

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологии и механизация животноводства»

Ф. Д. Сапожников, В. М. Колончук, Ф. И. Назаров

ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТАНОВОК

*Рекомендовано
Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве практикума для слушателей системы
дополнительного образования*

Минск
БГАТУ
2016

УДК 631.117(07)
ББК 36.95я7
С19

Рецензенты:

кафедра «Инновационное развитие АПК» ИПК и ПК АПК БГАТУ
(зав. кафедрой кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
И. Е. Жабровский);
зам. начальника КБ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского
хозяйства» *И. С. Назаров*

Сапожников, Ф. Д.

С19 Охлаждение молока и техническое обслуживание установок :
практикум / Ф. Д. Сапожников, В. М. Колончук, Ф. И. Назаров. –
Минск : БГАТУ, 2016. – 88 с.
ISBN 978-985-519-807-0.

В практикуме содержатся указания по изучению устройства современных танков-охладителей и ремонтно-диагностических средств при машинном охлаждении молока.

Практикум предназначен для слушателей системы дополнительного образования взрослых, а также может быть использован при изучении учебных дисциплин в области механизации животноводства.

УДК 631.117(07)
ББК 36.95я7

ISBN 978-985-519-807-0

© БГАТУ, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. Холодильная установка МТКО DIAN 2500/2.....	4
2. Холодильная установка «WESTFALIA».....	14
3. Терморегулирующие вентили (ТРВ).....	21
4. Реле давления холодильных установок оборудования.....	29
5. Реле температуры холодильных установок оборудования.....	38
6. Вакуумно-зарядная станция KLIMAX SYSTEM S.R.L. для холодильных установок.....	41
7. Станция откачки и очистки хладагентов холодильного оборудования.....	50
8. Диагностика неисправностей холодильного оборудования.....	60
9. Обнаружение утечек хладагента в холодильных установках ...	70
10. Аппарат для газовой сварки БТ-84М.....	78
Список литературы.....	85

1. ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА МТКО DIAN 2500/2

Цель работы: изучить устройство и принцип работы холодильной установки МТКО DIAN 2500/2, систему ее промывки.

Оборудование: холодильная установка МТКО DIAN 2500/2.

План выполнения работы. Пользуясь литературными источниками, методическими пособиями, плакатами, оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) устройство и принцип работы МТКО DIAN 2500/2 (начертить принципиальную схему);
- б) устройство подогрева воды;
- в) предварительное охлаждение молока;
- г) систему промывки.

1.1. Устройство и принцип работы холодильной установки МТКО DIAN 2500/2

Оборудование для охлаждения молока типа МТКО DIAN 2500/2 (в дальнейшем оборудование) предназначено для охлаждения молока на животноводческих фермах, пунктах приема и сбора молока с целью его хранения до перевозки к месту дальнейшей переработки. Оборудование предназначено для охлаждения молока в объеме двух доений.

Выбор объема молочного танка, их количество зависит от численности дойного стада, продуктивности коров и времени хранения молока.

Холодильная установка может быть укомплектована системой для нагрева производственной воды (рекуперации) парами хладагента, поступающего из компрессора в конденсатор.

Холодильный агрегат заправляется хладагентом R22 (температура кипения при атмосферном давлении $-40,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) в количестве 14,1 кг.

Оборудование выполнено в виде закрытого молочного танка с косвенным охлаждением (рис. 1.1).

Охлаждение молока производится орошением наружных боковых стенок молочной емкости ледяной водой насосом через систему трубопроводов. Молочная емкость установлена в водяную ванну и находится выше уровня ледяной воды. Охлаждение воды происходит за счет таяния льда, который образуется на змеевиковом испарителе

системы охлаждения. Компрессорно-конденсатный агрегат устанавливается отдельно на фундамент. Используется компрессор GRNQ-050E-TFQ-552 фирмы Gopeland, установленная мощность которого 11,5 кВт.

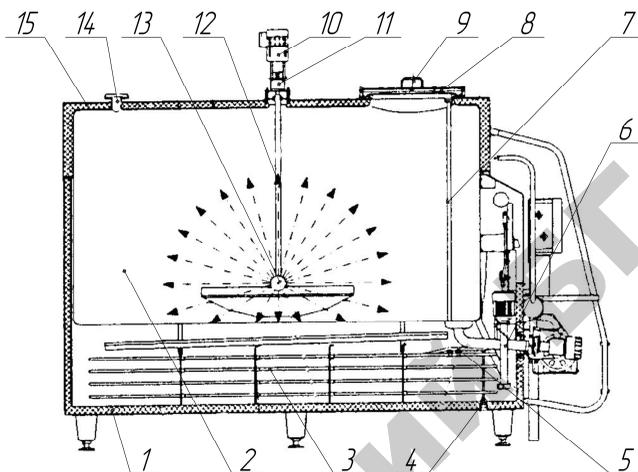


Рис. 1.1. Танк-охладитель молока:

1 – емкость холодильного танка (ванна, с тепловой полиуретановой изоляцией); 2 – емкость для хранения молока; 3 – змеевиковый испаритель системы охлаждения; 4 – пробка водосброса и ограничения уровня воды; 5 – датчик количества льда; 6 – насос ледяной воды; 7 – измерительная штанга с миллиметровой шкалой; 8 – лаз с откидной крышкой; 9 – отверстие для налива молока диаметром 50 мм с резиновой пробкой; 10 – мотор-редуктор привода мешалки; 11 – муфта гидравлическая для ввода санитарно-моющего раствора в вал мешалки; 12 – мешалка, оснащенная приспособлениями для разбрызгивания; 13 – разбирающаяся головка разбрызгивателя; 14 – воздухоотводчик; 15 – теплоизоляционная крышка емкости для хранения молока

Принцип работы холодильной установки (рис. 1.2) заключается в следующем.

Газообразный хладагент компрессором 1 нагнетается в теплообменник 3, в котором часть тепла отдается холодной воде, проходящей между пластинами, и дальше поступает в конденсатор 5. Конденсатор обеспечивает охлаждение сжатых паров хладагента окружающим воздухом и их конденсацию. Из конденсатора жидкий хладагент поступает в ресивер 6, фильтр-осушитель 7, где очищается от механических примесей и обезвоживается, и дальше

через электромагнитный клапан 8 в терморегулирующий вентиль (ТРВ) 9. Резервуар создает запас жидкого хладагента, необходимый для обеспечения равномерного питания им испарительной системы, кроме того, он является дополнительной емкостью конденсатора, которая предотвращает переполнение последнего жидким хладагентом. В ТРВ хладагент дросселируется. Дросселирование сопровождается понижением давления хладагента от давления конденсации до давления кипения. Часть жидкости, прошедшей через ТРВ, превращается в насыщенный пар, охлаждая при этом остальную часть хладагента до температуры кипения, т.е. из ТРВ выходит смесь жидкости и насыщенного пара (влажный пар).

