

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Н.Ф. Крупененков**

**МОНТАЖ И НАЛАДКА  
ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

**Учебно-методическое пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2015**

УДК 621.565(076)

**Крупененков Н.Ф.** Монтаж и наладка холодильных установок.: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 40 с.

Указаны цель и порядок выполнения практических и лабораторных работ по дисциплине «Монтаж и наладка холодильных установок».

Предназначено для студентов направления бакалавриата 23.03.03 эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов по дисциплине «Монтаж и наладка холодильных установок» очной и заочной форм обучения.

**Рецензент: доктор техн. наук, проф. А.Н. Носков**

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом  
Института холода и биотехнологий**



**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Крупененков Н.Ф., 2015

## **Практическое занятие № 1**

### **Подготовка к монтажным и пусконаладочным работам**

Изучить структуру проведения монтажных и пуско-наладочных работ и правилами размещения холодильного оборудования.

На основе изученного материала составить структурную схему выполнения работ по монтажу, пусконаладочным работам и сдаче холодильной установки в эксплуатацию.

Отчет о работе должен содержать: титульный лист, структурную схему выполнения работ, схемы проведения испытаний и зарядки холодильным агентом (по указанию преподавателя), комплект сопровождающих документов (акты), выводы.

## **Практическое занятие № 2**

### **Монтаж торговой холодильной установки**

Подобрать холодильное оборудование для холодильной камеры исходя из данных, приведенных в прил. 16. Разместить в заданном помещении холодильную камеру и оборудование для нее в соответствии с предъявляемыми требованиями (прил. 2 ). Составить гидравлическую и монтажную схему холодильной установки с описанием элементов. Разработать регламент монтажных и пусконаладочных работ (прил. 3) с составлением схемы размещения, перечня работ с указанием необходимых инструментов и приборов, схем подключений, иллюстрирующих отдельные этапы работ (прил. 17,18).

Отчет о работе должен содержать: титульный лист, функциональные и принципиальные схемы, иллюстрирующие отдельные этапы пусконаладочных работ, гидравлическую и монтажную схему холодильной установки, эскизы размещения выбранного оборудования с указанием размеров (согласно выбранной модели) и прокладки трубопроводов, схемы проведения испытаний и зарядки холодильным агентом (по указанию преподавателя), комплект сопровождающих документов (акты), выводы.

# **Лабораторная работа № 1**

## **Монтаж холодильной установки с двумя компрессорами**

### **1.1. Цель работы**

Оборудование холодильных установок предприятий торговли и общественного питания имеет высокий уровень заводской готовности и поставляется комплектно. Его монтаж имеет некоторые особенности по сравнению с промышленными холодильными установками.

Исполнитель должен знать последовательность и содержание монтажных работ и иметь навык их осуществления, который приобретается при выполнении настоящей работы.

### **1.2. Программа работы**

Ознакомление с правилами техники безопасности (прил. 1).

Изучение требований к размещению торгового холодильного оборудования, последовательности выполнения и содержания монтажных работ (прил..2).

Изучение структуры проведения монтажных и пусконаладочных работ (прил. 3).

Изучение свойств хладонов, способов оказания доврачебной помощи (прил. 1) правил техники безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении монтажа торгового холодильного оборудования.

Ознакомление с измерительными приборами, монтажными инструментами и устройствами, расходными материалами (прил. 15).

Ознакомление с последовательностью и содержанием монтажных работ (прил. 3).

Составить монтажную схему холодильной установки на основе принципиальной гидравлической схемы (прил. 4).

Произвести сборку элементов холодильной установки согласно монтажной схеме.

Оформление отчета о работе, который должен содержать: титульный лист, эскизы элементов установки (по указанию преподавателя), комплект сопровождающих документов (акты), выводы.

## **Лабораторная работа № 2**

### **Монтаж холодильной установки с двумя блоками (сплит-система)**

#### **1.1. Цель работы**

Оборудование холодильных установок предприятий торговли и общественного питания имеет высокий уровень заводской готовности и поставляется комплектно. Его монтаж имеет некоторые особенности по сравнению с промышленными холодильными установками.

Исполнитель должен знать последовательность и содержание монтажных работ и иметь навык их осуществления, который приобретает при выполнении настоящей работы.

#### **1.2. Программа работы**

Ознакомление с правилами техники безопасности (прил. 1).

Изучение требований к размещению торгового холодильного оборудования, последовательности выполнения и содержания монтажных работ (прил. 2).

Изучение структуры проведения монтажных работ (прил. 3).

Изучение свойств хладонов, способов оказания доврачебной помощи (прил. 1); правил техники безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении монтажа торгового холодильного оборудования.

Ознакомление с измерительными приборами, монтажными инструментами и устройствами, расходными материалами (прил. 15).

Ознакомление с последовательностью и содержанием монтажных работ (прил. 3).

Составить монтажную схему холодильной установки на основе принципиальной гидравлической схемы (прил. 5).

Произвести сборку элементов холодильной установки согласно монтажной схеме.

Оформление отчета о работе, который должен содержать: титульный лист, эскизы элементов установки (по указанию преподавателя), комплект сопровождающих документов (акты), выводы.

# **Лабораторная работа № 3**

## **Пусконаладочные работы для холодильной установки с двумя блоками (сплит-система)**

### **1.1. Цель работы**

Оборудование холодильных установок предприятий торговли и общественного питания имеет высокий уровень заводской готовности и поставляется комплектно. Его монтаж имеет некоторые особенности по сравнению с промышленными холодильными установками.

Исполнитель должен знать последовательность и содержание монтажных работ и иметь навык их осуществления, который приобретает при выполнении настоящей работы.

### **1.2. Программа работы**

Ознакомление с правилами техники безопасности (прил. 1).

Изучение требований к размещению торгового холодильного оборудования, последовательности выполнения и содержания монтажных работ (прил. 2).

Изучение структуры проведения пусконаладочных работ (прил. 3).

Изучение свойств хладонов, способов оказания доврачебной помощи (прил. 1); правил техники безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении монтажа торгового холодильного оборудования.

Ознакомление с измерительными приборами, монтажными инструментами и устройствами, расходными материалами (прил. 15).

Ознакомление с последовательностью и содержанием пусконаладочных работ (прил. 3).

Составить схемы подключения холодильной установки к оборудованию при проведении испытаний на плотность и герметичность (прил. 17).

Составить схемы подключения холодильной установки к оборудованию при проведении работ по зарядке холодильным агентом и маслом (прил. 18).

Произвести комплекс пусконаладочных работ и сдачу холодильной установки в эксплуатацию.

Оформление отчета о работе, который должен содержать: титульный лист, эскизы элементов установки (по указанию преподавателя), комплект сопровождающих документов (акты), выводы.

## **Лабораторная работа № 4**

### **Центровка валов по полумуфтам**

#### **1.1. Цель работы**

Современное холодильное оборудование соединяют с электродвигателем, как правило, посредством муфты.

Несоосность валов – параллельное смещение или расположение под углом (излом) – вызывает вибрацию оборудования, приводящую к быстрому износу подшипников, муфты и других элементов.

На практике точное совмещение осей валов осуществить трудно, поэтому существует понятие предельно допустимого значения несоосности, которое дается, например, в техническом паспорте, в виде параллельного смещения и излома или радиального и осевого биения полумуфт.

Значения, характеризующие несоосность, измеряют с помощью приспособлений, в частности, кронштейнов с индикаторами часового типа или с контрольными винтами и набором щупов.

Необходимость в центровке валов возникает достаточно часто в процессе эксплуатации. Поэтому инженер должен иметь навык центровки валов, который приобретается в результате выполнения этой работы.

#### **1.2. Программа работы**

Ознакомление с правилами техники безопасности (прил. 1).

Ознакомление с последовательностью и содержанием работы (прил. 14).

Ознакомление с измерительными приборами, монтажными инструментами и устройствами, расходными материалами.

