабой концентрации рассола.</p> <p>Загрязнение теплопередающей поверхности испарителей.</p> <p>Недостаточная подача аммиака вследствие неправильного регулирования; засорение фильтра жидкостного трубопровода и регулирующего вентиля; неисправная работа приборов автоматического регулирования и контроля.</p>	<p>Остановить часть компрессоров.</p> <p>Включить дополнительную поверхность испарителей.</p> <p>Добавить в систему аммиак.</p> <p>Удалить иней.</p> <p>Проверить плотность рассола и довести концентрацию до нормы.</p> <p>Очистить теплопередающую поверхность и продуть от масла и других загрязнений. Отрегулировать подачу аммиака; очистить фильтр, продуть трубопровод и вентиль; настроить приборы автоматического регулирования и контроля.</p>
Повышенное давление (температура) кипения (недостаточные перепады температур между температурой воздуха в камерах или рассола и температурой кипения).	<p>Недостаточная холодопроизводительность включенных компрессоров.</p> <p>Влажный ход компрессора.</p> <p>Неисправности в работе (пропуски клапанов, байпаса).</p>	<p>Включить дополнительные компрессоры.</p> <p>Отрегулировать подачу аммиака в испарительную систему.</p> <p>Провести осмотр и ремонт клапанов и байпаса</p>
Высокая температура всасывания по сравнению с температурой кипения (более чем на 10°С).	<p>Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему; регулирующий вентиль открыт недостаточно.</p> <p>Недостаток аммиака в системе.</p> <p>Неудовлетворительное состояние изоляции всасывающих трубопроводов.</p>	<p>Открыть больше регулирующий вентиль и отрегулировать подачу холодильного агента в испарительную систему.</p> <p>Добавить в систему аммиак.</p> <p>Отремонтировать изоляцию трубопроводов.</p>
Влажный ход компрессора	Неправильное регулирование	Прикрыть регулирующий

(температура всасывания равна температуре кипения; температура нагнетания значительно ниже нормальной; появление инея на стенках цилиндра).	подачи аммиака в испарительную систему. Избыток аммиака в системе.	вентиль. Настроить приборы автоматического регулирования. Распределить аммиак по аппаратам испарительной системы. Перепустить излишек аммиака из системы в баллоны или ресиверы.
Повышенная температура нагнетания.	Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему. Недостаток аммиака в системе. Недостаточная подача воды в охлаждающую рубашку компрессора. Неисправности компрессора (пропуски в клапанах, поршневых кольцах, байпасах и др.). Большая длина всасывающего трубопровода, неудовлетворительное состояние его изоляции. Подсос воздуха.	Приоткрыть регулирующий вентиль, настроить приборы автоматического регулирования. Добавить в систему аммиак. Увеличить подачу воды. Провести осмотр и ремонт клапанов, поршневых колец, байпаса. Провести осмотр и ремонт изоляции. Устранить неплотности в системе и проконтролировать работу воздухоотделителя.
Масляный манометр не показывает давления или показывает ниже нормы.	Засорен масляный фильтр (фильтр-заборник). Неисправность масляного насоса, маслопровода, масляного манометра.	Снять фильтр и промыть. Провести осмотр и устранить дефекты.
Течь масла через сальники.	Износ или перекос графитовых колец, задир стальных колец. Течь сальника в результате некачественной центровки компрессора с электродвигателем.	Разобрать сальник и устранить дефекты. Проверить центровку и при необходимости добиться соосности валов.

Вопросы:

1. Основные неполадки в работе аммиачной холодильной установки

Тема Техника безопасности при ремонте холодильного оборудования

План:

1. Техника безопасности при осмотре цилиндров

Холодильные установки относятся к устройствам повышенной опасности. Поэтому все машины, аппараты, трубопроводы и контрольно-измерительные приборы необходимо постоянно

содержать исправном состоянии. Аппараты, работающие под давлением (маслоотделители, ресиверы, промежуточные сосуды), нельзя допускать к эксплуатации, если истек срок их осмотра и освидетельствования в соответствии с требованиями Госгортехнадзора.

Нельзя эксплуатировать холодильную установку, если предохранительные клапаны не испытаны на установленное давление и не опломбированы. Не разрешается также эксплуатировать компрессоры, рассольные насосы и другое оборудование при неисправности устройств ограждения приводных ремней, движущихся и вращающихся частей.

1 Техника безопасности при осмотре цилиндров

При внутреннем осмотре цилиндров, картера, маслоотделителя и других аппаратов холодильной установки разрешается пользоваться только переносными лампами напряжением 12 В или электрическими карманными фонарями. Применять при осмотре открытое пламя и курить запрещается. Вскрывать цилиндры компрессоров, демонтировать трубопроводы, аппараты и арматуру аммиачных холодильных установках разрешается только после удаления из них аммиака и масла. Все работы, связанные с ремонтом оборудования аммиачных холодильных установок, нужно выполнять с применением противогазов, которые необходимо проверять на газопроницаемость не реже одного раза в 6 месяцев.

Вскрывать компрессоры, аппараты и трубопроводы хладоновых холодильных установок разрешается только после понижения в них давления до атмосферного. При обнаружении утечки хладагента надо немедленно включить вентиляцию или открыть двери и окна и проветрить помещение. Если необходимо выпустить хлад агент из Системы в резервные баллоны, то норма заполнения их на 1 л емкости баллона не должна превышать для хладона-R12 1,2кг, для аммиака — 0,6.5 кг. Снимать колпаки с баллонов с помощью молотка запрещается. Во избежание попадания хлагента в глаз надо пользоваться защитными очками. Заглушку на вентиле баллона следует открывать осторожно, направляя выходное отверстие вентиля в сторону от себя.

Для предупреждения аварий необходимо один раз в сутки осматривать все холодильное оборудование и записывать замеченные дефекты в журнал работы холодильной установки. При появлении признаков утечки хладагента надо проверить места всех соединений и принять меры к устранению утечки.

Вопросы:

1. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации холодильного оборудования?
2. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при ремонте холодильного оборудования?

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Димитриев, В. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования: цикл лекций / В. Димитриев. – Кишинев: ТУМ, 2008. – 113с.: ил.
2. Игнатъев, В.Г. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования. / В.Г. Игнатъев, А.И. Самойлов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 232 с.: ил.
3. Невейкин, В.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок / В.Ф Невейкин. – М.: Агропром издат, 1989. – 287 с.: ил.
4. Яцков, А.Д. Диагностика, монтаж и ремонт технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / А.Д. Яцков, А.А. Романов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 120 с.: ил.
5. Устройство, монтаж, ТО и ремонт холодильных установок [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://book-gu.ru/2013/05/ustrojstvo-montazh-to-i-remont-xolodilnyx-ustanovok/> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.

Учебное издание

Ремонт и испытания
холодильных установок

Учебное пособие

Л.Н. Захарцова

Редактор Е.Н. Осипова

Подписано к печати 07.09.2015 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 2,48. Тираж 20 экз. Изд. № 3451.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ