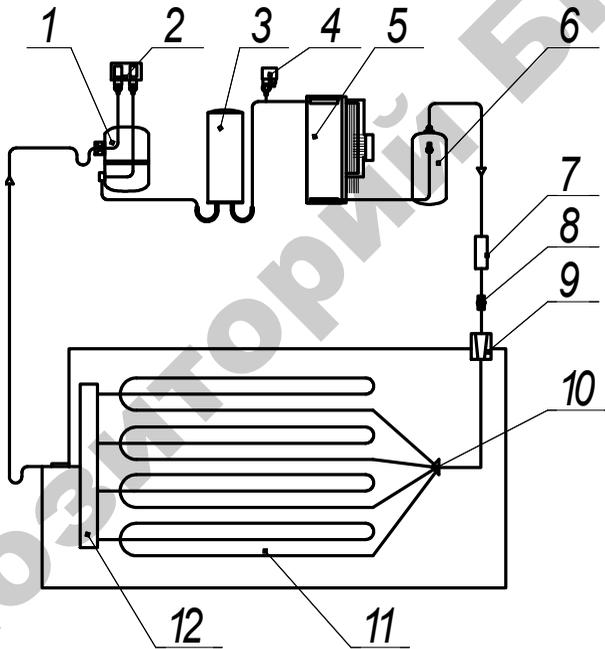


Рис. 1.2. Принципиальная схема системы охлаждения МТКО DIAN 2500/2:

1 – компрессор; 2 – реле давления сдвоенное (низкого и высокого); 3 – теплообменник АКЕ (только для системы рекуперации тепла); 4 – реле давления; 5 – конденсатор с вентиляторами; 6 – резервуар хладагента; 7 – фильтр-осушитель; 8 – смотровой глазок (с определением влажности системы); 9 – расширительный вентиль (терморегулирующий); 10 – распределитель хладагента; 11 – испаритель; 12 – собирательная труба (коллектор)

Жидкий хладагент проходит распределитель *10*, поступая в испаритель *11*, кипит, поглощая тепло от стенок молочной емкости. Пары хладагента, отсасываемые компрессором *1*, по мере прохождения по испарителю *11* дополнительно подогреваются в результате теплообмена через стенки последнего. Поэтому их температура на выходе из испарителя обычно выше температуры кипения. Далее цикл повторяется.

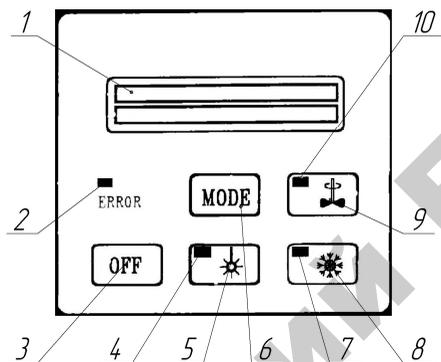


Рис. 1.3. Блок управления:

- 1 – двухстрочный дисплей; 2 – светодиод «авария»; 3 – кнопка «выключено»;
- 4 – светодиод «включена санобработка»; 5 – кнопка включения «санобработки»;
- 6 – кнопка «MODE»; 7 – светодиод «включено охлаждение»; 8 – кнопка «охлаждение»;
- 9 – кнопка включения мешалки; 10 – светодиод «включена мешалка»

Для контроля и отображения температуры молока, а также для обеспечения автоматического режима охлаждения и поддержания температуры охлажденного молока служит блок управления (рис. 1.3). Посредством его осуществляется процесс автоматической санобработки резервуара для хранения молока, сигнализация и контроль всех осуществляемых процессов и их отклонений.

1.2. Устройство подогрева воды в холодильной установке МТКО DIAN 2500/2

Подогрев производственной воды – только при условии дополнительной комплектации аккумуляционной емкостью с теплообменником.

Для подогрева производственной воды могут использоваться

тепловые отходы, образующиеся при охлаждении молока. Они передаются к производственной воде через змеевиковый теплообменник, который находится внутри аккумуляторной емкости. Аккумуляторная емкость устанавливается на место при производстве монтажа оборудования (рис. 1.4).

На протяжении работы системы охлаждения компрессор нагнетает горячие пары хладагента, которые, проходя через теплообменник, передают тепло воде, находящейся в аккумуляторной емкости. Рабочее давление нагнетания пара хладагента регулируется посредством реле давления (если оно установлено) диапазоном 1,4–1,6 МПа. После превышения установленного давления включаются вентиляторы, которые обеспечат снижение рабочего давления паров посредством охлаждения в воздушном пластинчатом конденсаторе.

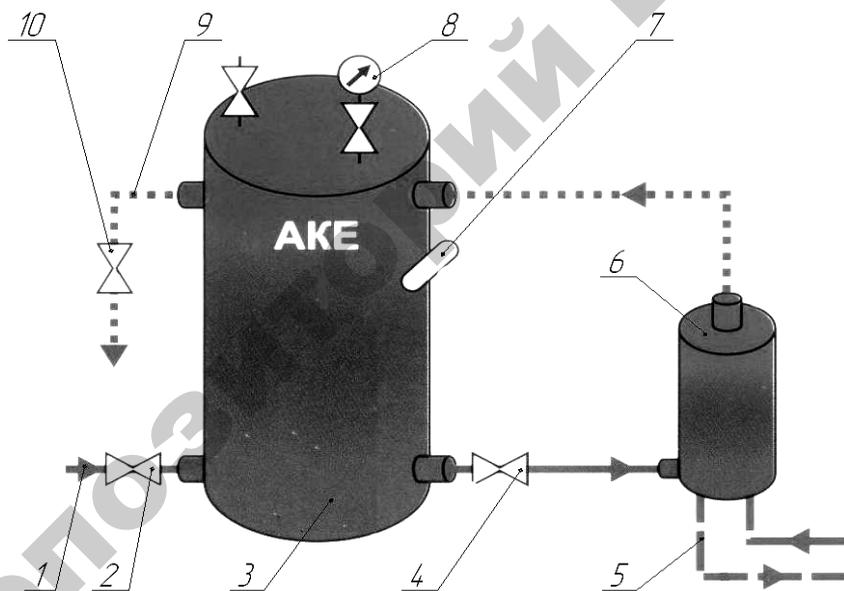


Рис. 1.4. Система рекуперации тепла:

- 1 – подвод холодной воды; 2 – запорный вентиль 3/4"; 3 – аккумуляторная емкость; 4 – запорный вентиль 1/2"; 5 – вход и выход хладагента R22 (подключить в нагревательную линию компрессора); 6 – теплообменник для рекуперации тепла; 7 – термометр; 8 – манометр; 9 – выход подогретой воды ($t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$); 10 – запорный вентиль 3/4"

1.3. Предварительное охлаждение молока

Применение системы предварительного охлаждения молока позволяет смешивать молоко нескольких доений, что гарантирует высокое качество сырья и значительно сокращает время охлаждения молока до критической температуры $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в течение 15 минут от начала доения).