Оформить отчет о работе, который должен содержать: титульный лист, схему измерений, протокол наблюдений, обработку результатов наблюдений и выводы о точности совмещения осей валов.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Правила техники безопасности

При выполнении лабораторной работы следует выполнять следующие основные правила техники безопасности: подготовить рабочее место, проверив комплектность и исправность измерительных приборов, удалить посторонние предметы, не прислоняться к элементам стенда, при нарушении снабжения электроэнергией нельзя самостоятельно производить переключения проводов и открывать силовые щиты (эти работы должен выполнять механик). Не открывать защитные кожухи и лючки, не прикасаться к вращающимся элементам холодильных агрегатов; инструменты и приспособления применять только по назначению; не использовать гаечные ключи с изношенными губками; не применять прокладки между зевом ключа и гайкой.

Хладоны, применяемые в холодильных установках практически нетоксичны и по существующей классификации вредных веществ относятся к 4-му, последнему, классу опасности. Большинство хладонов не горит в смеси с воздухом, не воспламеняется и не взрывается. При объемной доле в воздухе более 30 % может наступить удушье до причине недостатка кислорода. При соприкосновении с горячей поверхностью или при наличии открытого пламени они способны разлагаться с образованием ядовитых веществ. Симптомы отравления при вдыхании воздуха с ядовитыми веществами – головная боль, слабость, учащение пульса и дыхания – проявляются через 30–50 мин.

Первая доврачебная помощь такова. Пострадавшего необходимо вывести на свежий воздух или в теплое помещение. Снять одежду, впитавшую ядовитые вещества, Дать ему дышать медицинским кислородом в течение 30–45 мин. Пострадавший должен пить крепкий сладкий чай или кофе, вдыхать с ватного тампона нашатырный спирт. При появлении раздражения слизистой оболочки следует полоскать носоглотку 2 %-м раствором соды или водой. Затем пострадавшему должна быть оказана медицинская помощь врачом.

При попадании жидкого хладона на кожу и в глаза возможно обмороживание кожи и повреждение глаз. Обмороженный участок тела необходимо согреть теплой водой (30–40 °С) или сделать общую



ванну, если поражена значительная поверхность тела. Воду с поверхности кожи следует удалять, прикладывая полотенце, а не растирая, чтобы не повредить покров. Затем поврежденный участок надо смазать мазью Вишневского или пенициллиновой мазью, в крайнем случае, сливочным или растительным маслом и наложить повязку.

При попадании хладона в глаза их необходимо промыть струей чистой воды. Затем надеть темные очки, но не забинтовывать, так как можно повредить глаза.

После ознакомления с Правилами техники безопасности студент расписывается в журнале регистрации инструктажа. Роспись его свидетельствует о том, что он ознакомился с Правилами техники безопасности и будет их строго выполнять.

## Приложение 2

### Размещение холодильных агрегатов

Выбор места для установки хладоновых холодильных агрегатов и торгового холодильного оборудования определяется следующими условиями.

1. Температура в помещении должна быть не ниже 5 °С (в самое холодное время года) и не выше 40 °С (в самое жаркое). Нижнее значение температуры определено условиями работы конденсатора водяного охлаждения и терморегулирующего вентиля. Верхнее значение вызвано пределом прочности холодильного оборудования.
2. Объем помещения, в котором устанавливают холодильный агрегат, должен быть не менее 3 м<sup>3</sup> на 1 кг холодильного агента, который содержится в холодильной машине. Применительно к холодильному агрегату с конденсатором воздушного охлаждения объем помещения должен составлять не менее 20 м<sup>3</sup> на 1 кВт холодопроизводительности холодильной машины. Если это условие невыполнимо, то помещение оборудуют системой приточно-вытяжной вентиляции. Производительность приточного вентилятора выбирают из расчета не менее 800 м<sup>3</sup>/ч на каждый кВт холодопроизводительности агрегата. При установке в машинном отделении агрегатов с конденсатором водяного охлаждения система вытяжной вентиляции должна обеспечивать трехкратный воздухообмен.

3. Оборудование должно размещаться на расстоянии не менее 1,5 м от отопительных и нагревательных устройств, не должно подвергаться воздействию прямых солнечных лучей.
4. Для доступа воздуха к конденсатору воздушного охлаждения расстояние от агрегата до стены должно быть не менее 0,2 м. При размещении торгового холодильного оборудования со встроенным холодильным агрегатом необходимо, чтобы воздух свободно поступал к решеткам машинного отделения. Ширина прохода к агрегату составляет не менее 0,7 м. Чтобы избежать быстрого загрязнения конденсатора воздушного охлаждения, агрегат не рекомендуется устанавливать в пыльных помещениях и в помещениях с земляным полом.
5. Размещать холодильное оборудование в помещениях следует таким образом, чтобы не создавать препятствий свободному передвижению людей. В больницах, детских садах, школах-интернатах, гостиницах должны применяться машины блочного исполнения с бессальниковыми компрессорами. В музеях, торговых центрах, ресторанах допускается применять агрегатированные холодильные машины разъемного исполнения с бессальниковыми компрессорами.
6. Размеры помещения, в котором монтируют сборные камеры, должны быть больше размеров камеры не менее чем на 0,5 м с каждой стороны и по высоте, а междуэтажное перекрытие должно выдерживать нагрузку 6000 кг/м<sup>2</sup>.
7. Холодильный агрегат, монтируемый вне охлаждаемых объектов, размещают в машинном отделении вблизи охлаждаемых объектов, но не в тамбуре камер. Холодильные агрегаты устанавливают в машинном отделении таким образом, чтобы главный проход от электрощита до выступающих частей машины (фундамента, ограждения и др.) составлял не менее 1,2 м, между выступающими частями машин – не менее 1 м, между машиной и стеной – не менее 0,8 м. Не рекомендуется располагать агрегат выше испарителя. Запрещается устанавливать его на лестницах, лестничных площадках, под лестницами, в коридорах и вестибюлях детских и лечебных учреждений.
8. Давление в водопроводной магистрали, подводимой к агрегату с конденсатором водяного охлаждения, должно быть 0,2+0,6 МПа.

9. Холодильное оборудование должно быть защищено от внешних механических повреждений ограждениями, выполненными из негорючих материалов, не препятствующими естественной циркуляции воздуха и обеспечивающими доступ к оборудованию для его осмотра и ремонта.

10. Линия электропитания системы управления холодильной установки, начиная от вводно-распределительного устройства, должна быть отдельной и защищенной от изменения параметров электрической сети. Особенно важно данное требование при использовании систем управления, основанных на процессорах.

11. Не разрешается размещать холодильные агрегаты непосредственно в жилых помещениях, на лестничных площадках и под лестницами, в коридорах, фойе, вестибюлях, эвакуационных выходах. Исключение делается для автономных кондиционеров.

Размещение холодильного агрегата определяется видом используемого оборудования: моноблок, би-блок или сплит-система, холодильный агрегат, оснащенный батареями.

Моноблок устанавливают непосредственно в стенном или потолочном проеме холодильной камеры. Следует обратить внимание на месторасположение настенного агрегата – по возможности он не должен находиться на основном пути передвижения персонала. Моноблоки создаются, преимущественно, для охлаждения камер, выполненных из панелей типа сэндвич. Последние имеют толщину не более 120 мм. В случае монтажа моноблока в стене камеры, имеющей большую толщину, предусматривается выемка со стороны камеры, необходимая для циркуляции воздуха через воздухоохладитель моноблока. Моноблок устанавливается в проеме стены камеры. Крепление моноблока к стене производится в соответствии с указаниями фирмы-изготовителя. Проверяется плотность примыкания теплоизолированной вставки моноблока со стеной камеры. При необходимости производят уплотнение с помощью вспенивающихся герметиков, имеющих малое значение теплопроводности. После подключения электропитания проверяется герметичность системы охлаждения, уровень вибрации, уровень шума вне камеры. Производят настройку агрегата на заданный температурный режим и точность его поддержания.