Эта система работает следующим образом: предохладитель использует ледяную воду от холодильного оборудования МТКО DIAN и охлаждает молоко до температуры ниже $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ еще до поступления его в танк, что крайне важно для производства высокотехнологических молочных продуктов: йогуртов, детского питания и др. (рис. 1.5).

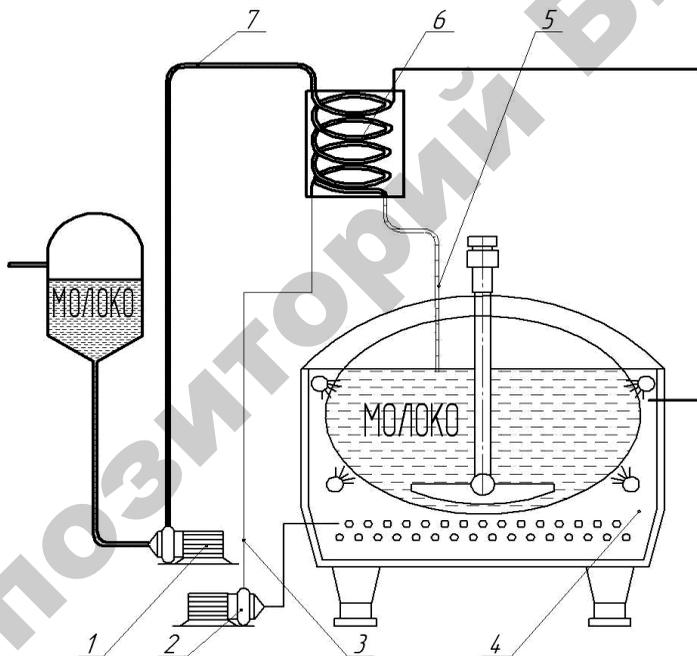


Рис. 1.5. Схема предварительного охлаждения молока:

- 1 – насос молочный (в комплект не входит); 2 – насос для ледяной воды;
- 3 – ледяная вода; 4 – танк охлаждения молока МТКО DIAN; 5 – молоко $t = 0...+1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 6 – предохладитель спиральный проточный для предварительного охлаждения молока; 7 – молоко $t = +16\text{ }^{\circ}\text{C}$

1.4. Система промывки холодильной установки МТКО DIAN 2500/2

Санитарно-гигиеническая обработка танка-охладителя МТКО DIAN 2500/2 (в зависимости от комплектации) может осуществляться с автоматическим или ручным дозированием моющего раствора. Схема санитарно-гигиенической обработки с ручным дозированием моющего раствора представлена на рис. 1.6.

Перед началом санобработки необходимо повернуть рычаг закрывающего клапана в положение, параллельное оси выпускного отверстия, т.е. открыть выпускное отверстие. На внешнюю трубу выпускного отверстия должна быть навинчена глухая пластмассовая заглушка, которая закольцует систему циркуляции санитарно-моющего раствора. Одновременно с этим, используя вспомогательную лестницу, необходимо с площадки вручную произвести очистку крышки лаза и уплотнительную резинку.

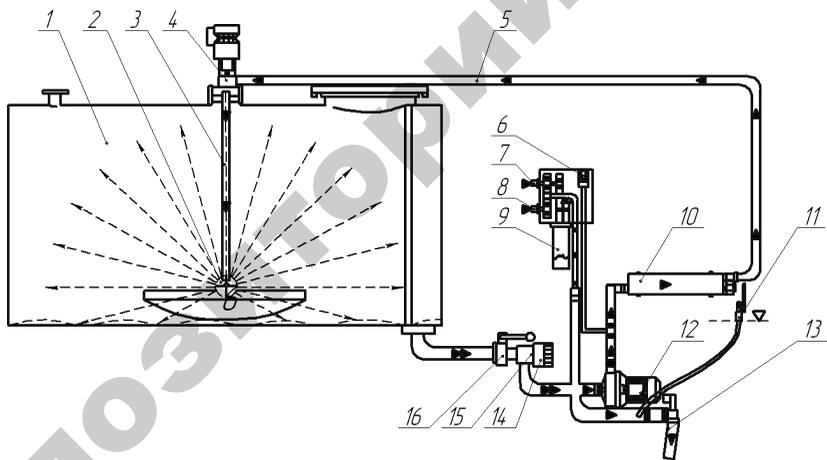


Рис. 1.6. Схема санитарно-гигиенической обработки:
с ручным дозированием моющего раствора:

1 – танк для молока; 2 – разбрызгивающая головка; 3 – мешалка; 4 – муфта гидравлическая; 5 – циркуляционный трубопровод системы санобработки; 6 – датчик давления; 7 – патрубок входа горячей воды; 8 – парубок входа холодной воды; 9 – емкость для санитарно-моющего раствора; 10 – подогреватель санитарно-моющего раствора; 11 – датчик уровня; 12 – выпускной вентиль с электромагнитным клапаном; 13 – насос системы санобработки; 14 – глухая заглушка (гайка); 15 – выпускное отверстие; 16 – закрывающий клапан

Температура теплой воды на входе в бокс системы санитарно-моющей обработки должна соответствовать требованиям завода-изготовителя для данного дезинфицирующего средства, максимальная температура – +85 °С.

Количество воды, требуемое для санобработки, устанавливается настройкой датчика уровня, который размещен на передней торцевой стенке. Данный датчик обеспечивает соответствие количества воды при давлении в водопроводе 0,15–0,5 МПа.

В качестве дезинфицирующего средства необходимо использовать только жидкие, не пенящиеся растворы, которые должны быть признаны соответствующими для использования при очищении молочной емкости. При дозировании необходимо соблюдать указания завода-изготовителя.

Программа санобработки в автоматическом режиме разделяется на 4 этапа и включает 17 шагов, что отражается в диаграмме процесса санобработки (рис. 1.7).