## Приложение 3

### **Структура проведения монтажных и пусконаладочных работ**

#### ***1. Изучение нормативно-технической документации (НТД)***

- 1.1. Изучение НТД технологического цикла проведения монтажных и пусконаладочных работ.
- 1.2. Изучение принципиальной гидравлической схемы холодильной системы (прил. 4).
- 1.3. Изучение монтажной гидравлической схемы холодильной системы.
- 1.4. Изучение схемы электрических подключений элементов системы.

#### ***2. Подготовительные работы к монтажу холодильной системы (ХС)***

- 2.1. Проверка комплекта поставки оборудования и материалов.
- 2.2. Выбор материалов для проведения работ по монтажу ХС (трубы, фитинги, припой, электрические кабели и провода, хомуты и пр. – с обоснованием выбора).
- 2.3. Выбор инструмента для проведения работ по монтажу ХС (труборез, разбортовка, труборасширитель, скриммер и пр. – с обоснованием выбора).
- 2.4. Подготовка монтажной площадки (места проведения монтажных работ).
- 2.5. Составление акта о получении оборудования и материалов для монтажа ХС.

#### ***3. Работы по монтажу ХС***

- 3.1. Размещение основного, вспомогательного оборудования и приборов автоматики ХС объекта согласно НТД.
- 3.2. Закрепление основного, вспомогательного оборудования и приборов автоматики ХС.

- 3.3. Резка труб в размер согласно монтажной гидравлической схеме холодильной системы.
- 3.4. Соединение труб фитингами и штуцерами с укладкой трассы согласно монтажной гидравлической схеме холодильной системы (предсборка).
- 3.5. Резка электрических кабелей и проводов согласно монтажной схеме электрических подключений элементов системы. Маркировка и установка наконечников.
- 3.6. Укладка трассы электрических кабелей и проводов согласно монтажной схеме электрических подключений элементов системы (предсборка).
- 3.7. Сборка щита управления работой ХС согласно монтажной схеме электрических подключений.
- 3.8. Подключение кабелей и проводов к щиту управления и элементам ХС.
- 3.9. Пайка труб, сервисных штуцеров и элементов ХС согласно монтажной гидравлической схеме холодильной системы.
- 3.10. Проверка уклонов линий собранных трубопроводов.
- 3.11. Подключение приборов автоматики и элементов, имеющих штуцерное соединение.
- 3.12. Составление акта о выполнении монтажных работ.

#### ***4. Испытание ХС***

- 4.1. Подключение оборудования и приборов для проведения испытаний к ХС.
- 4.2. Проведение испытания на прочность участков трубопровода ХС.
- 4.3. Составление акта о результатах испытания на прочность участков трубопровода ХС.
- 4.4. Проведение испытания избыточным давлением на плотность ХС (опрессовка).
- 4.5. Составление акта о результатах испытания избыточным давлением на плотность ХС.
- 4.6. Проведение испытания разряжением на герметичность ХС (вакуумирование).
- 4.7. Составление акта о результатах испытания на герметичность ХС.

4.8. Проведение работ по зарядке ХС маслом и холодильным агентом.

4.9. Составление акта о результатах работ по зарядке ХС маслом и холодильным агентом.

## ***5. Пусконаладочные работы (ПНР) ХС***

5.1. Подготовка формы акта проведения пуско-наладочных работ к заполнению параметрами.

5.2. Проверка сопротивления обмоток статоров электродвигателей у элементов системы и занесение данных в акт ПНР.

5.3. Предварительная настройка значений параметров регулирования и защиты на приборах автоматики.

5.4. Проверка правильности электрических подключений и чередования фаз (критично для трехфазных вентиляторов, спиральных и винтовых компрессоров).

5.5. Проверка напряжения сети электропитания и занесение данных в акт ПНР.

5.6. Проверка состояния вентиляей.

5.7. Подача электропитания к элементам ХС (первый пуск) без подключения тепловой нагрузки.

5.7.1. Измерение линейных и фазных напряжений по фазам и занесение данных в акт ПНР.

5.7.2. Измерение пускового и рабочего тока обмоток статоров электродвигателей у элементов системы и занесение данных в акт ПНР.

5.7.3. Измерение давлений всасывания, нагнетания хладагента (давления масла, если имеется возможность) и занесение данных в акт ПНР.

5.7.4. Измерение начальной температуры в охлаждаемом объеме объекта и занесение данных в акт ПНР.

5.7.5. Контроль состояния хладагента в индикаторном стекле.

5.7.6. Настройка перегрева ТРВ и занесение данных в акт ПНР;

5.7.7. Корректировка настройки значений параметров регулирования и защиты на приборах автоматики и занесение данных в акт ПНР.

5.7.8. Измерение времени достижения заданной температуры в охлаждаемом объеме объекта и занесение данных в акт ПНР.

5.7.9. Измерение пускового и рабочего тока обмоток статоров электродвигателей у элементов системы в режиме достижения заданной температуры в охлаждаемом объеме объекта и занесение данных в акт ПНР.

5.8. Оформление акта о результатах работ по ПНР ХС.

## ***6. Сдача объекта в эксплуатацию***

6.1. Подача электропитания к элементам ХС с подключением тепловой нагрузки.

6.2. Измерение линейных и фазных напряжений по фазам и занесение данных в акт ПНР.

6.3. Измерение пускового и рабочего тока обмоток статоров электродвигателей у элементов системы и занесение данных в акт ПНР.

6.4. Измерение давлений всасывания, нагнетания хладагента (давления масла, если имеется возможность) и занесение данных в акт ПНР.

6.5. Измерение начальной температуры в охлаждаемом объеме объекта и занесение данных в акт ПНР.

6.6. Контроль состояния хладагента в индикаторном стекле.

6.7. Настройка перегрева ТРВ (если требуется) и занесение данных в акт ПНР.

6.8. Корректировка настройки значений параметров регулирования и защиты на приборах автоматики (если требуется) и занесение данных в акт ПНР.

6.9. Измерение времени достижения заданной температуры в охлаждаемом объеме объекта и занесение данных в акт ПНР.

6.10. Измерение пускового и рабочего тока обмоток статоров электродвигателей у элементов системы в режиме достижения заданной температуры в охлаждаемом объеме объекта и занесение данных в акт ПНР;

6.11. Оформление акта о сдаче ХС в эксплуатацию.

## **Пример проведения монтажных работ для холодильных систем с предварительно заполненным хладагентом компрессорно-конденсаторным агрегатом**

В комплект поставки обычно входят: компрессорный агрегат (или машина), осушенный, заполненный хладагентом и маслом по норме для всей установки, с закрытыми вентилями, заглушенными штуцерами и сальниками; батареи (или воздухоохладители), осушенные и с заглушенными штуцерами; терморегулирующие вентили (ТРВ); медные трубы, осушенные и с обжатыми концами; запасные части и специальный инструмент.

Ящик с поступившим оборудованием вскрывают, осторожно отделяя щиты и руководствуясь предупредительными надписями. Проверяют по упаковочной ведомости комплектность поставки и осматривают оборудование для выявления деформированных элементов и следов утечки масла из компрессора, а также для проверки наличия заглушек на штуцерах и заводских пломб.

Удаляют антикоррозионную смазку с поверхности оборудования. Взвешивают холодильный агрегат для того, чтобы определить величину потери хладагента. Уменьшение массы агрегата более чем на 0,5 кг по сравнению с паспортной величиной (при наличии заводских пломб), а также выявление дефектов, для устранения которых требуется ремонт, и некомплектности поставки дают основание предъявить заводу претензию, что отражается в акте осмотра, составляемом представителями владельца оборудования и монтажной организации, которые присутствуют при вскрытии и осмотре оборудования.

Монтаж оборудования начинают с холодильного агрегата. Агрегат ставят на фундамент, выверяют его положение и закрепляют.

Монтируют испарители и воздухоохладители выполняя те же операции, что и с холодильным агрегатом.

Трубопроводы изготавливают из медных, отоженных для придания им пластичности, очищенных от окалины и осушенных труб, входящих в комплект поставки. С оборудованием и арматурой эти трубопроводы соединяют посредством штуцерного соединения с конической уплотнительной поверхностью или пайкой. Для стыковки с конической поверхностью штуцера конец медной трубы отбортовывается, т.е. ему придается форма усеченного конуса.



Герметичность соединения штуцера с трубой достигается в результате деформации отбортованного конца трубы с помощью накидной гайки.

Монтаж начинают со всасывающего трубопровода, от испарителя к компрессору. Из комплекта берут трубу требуемого диаметра, отрезают труборезом обжатый конец, надевают на трубу накидную гайку, снятую, с заглушенного штуцера испарителя, отбортовывают конец трубы с помощью бортовки и собирают соединение.

Прокладывают трубопровод по месту без подъемов и излишних изгибов, с уклоном в сторону компрессора. Изгибы выполняют по радиусу величиной не менее утроенного диаметра трубы с использованием трубогиба или пружины, надеваемой на изгибаемый участок, которая предотвращает сплющивание трубы на изгибе. Горизонтальный участок трубопровода прокладывают с уклоном 2 % в сторону компрессора, чтобы обеспечить возврат масла в картер компрессора. На расстоянии 100÷150 мм от штуцера компрессора делают петлю радиусом приблизительно 100 мм (способствующую снижению уровня шума и вибрации трубопровода) в горизонтальной плоскости, чтобы в ней не накапливалось масло. Излишек трубы отрезают, надевают накидную гайку, снятую с заглушенного штуцера всасывающего вентиля компрессора, отбортовывают конец трубы и собирают соединение. Затем прокладывают трубопровод, соединяющий испарители или воздухоохладители.

ТРВ устанавливают вертикально, капиллярной трубкой вверх и соединяют коротким трубопроводом с жидкостным штуцером испарителя или воздухоохладителя. Термочувствительный баллон ТРВ размещают на горизонтальном участке всасывающего трубопровода и плотно прижимают хомутом к трубе в положение согласно инструкции. При таком расположении термочувствительного баллона он будет контактировать с участком трубы, омываемым паром хладагента, и воспринимать его температуру. Капиллярная трубка не должна касаться трубопроводов и не иметь изгибы под острым углом.

Далее прокладывают жидкостный трубопровод от штуцера ТРВ к штуцеру вентиля линейного ресивера так, чтобы его можно было плотно соединить со всасывающим трубопроводом для организации теплообмена.

Электромонтажные работы выполняют специалисты электрики одновременно с монтажом трубопроводов.

Из смонтированной системы удаляют воздух с помощью вакуумного насоса. Предварительно снимают колпачковые гайки с сальников вентиля и заглушки с сервисных штуцеров всасывающего вентиля для присоединения импульсной трубки мановакуумметра. У нагнетательного вентиля также снимают колпачковые гайки с сальников вентиля и заглушки с сервисных штуцеров для присоединения шланга вакуумного насоса. Включают вакуумный насос и откачивают воздух из системы до остаточного давления 5,3 кПа. Если в системе давление не повышается в течение 18 часов, то осуществляют продувку. На штуцер нагнетательного вентиля вместо устанавливаемого манометра, не затягивая плотно накидную гайку, чтобы дать выход хладагенту во время продувки. Приоткрывают на 1–2 секунды вентиль ресивера для продувки системы хладагентом. Пар хладагента и оставшийся воздух с шипением выходят через не плотно затянутое соединение. Накидную гайку затягивают при снижении остаточного давления хладагента выходящего через штуцер. После продувки открывают вентили нагнетательный и жидкостный (ресивера), заполняя систему хладагентом. Проверяют плотность всех соединений системы с помощью течеискателя. Обнаруженные утечки устраняют по месту или после предварительного откачивания хладагента из системы в конденсатор. После проверки системы на плотность проводят комплексное испытание установки, при проведении которого проверяют работоспособность и налаживают режим работы на заданные параметры.

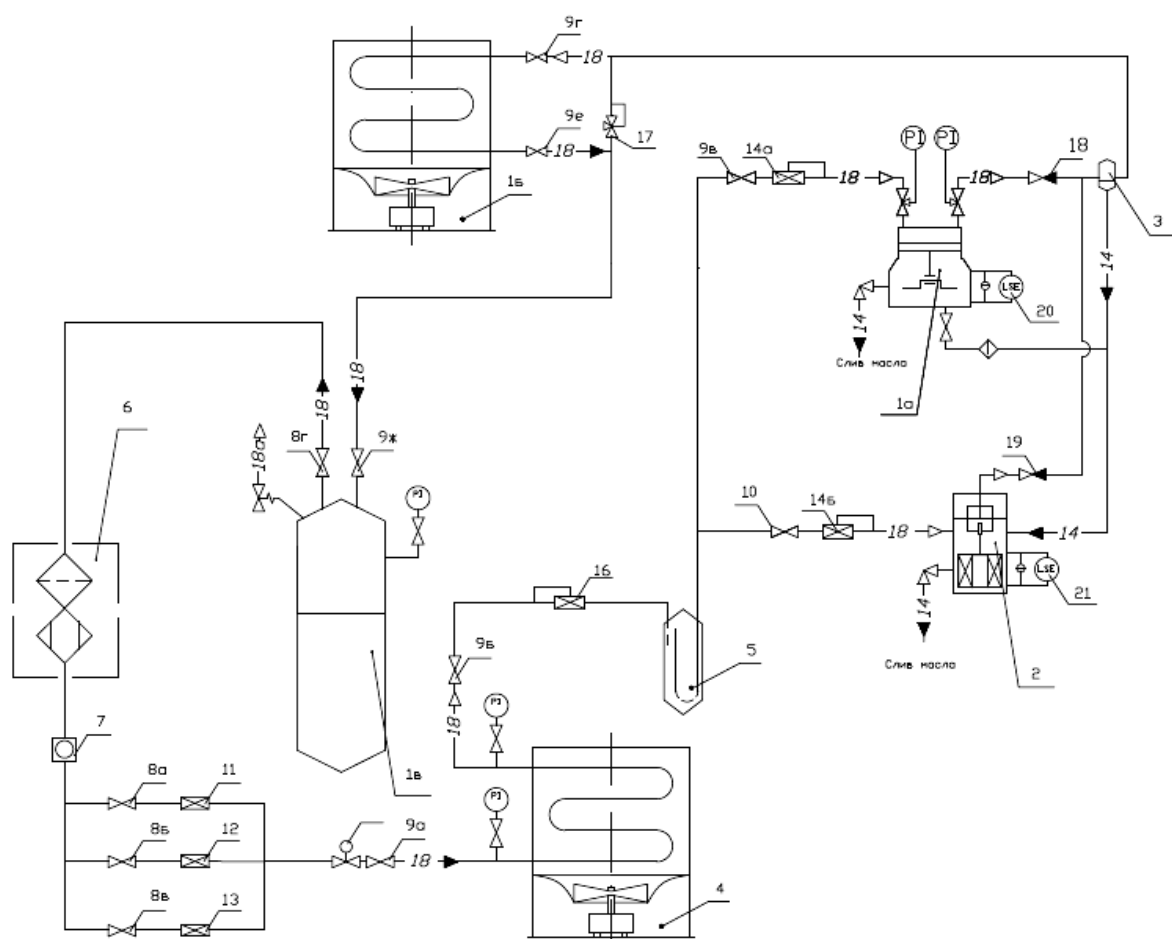


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема холодильной установки с двумя компрессорами:

1 – компрессорно-конденсаторный агрегат D8 KSJ 150 EWL; 1а – компрессор поршневой D8 KSJ 150; 1б – конденсатор воздушный; 1в – ресивер линейный 4 В.052; 2 – компрессор спиральный ZB 19 KCE TFD; 3 – маслоотделитель OSH-404; 4 – воздухоохладитель EVS 890 ED; 5 – отделитель жидкости A10-405; 6 – фильтр осушитель АДК 053; 7 – смотровое стекло АМТ-1 ММЗ; 8 – шаровый вентиль ВВА 038; 9 – шаровый вентиль ВВА 058; 10 – шаровый вентиль ВВА 078; 11 – ТРВ ТПЕ-НВ; 12 – ТРВ ТПЕ-НАД; 13 – ТРВ Ех-МОО+ЕС2-000; 14а – регулятор давления PRC-11В; 14б – регулятор давления PRC-11В; 15 – ТЭН; 16 – регулятор давления PRE-11В; 17 – регулятор давления НР5Т4-165; 18, 19 – обратный клапан; 20, 21 – регулятор уровня масла ОМА