Название исполнительного устройства	Номер шага (информация в верхней строчке дисплея)																									
	Предварительная промывка						Санитация				Ополаскивание						Конеч									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17									
Вентиль ХВ		■															■									
Вентиль ГВ – прямо						■																				
Вентиль ГВ – через емкость МД средства										■																
Электронагревательный элемент												■														
Насос санитации			■	■			■	■			■	■	■			■	■				■	■				
Электродвигатель мешалки			■	■			■	■			■	■	■			■	■				■	■				
Клапан слива	■				■	■			■	■			■	■	■										■	■
Время выполнения операции, сек	20	В	240	Н	60	ВН	240	Н	60	ВН	Д	ВЭ	480	Н	60	ВН	90	Н	60	ВН	90	Н	60		ОС	

Рис. 1.7. Диаграмма процесса санобработки холодильных танков МТКО DIAN:

ХВ – холодная вода; ГВ – горячая вода 80 °С (берется из электрического бойлера); ВН – время набора воды до установленного уровня (зависит от давления воды в водопроводе); ВЭ – время, необходимое для функционирования электронагревательного элемента, чтобы температура раствора достигла установленного значения (40–80 °С) температуры санобработки; Н – время работы насоса санитации с момента открывания клапана слива до момента уменьшения давления порога срабатывания реле давления (шаги 4, 7, 10, 13, 16); Д – время с момента включения насоса санитации до момента достижения порога срабатывания реле давления (обычно 1–2 с); ОС – время с момента включения 17 шага до момента нажатия кнопки «Выключить»

Оформление отчета

1. Нарисовать принципиальную схему МТКО DIAN 2500/2.
2. Описать работу систем: подогрева воды, предварительного охлаждения молока и промывки холодильной установки.

Контрольные вопросы

1. Почему холодильная установка МТКО DIAN 2500/2 относится к типу косвенного охлаждения?
2. Что значит цифра «2» в знаменателе марки холодильной установки?
3. Перечислите основные неисправности холодильной установки.
4. Как осуществляется промывка холодильной установки?

2. ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА «WESTFALIA»

Цель работы: изучить устройство и принцип работы холодильной установки «Westfalia», систему ее промывки.

Оборудование: холодильная установка «Westfalia».

План выполнения работы. Пользуясь литературными источниками, методическими пособиями, плакатами, оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

а) устройство и принцип работы «Westfalia» (начертить принципиальную схему);

б) систему промывки.

2.1. Устройство и принцип работы холодильной установки фирмы «Westfalia»

Холодильная установка модели Je-SA/1100 предназначена для охлаждения молока до температуры 2–6 °С. Заправляется холодильный агрегат хладагентом R404a в количестве 2,8 кг (зеотропная смесь, компоненты R125/R143/R134a, состав по массе в процентах 44/52/4, молекулярная масса 97, 60, температура кипения 46,5 °С, смазка – полиэфир).

Принцип работы холодильной установки (рис. 2.1) заключается в следующем. Газообразный хладагент компрессором 4 нагнетается в теплообменник 16, в котором часть тепла отдается холодной воде, проходящей между пластинами, и дальше поступает в конденсатор 14. При давлении газа ниже установленного 0,14 МПа (R404a) посредством барометрического регулятора 15 и мембранного выключателя 13 отключается вентилятор конденсатора, и, наоборот, при повышении давления в конденсаторе выше установленного значения вентилятор включается. Давление в конденсаторе находится в зависимости от температуры воды, поступающей в теплообменник.

Конденсатор обеспечивает охлаждение сжатых паров хладагента окружающим воздухом и их конденсацию. Из конденсатора жидкий хладагент поступает в ресивер 11, фильтр-осушитель 10, где очищается от механических примесей и обезвоживается, и дальше через электромагнитный клапан 7 в терморегулирующий вентиль (ТРВ) 9. Ресивер создает запас жидкого хладагента, необходимый для обес-

печения равномерного питания им испарительной системы, кроме того, он является дополнительной емкостью конденсатора, которая предотвращает переполнение последнего жидким хладагентом. В ТРВ хладагент дросселируется: Дросселирование сопровождается понижением давления хладагента от давления конденсации до давления кипения. Часть жидкости, прошедшей через ТРВ, превращается в насыщенный пар, охлаждая при этом остальную часть хладагента до температуры кипения, т.е. из ТРВ выходит смесь жидкости и насыщенного пара (влажный пар).

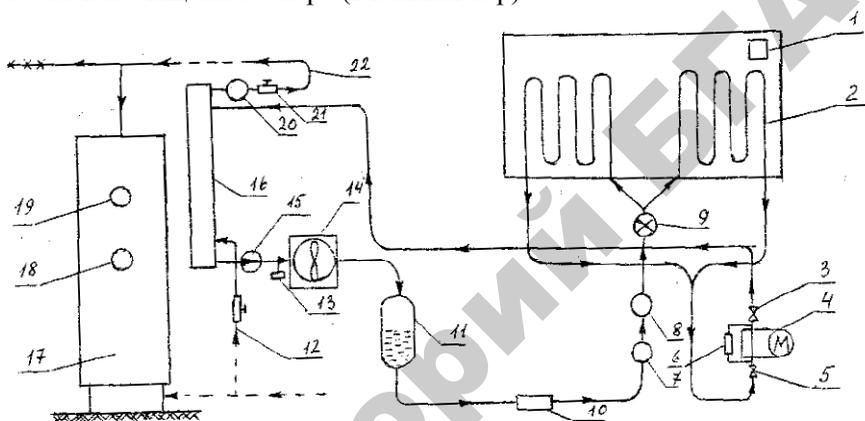


Рис. 2.1. Принципиальная схема холодильной установки фирмы «Westfalia»: 1 – термостат; 2 – испаритель; 3 – нагнетательный вентиль; 4 – компрессор; 5 – всасывающий вентиль; 6 – регулятор высокого и низкого давления; 7 – электромагнитный клапан; 8 – смотровой глазок; 9 – терморегулирующий вентиль; 10 – фильтр-осушитель; 11 – ресивер; 12, 22 – трубопроводы холодной и горячей воды; 13 – мембранный выключатель вентилятора; 14 – конденсатор; 15 – барометрический регулятор конденсатора; 16 – пластинчатый теплообменник; 17 – накопитель воды; 18 – защитный анод; 19 – термометр; 20 – водяной насос; 21 – вентиль

Жидкий хладагент, поступая в испаритель 2, кипит, поглощая тепло от стенок танка-охладителя. Пары хладагента, отсасываемые компрессором, по мере прохождения по испарителю дополнительно подогреваются в результате теплообмена через стенки последнего. Поэтому их температура на выходе из испарителя обычно выше температуры кипения. И цикл повторяется. Холодильная установка включается в работу при заполнении молочного танка до

такого уровня, когда крылья мешалки наполовину покроются молоком (≈ 150 л), нажатием кнопки «снежинка» . В этом случае холодильная установка работает в автоматическом режиме. После процесса охлаждения происходит циклическое перемешивание молока (примерно 2 мин перемешивания, 13 мин – остановка), которое управляется программным переключателем. При постановке переключателя в положение «длительное перемешивание»  молоко перемешивается в течение двух минут перед сдачей или взятием на пробу.

В положении переключателя  все функции холодильного танка отключены. Но установка находится под напряжением. Переключатель должен находиться в этом положении, когда танк пустой.

При охлаждении молока до установленной температуры ($+3$ °С) термостат *1* отключает холодильный агрегат и повторно его включает при нагреве молока до 4 °С.