## Приложение 5

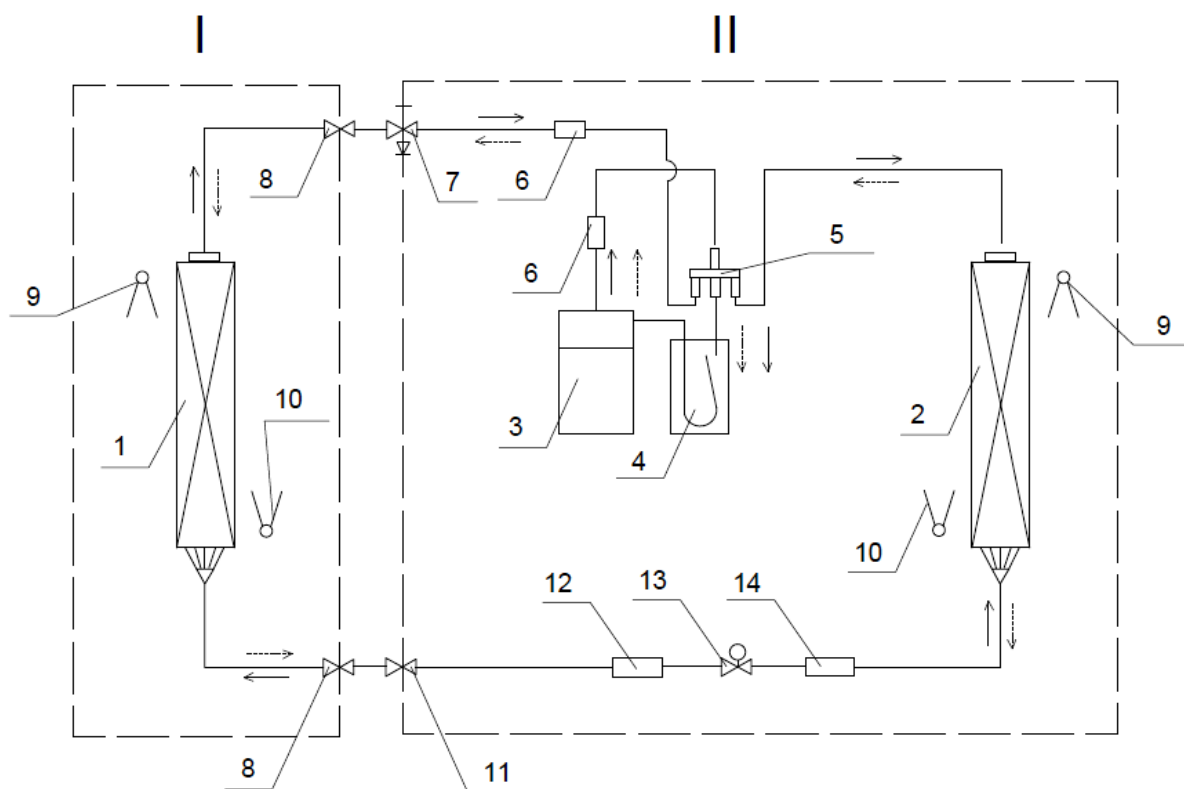


Рис. 2. Принципиальная гидравлическая схема холодильной установки с двумя блоками (сплит-система):

I – внутренний блок; II – наружный блок;

1– теплообменник внутреннего блока; 2 – теплообменник наружного блока;

3 – компрессор; 4 – отделитель жидкости; 5 – четырехходовой вентиль;

6 – глушитель; 7 – трехходовой клапан; 8 – запорный вентиль; 9 – термистр по воздуху;

10 – термистр теплообменника; 11– двухходовой клапан;

12, 14 – сетчатый фильтр; 13– электронный расширительный клапан





**А К Т**  
**на продувку холодильной системы**

Г. \_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ Г.

Мы, нижеподписавшиеся,  
представители Подрядчика:

\_\_\_\_\_

и представители Заказчика:

\_\_\_\_\_

составили настоящий акт в том, что после окончания монтажных работ вся система трубопроводов, аппаратов и запорной арматуры холодильной установки была продута азотом давлением 0,4÷0,5 МПа до полной чистоты внутренних поверхностей системы.

Вся запорная арматура прошла ревизию на плотность закрытия, на всех грязеуловителях имеются сетки, пригодные к работе на холодильном агенте.

На основании данного акта система подлежит испытанию на прочность, плотность и герметичность с последующей зарядкой холодильным агентом.

*Представители подрядчика:* \_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

*Представители заказчика:* \_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

**А К Т**  
**ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ**  
**ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ**

Г. \_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Мы, нижеподписавшиеся,  
представители Подрядчика:

\_\_\_\_\_

и представители Заказчика:

\_\_\_\_\_

составили настоящий акт в том, что холодильная система \_\_\_\_\_  
была испытана азотом на прочность давлением:

сторона нагнетания \_\_\_\_\_ МПа,

сторона всасывания \_\_\_\_\_ МПа;

на плотность давлением:

сторона нагнетания \_\_\_\_\_ МПа,

сторона всасывания \_\_\_\_\_ МПа.

По истечении первых 6 часов испытания на плотность:  
на стороне всасывания давление оказалось равным \_\_\_\_\_ МПа,  
на стороне нагнетания давление оказалось равным \_\_\_\_\_ МПа.

В последующие 12 часов испытания падение давления  
в системах не наблюдалось.

На основании данного акта система холодильной установки  
считается прошедшей испытания избыточным давлением и до-  
пускается к испытаниям вакуумированием.

*Представители подрядчика:* \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

*Представители заказчика:* \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)



**А К Т**  
**ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**  
**НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ВАКУУМИРОВАНИЕМ**

Г. \_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
представители Подрядчика:

\_\_\_\_\_

и представители Заказчика:

\_\_\_\_\_

составили настоящий акт в том, что перед зарядкой холодильным агентом система была подвергнута вакуумированию до остаточного давления, равного:

сторона нагнетания \_\_\_\_\_ МПа,  
сторона всасывания \_\_\_\_\_ МПа.

По истечении первых 6 часов испытания на герметичность вакуумированием:

на стороне всасывания давление оказалось равным \_\_\_\_\_ МПа,  
на стороне нагнетания давление оказалось равным \_\_\_\_\_ МПа.

В последующие 12 часов испытания увеличение давления составило \_\_\_\_\_ МПа.

Система холодильной установки считается герметичной и допускается к зарядке холодильным агентом в случае, если остаточное давление осталось прежним.

*Представители подрядчика:* \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

*Представители заказчика:* \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

**А К Т**  
**ЗАПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ ХОЛОДИЛЬНЫМ АГЕНТОМ**  
**И МАСЛОМ**

Г. \_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Мы, нижеподписавшиеся,  
представители Подрядчика:

\_\_\_\_\_

и представители Заказчика:

\_\_\_\_\_

составили настоящий акт в том, что система холодильной  
установки была заряжена:

холодильным агентом марки \_\_\_\_\_ производства  
\_\_\_\_\_ в количестве \_\_\_\_\_ кг;

маслом марки \_\_\_\_\_ производства  
\_\_\_\_\_ в количестве \_\_\_\_\_ кг.

Указанное количество холодильного агента и масла в системе  
считается достаточным и холодильная установка допускается к  
опробованию и наладке режима работы согласно ТЗ.