2.2. Устройство и процесс подогрева воды в холодильной установке

Холодильная установка оборудована устройством регенерации тепла (рис. 2.1), которое включает в себя накопитель воды *17* с термометром *19* и защитным анодом *18*, теплообменник *16*, циркуляционный насос горячей воды *20*. Накопитель теплой воды и пластинчатый теплообменник соединены трубопроводами холодной и горячей воды *12*, *22*. В свою очередь теплообменник соединен с холодильным агрегатом. В процессе охлаждения горячий газообразный хладагент от компрессора проходит через теплообменник и нагревает производственную воду. Циркуляционный насос подает воду в верхнюю зону накопителя теплой воды, когда температура ее поднялась до $+53\dots+55$ °С. Одновременно холодная вода вытекает из нижней зоны накопителя в теплообменник. За счет этого возникают разделенные и не перемешивающиеся один с другим объемы холодной и теплой воды. Уже примерно через 10 мин после включения холодильной установки может отбираться теплая вода с температурой выше $+50$ °С. Температура теплой воды поддерживается регулятором постоянной на уровне $+53\dots+55$ °С.

Когда все содержимое накопителя нагреется до +53 °С, то вода этой высокой температуры также поступает в теплообменник и происходит дальнейший подогрев примерно до +60 °С. При этом регулятор теплой воды увеличивает поперечное сечение трубы, что приводит к повышению производительности охлаждения максимально до 10...15 л/мин. В результате этого скорость потока в теплообменнике увеличивается настолько, что опасность отложения извести и загрязнения в дальнейшем уменьшается.

Если температура теплой воды поднимается выше +60...+65 °С, например, летом при небольшом расходе воды, то необходимо сливать часть содержимого накопителя и доливать его холодной водой.

При пуске установки охлаждения молока в работу третья часть объема накопителя всегда должна быть заполнена водой.

Внутренний бак накопителя покрыт двойным слоем эмали. В качестве дополнительной защиты установлен магниевый защитный анод. Его защитное действие основано на электрохимической реакции, при которой происходит расщепление материала магниевого анода отложениями в коррозионно-опасных местах. Одновременно магниевый анод обеспечивает защиту слабых мест эмалевого слоя от точечной коррозии. Срок эксплуатации магниевого анода в очень большой степени определяется местным качеством воды. Предпочтительна производственная вода с минимальной электропроводностью. Не позднее, чем через один год после запуска в работу установки регенерации тепла, необходимо провести первую проверку защитного анода в вертикальном накопителе. Замена анода требуется в том случае, если его диаметр уменьшился до 1/3 нового анода (диаметр нового анода 33 мм).

2.3. Измерение количества и вывоз молока

Вместе с танком-охладителем поставляется специальная таблица, на которой сопоставлены значения в литрах и миллилитрах и которая дает точный объем молока. Измерительная линейка контролируется и маркируется в палате мер и весов.

Чтобы правильно считывать показания измерительной линейки, необходимо:

- поставить переключатель танка-охладителя в положение

Stop

;

- подождать, пока поверхность молока станет ровной;
- измерить уровень молока чистой и сухой линейкой;
- осторожно повесить на специальный выступ и сразу же вытащить ее для считывания показаний.

В таблице задан объем, соответствующий показаниям в миллиметрах на линейке. Во время хранения молока измерительная линейка должна храниться вне танка-охладителя в чистом виде и в доступном для обслуживающего персонала месте. Кроме того, если поставить переключатель танка-охладителя в положение , то при нажатии кнопки черного цвета, расположенной слева на панели управления, на табло высвечивается высота молока в миллиметрах, а при повторном нажатии кнопки – его объем в литрах.

Молоко может откачиваться из цистерны по шлангу через горловину или через сливной клапан, расположенный внизу танка-охладителя.

2.4. Система промывки танка-охладителя

Фирма «Westfalia» рекомендует использовать для промывки и дезинфекции танка-охладителя только те средства, которые приспособлены для доильных установок, признанные DLG продукты R+D из программы «CIRCO». Применение средств R&D осуществляется по инструкции производителя.

При установке новых резервуаров для средств промывки необходимо следить за тем, чтобы не перепутать всасывающие шланги. В противном случае щелочные и кислотные средства могут смешиваться, кристаллизироваться, что приведет к забиванию шлангов. Синий шланг предназначен исключительно для щелочного R&D средства, а красный – только для кислотного. Никогда не следует смешивать щелочные и кислотные средства, так как возникающий вследствие этого хлорный газ является опасным для жизни. Хранить средства промывки следует в недоступных посторонним местах.

Дозировка моющих средств производится с помощью дозированной емкости, которая находится в передней части танка-охладителя.

Процесс промывки начинается с установки переключателя в положение . Кнопку необходимо держать нажатой в течение 1 с. Загорается зеленая лампочка, которая показывает, что процесс промывки идет по программе.

Весь процесс промывки состоит из 6 этапов.

1. Предварительная промывка чистой водой (рис. 2.2). Вода из сети разбрызгивается по внутренним стенкам танка, смывает остатки молока и твердые частицы, осевшие на стенках и дне танка. Эта вода сразу же через магнитный клапан сливается в канализацию.

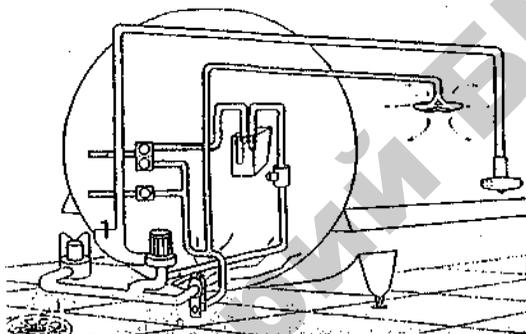


Рис. 2.2. Предварительная промывка и ополаскивание

2. Предварительная промывка циркулирующей водой. Сначала вода из сети подается в танк-охладитель без включения насоса и разбрызгивающей головки. Затем при достижении заданного уровня включается насос и производится циркуляционная промывка.

3. Основная промывка водой с моющим раствором. В течение этого этапа моющий раствор поступает из емкости в циркулирующую воду, и смесь разбрызгивается на стенки танка.

4 и 5. Двойное ополаскивание циркулирующей водой со сливом воды в канализацию в конце этапа.

6. Ополаскивание чистой водой и с одновременным сливом воды в канализацию.

При промывке необходимо соблюдать правила инструкции по работе с моющими средствами (носить перчатки и очки при обращении со средствами промывки).

Не допускается промывка струей воды (особенно промывка под высоким давлением, могут быть повреждены электрические компоненты).

Температура горячей воды при промывке не должна превышать 65–75 °С, а давление потока воды должно быть в пределах 0,25...0,7 МПа (максимум 1,0 МПа), что гарантирует максимальное заполнение системы водой.

Наибольшее распространение на российском рынке молокоохладителей получили компактные, надежные и высокопроизводительные резервуары-охладители молока открытого и закрытого типов серий ОРМ, СВ-МН, ОРІ. Они производятся и поставляются многими отечественными и зарубежными компаниями. Требования к этим молокоохладителям независимо от моделей и конструкции регламентируются стандартом ISO 5708-1983 «Цистерны молочные охлаждаемые», либо российским стандартом ГОСТ Р 50803-95 «Резервуары-охладители молока. Общие технические требования».

Оформление отчета

1. Нарисовать принципиальную схему холодильной установки «Westfalia».
2. Описать работу системы ее промывки.
3. Перечислить основные неисправности холодильной установки.

Контрольные вопросы

1. К какому типу относится холодильная установка «Westfalia»?
2. Назначение теплообменника.
3. Как осуществляется промывка холодильной установки?
4. Основные неисправности холодильной установки.

3. ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИЕ ВЕНТИЛИ (ТРВ)

Цель работы: изучить устройство и принцип работы ТРВ холодильных машин, приобрести практические навыки по их настройке.

Оборудование: холодильные установки, ТРВ и инструменты.

План выполнения работы. Пользуясь литературными источниками, методическими пособиями, плакатами и оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) устройство и принцип работы ТРВ с внутренним выравниванием;
- б) устройство и принцип работы ТРВ с внешним выравниванием;
- в) определение технического состояния и регулирование ТРВ.

3.1. Общие положения

Холодильная установка работает наиболее эффективно, когда вся теплопередающая поверхность испарителя омывается кипящим хладагентом, т.е. кипение происходит по всей его поверхности.

Как увеличение, так и уменьшение количества хладагента, подаваемого в испаритель, снижает холодопроизводительность установки. Капли хладагента, попав на теплые стенки цилиндров компрессора в начале всасывания, мгновенно испаряются. Расширяясь, они занимают значительную часть объема цилиндров, препятствуя дальнейшему всасыванию паров, что снижает производительность компрессора.

О степени заполнения испарителей хладагентом, в которых движется парожидкостная смесь (сухой тип испарителей), судят по перегреву пара δ на выходе из испарителя

Под перегревом понимают разность между температурой перегретого пара на выходе из испарителя $t_{\text{вых}}$ и температурой кипения t_0 , соответствующей давлению пара на выходе из испарителя.

Для регулирования степени заполнения испарителей хладагентом в зависимости от перегрева паров на выходе из испарителя служат терморегулирующие вентили (ТРВ).

3.2. Устройство и работа ТРВ с внутренним выравниванием

Принцип действия ТРВ основан на сравнении температуры кипения хладагента в испарителе с температурой выходящих из него паров на поддержание постоянной разницы этих температур, т.е.

ТРВ поддерживает заданный перегрев на выходе из испарителя. При увеличении перегрева, что свидетельствует о недозаполнении испарителя, клапан ТРВ автоматически открывается, увеличивая тем самым подачу холодильного агента в испаритель, и, наоборот, при уменьшении перегрева, что является следствием чрезмерного поступления хладагента в испаритель, клапан автоматически прикрывается и тем самым уменьшается поступление хладагента в испаритель.

Схема терморегулирующего вентиля и течение процесса регулирования степени заполнения испарителя хладагентом показаны на рис. 3.1.

Силовой термочувствительной частью прибора является замкнутая герметическая система, состоящая из термобаллона 1, капиллярной трубки 2, полости I над мембраной 3. Эта герметичная система заполнена тем же хладагентом, на котором работает холодильная установка (или другим веществом, близким по своим термодинамическим свойствам к хладагенту).

Термобаллон крепится к трубопроводу на выходе из испарителя. Мембрана посредством толкателей 4 связана с иглодержателем 6 клапана 5, перекрывающим проходное сечение седла термовентиля.

Жидкий холодильный агент (например, хладон R134a) из ресивера поступает в ТРВ под давлением P_k и при проходе через кольцевое сечение между седлом и клапаном 5 резко снижает давление до P_0 , которое поддерживается в испарителе компрессором. При этом часть жидкого хладагента превращается в пар, и по испарителю движется парожидкостная смесь. В какой-то точке B вся жидкость превращается в пар. На участке BB хладагент, продолжая воспринимать тепло от охлаждаемой среды, перегревается до температуры $t_{\text{вых}}$.

Если в испарителе сопротивление движению хладагента незначительное, можно считать, что давление пара на выходе из испарителя такое же, как и на входе (например, $1,64 \cdot 10^5$ Па). Тогда температура кипения хладагента на участке AB также постоянная (-15°C). В точке B на выходе из испарителя на всасывающем трубопроводе укреплен термобаллон 1, воспринимающий температуру $t_{\text{вых}}$.

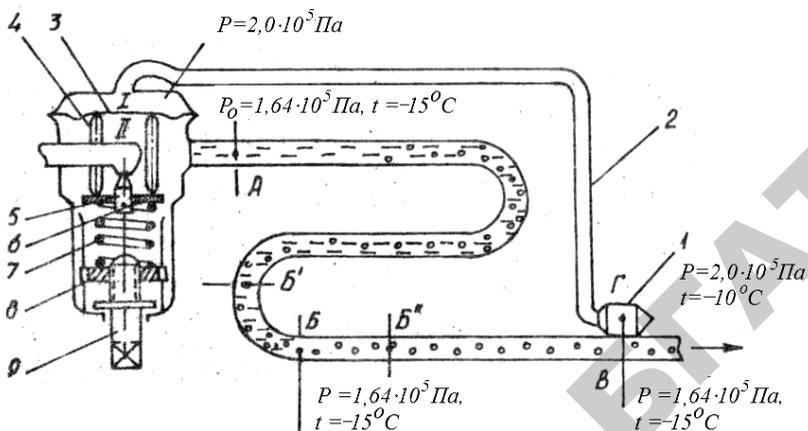


Рис. 3.1. Схема терморегулирующего вентиля с внутренним выравниванием:
 1 – термобаллон; 2 – капиллярная трубка; 3 – мембрана; 4 – толкатель; 5 – клапан;
 6 – иглодержатель; 7 – пружина; 8 – гайка; 9 – винт

При этой температуре баллона в силовой системе ТРВ устанавливается давление P_c , которое воспринимается мембраной 3. Так, если силовая система ТРВ заполнена хладагентом R134a, то в случае перегрева паров хладагента в испарителе на участке $B\bar{B}$ на 5°C (от -15°C до -10°C) давление в силовой системе будет составлять $2,0 \cdot 10^5$ Па. Поскольку давление в испарителе поддерживается компрессором на величине $1,64 \cdot 10^5$ Па, то перегреву паров хладагента в испарителе в 5°C соответствует разность давлений на мембрану ($2,0 \cdot 10^5 - 1,64 \cdot 10^5$ Па).