*Представители подрядчика:* \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

*Представители заказчика:* \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О., должность, подпись)

**А К Т**  
**ПУСКА ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**  
(Заполняется в момент ввода изделия в эксплуатацию)

1. Мы, нижеподписавшиеся, подтверждаем, что произведён монтаж и ввод в эксплуатацию следующего оборудования:

Марка агрегата \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_

2. Проведены следующие работы – монтаж системы холодильной установки и регламентные работы:

2.1. Проверка системы на прочность, плотность и герметичность

2.1.1. Проверка системы на плотность избыточным давлением: применяемый газ \_\_\_\_\_.

Сторона низкого давления

начальное давление \_\_\_\_\_ МПа, выдержка \_\_\_\_\_ час, конечное давление \_\_\_\_\_ МПа.

Сторона высокого давления

начальное давление \_\_\_\_\_ МПа, выдержка \_\_\_\_\_ час, конечное давление \_\_\_\_\_ МПа.

2.2.2. Проверка системы на герметичность (вакуумирование):

начальное давление \_\_\_\_\_ МПа, выдержка \_\_\_\_\_ час, конечное давление \_\_\_\_\_ МПа

2.2.3. Заправка (дозаправка) системы:

2.2.1. Хладагент \_\_\_\_\_ производства \_\_\_\_\_ в количестве \_\_\_\_\_ кг.

2.2.2. Масло \_\_\_\_\_ производства \_\_\_\_\_ в количестве \_\_\_\_\_ кг.

2.3. Настройка предохранительных устройств

2.3.1. Прессостат ВД: уставка \_\_\_\_\_ МПа, дифференциал \_\_\_\_\_ МПа.

2.3.2 Прессостат НД: уставка \_\_\_\_\_ МПа, дифференциал \_\_\_\_\_ МПа.

2.3.3 Реле контроля смазки (РКС): уставка \_\_\_\_\_ МПа, дифференциал \_\_\_\_\_ МПа

2.3.4. Реле максимального тока: \_\_\_\_\_ А.

2.3.5. Предохранительный термостат оттаивания: \_\_\_\_\_ °С

3. Основные характеристики, измеряемые до первого пуска компрессора:

Сопrotивление обмоток статора компрессора:

$R_1=$  Ом.  $R_2=$  Ом.  $R_3=$  Ом.  $R_4=$  Ом.  $R_5=$  Ом.  $R_6=$  Ом.  
 $R_0=$  Ом.

Напряжение сети электропитания:

Линейное  $U_1=$  В.  $U_2=$  В.  $U_3=$  В.

Фазное  $U_1=$  В.  $U_2=$  В.  $U_3=$  В.

Основные характеристики, измеряемые при пуске и во время работы компрессора (агрегата):

Сила тока по обмоткам статора двигателя в момент пуска:

$I_{\text{пуск.1}}=$  А,  $I_{\text{пуск.2}}=$  А,  $I_{\text{пуск.3}}=$  А,

Сила тока по обмоткам статора двигателя во время работы:

$I_{\text{раб.1}}=$  А,  $I_{\text{раб.2}}=$  А,  $I_{\text{раб.3}}=$  А,

4. Параметры холодильного цикла (в установившемся режиме):

4.1. Давление кипения \_\_\_\_ МПа, температура кипения (по манометру) \_\_\_\_ °С

4.2. Давление конденсации \_\_\_\_ МПа, температура конденсации (по манометру) \_\_\_\_ °С

4.3. Давление всасывания \_\_\_\_ МПа, температура всасываемого пара \_\_\_\_ °С

4.4. Давление нагнетания \_\_\_\_ МПа, температура нагнетания \_\_\_\_ °С

4.5. Температура трубопровода в месте крепления баллона ТРВ \_\_\_\_ °С

4.6. Температура в охлаждаемом объеме \_\_\_\_ °С

4.7. Температура воздуха, окружающего охлаждаемый объем \_\_\_\_ °С

5. Мы подтверждаем, что при монтаже полностью соблюдены инструкции по монтажу и рекомендации ПОСТАВЩИКА.

6. Мы подтверждаем, что холодильная установка введена в эксплуатацию " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

представителем монтажной организации \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

*Представители подрядчика:*

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

*Представители заказчика:*

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

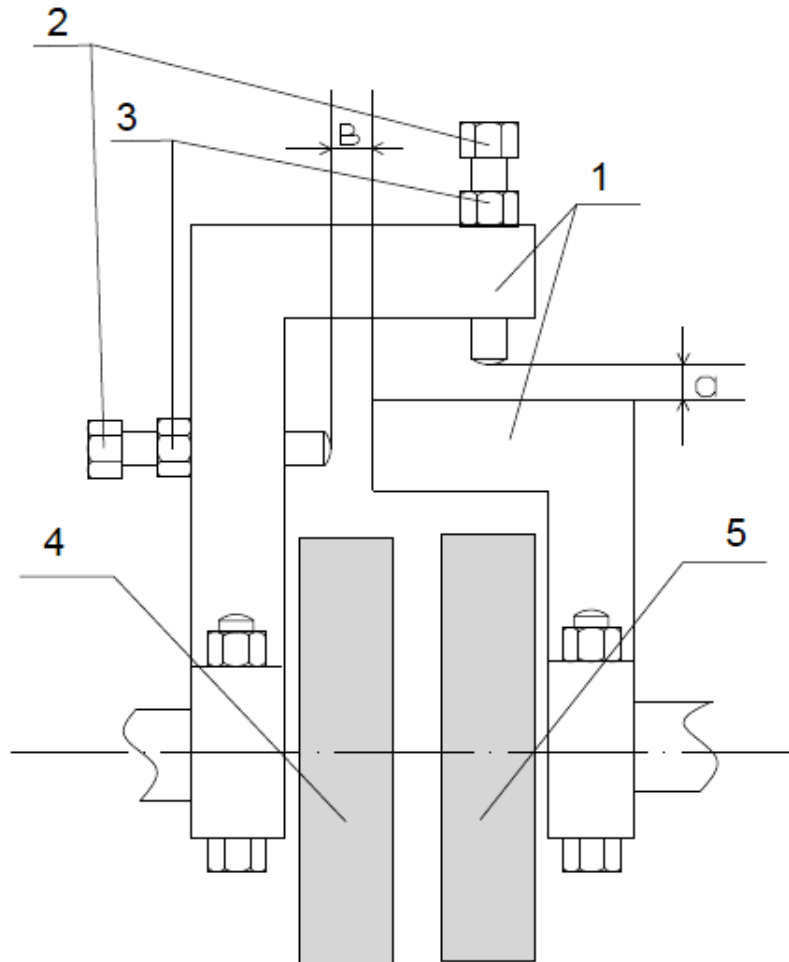


Рис. 3. Приспособление для определения соосности валов по полумуфтам для насоса и электродвигателя:  
а, в – измеряемые зазоры; 1 – кронштейны для контрольных винтов;  
2 – контрольные винты; 3 – контргайки; 4 – полумуфта насоса;  
5 – полумуфта электродвигателя

## Приложение 14

Таблица 1

Номер измерения	Зазор $a$ , мм				Смещение, мм	
	I	II	III	IV	$P_B$	$P_G$

Таблица 2

Номер измерения	Зазор $b$ , мм				Разность, мм	
	I	II	III	IV	$O_B$	$O_G$

Определить средние значения зазоров  $a$  и  $b$  отдельно для каждого из четырех положений.

Определить смещение геометрических осей валов в вертикальной и горизонтальной плоскостях по формулам:

– для радиального смещения

$$P_B = (a_I - a_{III})/2 \text{ и } P_G = (a_{II} - a_{IV})/2;$$

– для осевого смещения (излома осей) на расстоянии, равном  $D$ , где  $D$  – диаметр окружности, по которой выполнялись измерения, мм

$$O_B = B_I - B_{III} \text{ и } O_G = B_{II} - B_{IV}.$$

Результаты занести в протокол наблюдений (табл. 1, 2).

Определить осевое смещение, приходящееся на 100 мм измеренного расстояния.

Сравнить полученные результаты смещения осей с предельно допустимыми, в данном случае:  $P_{\text{доп}} = 0,05$  мм и  $O_{\text{доп}} = 0,1$  мм на 100 мм длины.

Работу закончить, если смещения осей находятся в допустимых пределах.

Если одно из смещений превышает предельно допустимое значение, то нужно изменить положение электродвигателя и повторить все операции до получения приемлемых результатов.

## Измерительные и диагностические приборы, оборудование, инструменты и материалы

### Измерительные и диагностические приборы

Электронные течеискатели (галогенные, углеводородные и ультразвуковые), имеющие несколько диапазонов с различной чувствительностью, позволяющие устранять фоновое загрязнение при поиске течи.

Электронные термометры с одним или несколькими датчиками температуры, позволяющие изменять температуру в диапазоне от минус 40 °С до плюс 150 °С с точностью 0,1 К, а также разность температур.

Электронные гигрометры, позволяющие измерять относительную влажность, температуру точки росы.

Электронные анемометры, позволяющие измерять скорость движения воздуха от 0,2 до 40 м/с с точностью 1 %.

Электронные вакуумметры с нижней границей диапазона измерений 3 Па.

Электронный анализатор чистоты хладагента (R12, R22, R134a) с чувствительностью от 2 %, позволяющий в течение 30 с обнаружить примеси других хладагентов.

Электронный индикатор влаги и кислоты, позволяющий при подключении его к проверяемой системе выявить наличие кислоты (чувствительность 0,1 ррт) и влаги (чувствительность 1 ррт) с погрешностью 10 %.

Электронное «смотровое стекло», позволяющее через металлическую стенку трубы обнаружить присутствие паровой фазы в жидкой.

Пружинные манометры и мановакуумметры, вакуумметры с пределом шкалы до 10 кПа для различных хладагентов с различными пределами измерения (как отдельные приборы, так и комплекты (блоки) из 2–3 приборов).

Амперметр, предназначенный для измерения силы тока в электрической сети.

Измеритель сопротивления заземления.

Мегометр, предназначенный для измерения сопротивления электрической изоляции.

Мерный сосуд из нержавеющей стали для дозированной заправки хладагента вместимостью от 0,5 до 2 кг с погрешностью  $\pm 2$  г, имеющий два запорных вентиля для заправки системы паром или жидкостью, предохранительный клапан, электрический нагреватель мощностью 50 Вт, термометр или мановакуумметр.

Компактные зарядные весы-дозаторы грузоподъемностью до 50 кг с чувствительностью  $\pm 10$  г.

Подвесные весы грузоподъемностью до 230 кг с чувствительностью  $\pm 1$  кг.

Переносные (массой до 30 кг) вакуумные насосы производительностью свыше  $50 \text{ дм}^3$  в мин, одноступенчатые с нижним пределом 13 Па и двухступенчатые с нижним пределом 3 Па.

Переносные зарядные станции, включающие одноступенчатые или двухступенчатые вакуумные насосы разной производительности, стальные мерные (зарядные) сосуды (цилиндры) разной вместимости (0,5–5 кг), с градуировкой для нескольких видов распространенных холодильных агентов, предохранительные и обратные клапаны, манометры, мановакуумметры и вакуумметры, электрический щиток, арматуру.

Передвижные станции регенерации (утилизации) хладонов, позволяющие удалить хладон из системы для последующей регенерации, включающие герметичный компрессорный агрегат, фильтр тонкой очистки, фильтр-осушитель, предохранительный клапан, контрольно-измерительные приборы и арматуру, производительностью более 7 кг/ч по пару и 40 кг/ч по жидкости.

Мобильный стенд для заправки, замены (ретрофита) и удаления хладона.

#### Инструменты и материалы

Труборезы, предназначенные для резки труб (медных, латунных, мельхиоровых, титановых и тонкостенных стальных, включая из нержавеющей стали), диаметром до  $28 \div 100$  мм.

Трубогибы, предназначенные для гибки труб (медных, латунных, стальных и др.) диаметром до 25 мм.

Бортовки, предназначенные для деформации торцов медных, латунных и алюминиевых труб диаметром до 22 мм.

Вальцовка, предназначенная для увеличения диаметра трубы на небольшой длине путем деформации.



Металлические щетки и ерши, предназначенные для очистки поверхности деталей и труб.

Зеркала, предназначенные для осмотра элементов в трудно-доступных местах.

Комплект гаечных ключей, ключ универсальный для вентилей холодильного агрегата.

Растворители (ацетон, бензин), применяемые для обезжиривания поверхности материала.

Герметик, твердеющий через 90 с, выдерживающий давление 3 МПа и температуру 175 °С и используемый для локального устранения утечек холодильного агента.

**Исходные данные к практическому занятию № 2**

№ п/п	Размер помещения LxВxН, м	Размер холодильной камеры LxВxН, м	$T_{oc}$ , °С	$T_o$ , °С	Холодильный агент R-	$Q_{км}$ , кВт	Расположение холодильного агрегата
1	6x6x3,6	3x5x3	32	-5	134a	3,08	Верхнее
2	6x6x3,6	4x5x3	32	-10	22	4,01	Верхнее
3	6x6x3,6	4x5x3	32	-25	507	5,35	Нижнее
4	6x6x3,6	4x2,5x3	32	-30	404a	2,96	Верхнее
5	12x6x3,6	6x5x3	32	-5	134a	6,57	Нижнее
6	12x6x3,6	6x5x3	32	-10	22	5,99	Нижнее
7	6x6x3,6	5x5x3	32	-25	404a	6,29	Нижнее
8	6x9x3,6	6x5x3	32	-30	507	7,98	Нижнее
9	12x6x3,6	9x5x3	32	-5	134a	10,03	Нижнее
10	12x6x3,6	10x5x3	32	-10	22	10,01	Нижнее
11	12x6x3,6	3x5x3	32	-35	404a	5,39	Нижнее
12	12x6x3,6	3x4x3	32	-40	507	3,6	Нижнее
13	6x6x3,6	3x5x3	27	-5	134a	3,33	Верхнее
14	6x6x3,6	4x5x3	27	-10	22	4,33	Верхнее
15	6x6x3,6	4x5x3	27	-25	507	6,18	Нижнее
16	6x6x3,6	4x2,5x3	27	-30	404a	2,79	Верхнее
17	12x6x3,6	6x5x3	27	-5	134a	7,11	Нижнее
18	12x6x3,6	6x5x3	27	-10	22	5,63	Нижнее
19	6x6x3,6	5x5x3	27	-25	404a	7,02	Нижнее
20	6x9x3,6	6x5x3	27	-30	507	8,22	Нижнее
21	12x6x3,6	9x5x3	27	-5	134a	10,9	Нижнее
22	12x6x3,6	10x5x3	27	-10	22	10,75	Нижнее
23	12x6x3,6	3x5x3	27	-35	404a	6,17	Нижнее
24	12x6x3,6	3x4x3	27	-40	507	4,29	Нижнее

$T_{oc}$  – температура окружающей среды, °С;  $T_o$  – температура кипения холодильного агента, °С;  $Q_{км}$  – холодопроизводительность компрессора, кВт.

### Пневматические испытания на прочность и плотность

Собранные трубопроводы совместно с воздухоохладителем испытать на прочность и герметичность избыточным давлением газа, отдельно стороны низкого и высокого давления, в соответствии с требованиями правил техники безопасности. С этой целью открыть все запорные вентили. Затем к штуцеру трехходового всасывающего вентиля 5 компрессора 7, закрытого так, что отключена всасывающая полость компрессора, подключают баллон 1 со сжатым газом (азотом). На соединительной линии кроме манометров баллонного редуктора 3 устанавливают мановакуумметр 6 класса точности не ниже 1,5 (рис. 4).

Давление в трубопроводе надо плавно повышать (примерно, 0,2 МПа в минуту), медленно открывая запорный вентиль 2 на баллоне 1. Периодически осматривая и проверяют герметичность соединений на этапах 0,3 и 0,6 пробного давления. Пробное давление составляет 1,6 МПа стороны низкого давления и 2 МПа стороны высокого давления.