Под действием этой разности давлений мембрана прогибается вниз и через толкатель 4 нажимает на иглодержатель 6, открывая клапан 5. Открытие клапана происходит до тех пор, пока усилие сжатой пружины 7 уравнивает силу давления на мембрану. Допустим, что при таком положении клапана происходит полное (требуемое) заполнение испарителя хладагентом (кипение жидкого хладагента заканчивается в точке B).

С понижением температуры в охлаждаемой среде вследствие работы холодильной машины теплопритоки к испарителю умень-

шаются, кипение хладагента в точке B не заканчивается, а продолжается до точки B'' . Тогда путь движения парообразного хладагента до точки B (места крепления термобаллона ТРВ) сокращается и перегрев пара уменьшается. Теперь термобаллон воспринимает более низкую температуру, в силовой системе ТРВ устанавливается меньшее давление P^l и под действием пружины 7 клапан перемещается вверх, уменьшая таким образом проходное сечение клапана ТРВ и подачу хладагента в испаритель. При меньшем поступлении хладагента в испаритель кипение его заканчивается раньше, и перегрев принимает значение, близкое к первоначальному. Заданное начальное значение перегрева, обеспечивающее требуемое открытие клапана, устанавливается соответствующим сжатием пружины 7 за счет поворота винта 9.

С повышением тепловой нагрузки завершение кипения хладагента перемещается в точку B' , перегрев увеличивается, следовательно, повышается давление в термобаллоне, которое передается на мембрану, и через толкатели приоткрывается проходное сечение клапана. Подача жидкости через ТРВ увеличивается, и перегрев начинает падать.

Происходящие в рассмотренной системе испаритель – ТРВ процессы инерционны, поэтому при резких изменениях температурного режима положение клапана и соответственно подача хладагента в испаритель и перегрев его некоторое время колеблются.

Колебания перегрева паров наблюдается и при пуске холодильной машины. При включении компрессора давление в испарителе резко падает, вследствие чего клапан ТРВ открывается и заполнение испарителя быстро увеличивается. Давление в нем снова увеличивается, при этом начинает охлаждаться и термобаллон. Перегрев паров снижается и может быть даже равным нулю, а это значит, что жидкий хладагент попадает во всасывающий трубопровод. Это вызывает закрытие клапана, и перегрев снова начнет увеличиваться. После нескольких таких колебаний процесс затухает, и перегрев принимает определенное значение.

Терморегулирующие вентили, работающие по описанной выше и приведенной схеме (рис. 3.1), применяются в холодильных машинах небольшой производительности, у которых испарители имеют небольшую длину и потери давления хладагента в испарителе

отсутствуют или незначительны. Такие терморегулирующие вентили называются ТРВ с внутренним выравниванием. В этих ТРВ давление под мембраной такое же, как и в испарителе.

3.3. Устройство и работа ТРВ с внешним выравниванием

В холодильных машинах большой холодопроизводительности испарители имеют значительную длину и большие гидравлические сопротивления. В таких испарителях давление хладагента на выходе ниже, чем на входе. Например, давление на входе в испаритель равно $1,64 \cdot 10^5$ Па, а на выходе – $1,44 \cdot 10^5$ Па. Температура кипения и температура перегретого пара на выходе из испарителя (при перегреве в 5°C) становится ниже (соответственно -18°C и -13°C). Вследствие этого давление в термобаллоне снижается и для нашего случая равно $1,8 \cdot 10^5$ Па. Следовательно, перегрев пара в 5°C вызывает теперь меньшую разность давлений на мембрану $(1,8-1,64) \cdot 10^5$ Па, и клапан прикрывается. Обеспечить требуемое открытие клапана можно только при увеличении перегрева, т.е. при уменьшенном заполнении испарителя, что снизит производительность установки. Поэтому в холодильных машинах, имеющих испарители, в которых падение давления более $0,2 \cdot 10^5$ Па, применяют ТРВ с уравнивающей трубкой (рис. 3.2). В корпусе таких ТРВ устанавливается диафрагма 10, благодаря которой под мембрану подается давление не со стороны входа, а со стороны выхода испарителя, – по уравнивающей трубке 12. Поскольку давление на выходе более низкое, то разность давлений на мембрану при этом же значении перегрева (5°C) будет более $(1,8-1,44) \cdot 10^5$ Па, и заполнение испарителя становится более полным.

Наличие диафрагмы позволяет установить на выходе из ТРВ дополнительный дроссель 11. Это дает следующие преимущества:

- повышенное давление за клапаном ввиду наличия дополнительного дроссельного сечения разгружает работу клапана и позволяет увеличить его диаметр;
- подача под мембрану перегретого пара и перенос точки начала кипения хладагента уменьшает охлаждение всего прибора и возможную конденсацию пара над мембраной.

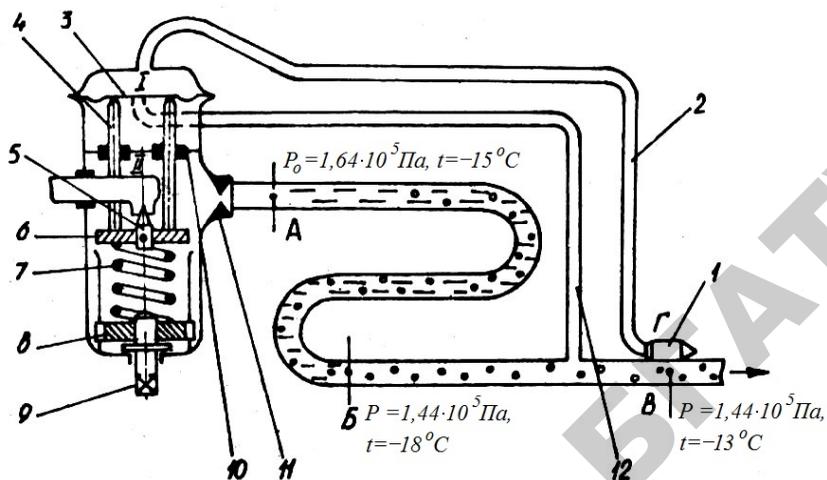


Рис. 3.2. Схема терморегулирующего вентиля с внешним выравниванием:
 1 – термобаллон; 2 – капиллярная трубка; 3 – мембрана; 4 – толкатель; 5 – клапан;
 6 – иглодержатель; 7 – пружина; 8 – гайка; 9 – винт; 10 – диафрагма;
 11 – дроссель; 12 – уравнивательная трубка

3.4. Определение технического состояния и регулирование терморегулирующего вентиля

При определении технического состояния внешним осмотром убеждаются в отсутствии механических повреждений термобаллончика, капиллярной и уравнивательной трубок и корпуса терморегулирующего вентиля.

Проверяют надежность термоизоляции и крепления термобаллончика к всасывающему трубопроводу.