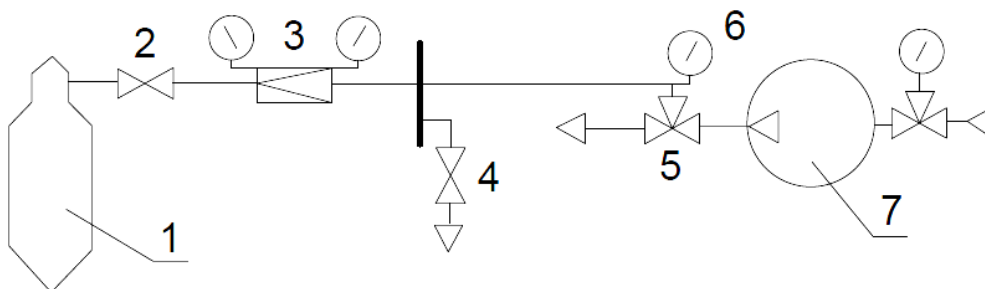


Рис. 4. Схема проверки системы избыточным давлением:

- 1 – баллон; 2 – запорный вентиль; 3 – редуктор; 4 – вентиль сброса давления;  
5 – трехходовой вентиль; 6 – мановакуумметр; 7 – компрессор

Для проверки течек используют галогенный прибор. В систему подать небольшое количество хладона, подключив баллон к штуцеру всасывающего вентиля компрессора и открыв запорный вентиль баллона на 2–3 с. После устранения обнаруженных утечек давление в системе повысить до следующего значения 0,6 пробного давления. Устранив обнаруженные течи, давление повышают до пробного и, закрыв подачу газа, в течение 5 мин наблюдать за показаниями контрольного манометра. Затем давление снизить до испытательного,

открыв вентиль 4 сброса давления, и перекрыть подачу газа, закрыв вентиль 2 (см. рис. 4). Систему осмотреть, выявляя деформацию материала и проверяя герметичность с помощью течеискателя. Если деформированные участки и течи не обнаружены, а давление, измеряемое манометром, не изменилось, то испытанные трубопроводы признают прочными. Затем их испытать на плотность в течение 18 часов, при периодическом контроле давления по манометру. Если давление, измеряемое контрольным манометром, не изменилось и течи не обнаружены, то систему признать плотной.

## Приложение 18

### Вакуумирование и зарядка холодильным агентом

Систему, выдержавшую испытание на прочность и плотность, заряжают хладагентом. Перед зарядкой систему необходимо вакуумировать для удаления воздуха и водяного пара. Для этих целей нужно использовать вакуумный насос. Считается, что давление и продолжительность откачки газа зависит от размеров трубопровода, вида хладагента, типа компрессора и температуры системы. Остаточное давление должно быть не выше 5–10 Па в течение 18 часов. При подготовке к вакуумированию открыть запорные вентили и установить замеряющие давление приборы (штатные или переносные) либо переносной комплект. Переносной комплект 6 соединяют с вакуумным насосом 1, со всасывающим 2 и нагнетательным 4 трехходовыми вентилями компрессора 3 (рис. 5).

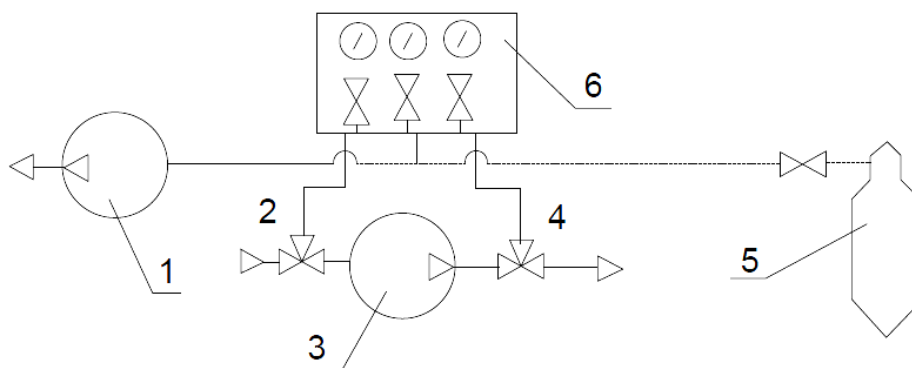


Рис. 5. Схема вакуумирования и зарядки системы:

- 1 – вакуумный насос; 2 – трехходовой всасывающий вентиль; 3 – компрессор;
- 4 – трехходовой нагнетательный вентиль; 5 – баллон;
- 6 – переносной комплект мановакуумметров

Вакуумный насос включить и, контролируя давление по вакуумметру, поддерживать требуемое давление в течение заданного промежутка времени. Затем систему заполнить хладагентом, качество которого подтверждено сертификатом из исправного баллона 5, подключенного вместо вакуумного насоса к комплекту (рис. 6). Мерный сосуд 2 предварительно заполняют заданным количеством хладагента. С этой целью сосуд вакуумируют с помощью вакуумного насоса 4, соединяют шлангом с фильтром-осушителем 3 с баллоном 5, содержащим хладагент, и заполняют. Необходимо контролировать по шкале уровень поступающего в мерный сосуд хладагента.

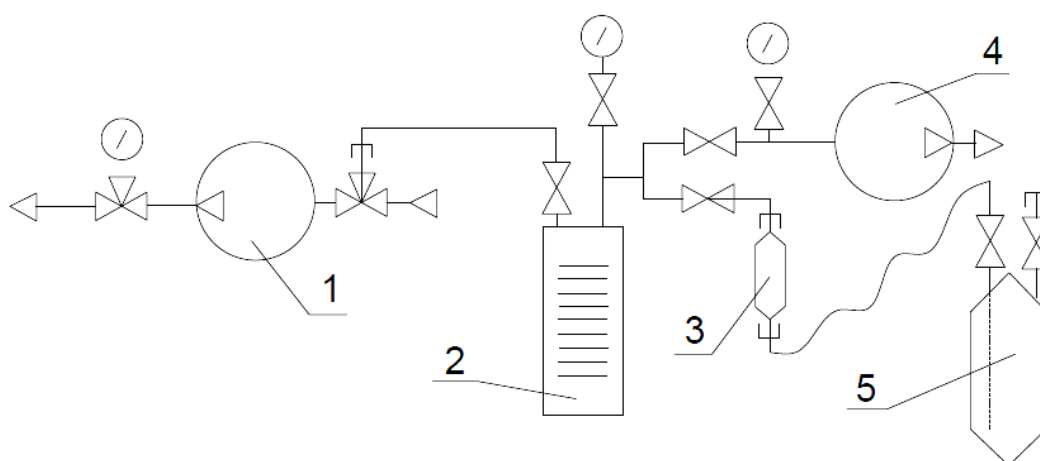


Рис. 6.1. Схема зарядки холодным методом:  
 1 – компрессор; 2 – мерный сосуд; 3 – фильтр-осушитель;  
 4 – вакуумный насос; 5 – баллон

При обнаружении утечки хладагент удалить из системы в линейный ресивер и устранить течь.

Количество заправленного в систему хладагента определяют с помощью мерного сосуда 2 (см. рис. 6) заправочной станции или в результате взвешивания баллона на весах-дозаторах.

## СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие № 1 .....	3
Практическое занятие № 2 .....	3
Лабораторная работа № 1 .....	4
Лабораторная работа № 2 .....	5
Лабораторная работа № 3 .....	6
Лабораторная работа № 4 .....	7
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	8

Крупененков Николай Федорович

# **МОНТАЖ И НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

**Учебно-методическое пособие**

*Ответственный редактор*

Т.Г. Смирнова

*Редактор*

Т.В. Белянкина

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

*Дизайн обложки*

Н.А. Потехина

*Печатается в авторской редакции*

---

Подписано в печать 23.11.2015. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 2,33. Печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,25

Тираж 50 экз. Заказ № С 71

---

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9