Включают холодильную установку и проверяют работу терморегулирующего вентиля. Основными признаками нормальной работы ТРВ являются:

- отсутствие «влажного хода» компрессора, его головка не обмерзает;
- компрессор не перегревается;
- испаритель покрывается ровным слоем льда;
- величина давления всасывания соответствует нормальному значению, указанному в технической характеристике проверяемой холодильной машины.

Если наблюдаются признаки нормальной работы, то терморегулирующий клапан исправен и отрегулирован правильно. Выключают холодильную установку

Заводская настройка правильно выбранного и смонтированного без ошибок терморегулирующего клапана в большинстве случаев удовлетворяет потребностям соответствующей системы. Перегрев на выходе испарителя должен быть около 8 К. При необходимости дополнительной регулировки ТРВ следует использовать регулировочный винт. Для измерения перегрева на выходе испарителя необходимо установить термометр на поверхность трубы на выходе испарителя и подключить манометр к всасывающей магистрали. Разница в показаниях манометра по температурной шкале и термометра и есть перегрев.

При вращении винта вправо (по часовой стрелке) перегрев повышается. При вращении влево (против часовой стрелки) – понижается. Полный оборот винта меняет перегрев примерно на 4 К для ТРВ типа Т2 и ТЕ2 и на 0,5 К для ТРВ типа ТЕ5 при температуре кипения 0 °С.

Если жидкий хладагент попадает в компрессор (перегрев ниже 7 К (обмерзание клапана компрессора) или наблюдается пульсация ТРВ, необходимо увеличить перегрев.

При настройке ТРВ типа ТЕ5, чтобы избежать переполнения испарителя жидкостью, нужно действовать следующим образом (рис. 3.3). Вращая регулировочный винт вправо (по часовой стрелке), повышать перегрев до прекращения пульсаций давления. Затем понемногу вращать винт, влево до точки начала пульсации. После этого повернуть винт вправо примерно на один оборот (для Т2/ТЕ2 – на ¼ оборота). При такой настройке пульсации давления отсутствуют, и испаритель работает в оптимальном режиме. Изменения перегрева в диапазоне $\pm 0,5$ °С не рассматриваются как колебания.

Если в испарителе имеет место чрезмерный перегрев, это может быть следствием его недостаточной подпитки жидкостью. Снизить перегрев можно вращая регулировочный винт влево (против часовой стрелки), постепенно выходя на точку пульсаций давления (рис. 3.3). После этого повернуть винт вправо на один оборот (для Т2/ТЕ2 – на ¼ оборота). При такой настройке пульсации давления прекращаются, и испаритель работает в оптимальном режиме.

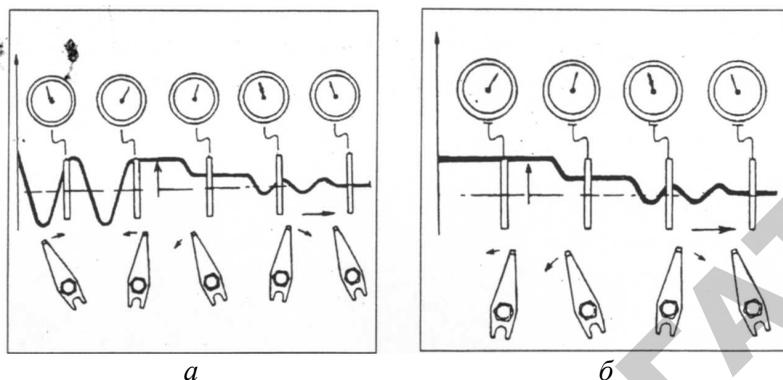


Рис. 3.3. Схема настройки ТРВ типа ТЕ5:
a – повышение перегрева; *б* – понижение перегрева

Если при любой настройке ТРВ пульсации давления устранить не удастся, возможно, пропускная способность (производительность) ТРВ выше, чем нужно. В этом случае следует либо сменить седло клапана ТРВ, либо полностью заменить ТРВ.

Оформление отчета

1. Нарисовать схему ТРВ.
2. Описать устройство и принцип работы ТРВ.
3. Описать последовательность регулировки ТРВ.

Контрольные вопросы

1. Назначение ТРВ.
2. Отличие ТРВ с внешним выравниванием от ТРВ с внутренним выравниванием.
3. Основные признаки нормальной работы ТРВ.
4. Технология настройки ТРВ.

4. РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы: изучить устройство и принцип работы реле давления холодильных установок, приобрести навыки их настройки.

Оборудование: холодильные установки, реле давления, инструмент.

План выполнения работы. Пользуясь литературными источниками, методическими пособиями, плакатами, оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) устройство и принцип работы реле давления;
- б) настройки реле давления.

4.1. Назначение и устройство двухблочного реле давления

Реле давления предназначено для поддержания заданного давления во всасывающей и нагнетательной линиях холодильной машины путем замыкания или размыкания электрической цепи электродвигателя компрессора.

На рис. 4.1 представлена схема двухблочного реле давления. Прибор включает в себя узлы низкого и высокого давления. Узел низкого давления устроен и работает аналогично одноблочному реле низкого давления.

Датчик-реле давления состоит из корпуса, на котором закреплены сильфонные реле давления всасывания *1* и нагнетания *16*, микровыключателя *11*, рычагов *2, 3, 10, 15*, пружин *4, 8, 13, 18*, винта регулировки дифференциала реле давления всасывания *5*, шкалы дифференциала реле давления всасывания *6*, шкалы давления выключения реле давления всасывания *7*, винта регулировки давления всасывания *9*, винта регулировки реле давления нагнетания *12*, шкалы давления выключения реле давления нагнетания *14*, винта котировочного *17*. При нормальной работе холодильной установки контакты выключателя *11* замкнуты. При падении давления во всасывающей линии ниже допустимого уменьшается давление P_j , действующее на сильфон *1*. Под действием пружины *8* сильфом *1* удлиняется, вызывая перемещение рычага *2* вокруг оси O_3 против часовой стрелки. Вместе с рычагом *2* перемещается и рычаг *10*, верхний конец которого освобождает толкатель микровыключателя.

Под действием его пружины контакты размыкаются, обесточивая цепь управления электродвигателем компрессора. При повышении давления во всасывающей линии сильфон *1* сжимается и, преодолевая усилие пружины *8*, поворачивает рычаг *2* по часовой стрелке вокруг оси O_3 . В тот момент, когда левый конец рычага коснется верхнего выступа вилки рычага *3* дифференциала, перемещение прекращается до тех пор, пока величина давления P возрастет настолько, чтобы преодолеть суммарное усилие пружины *4* дифференциала и основной пружины *8*. Дальнейшее увеличение P , поворачивает рычаг *2* и через пружину *18* – рычаг *10*, который воздействует своим верхним концом на толкатель микровыключателя, преодолевает действие его пружины и замыкает контакты.

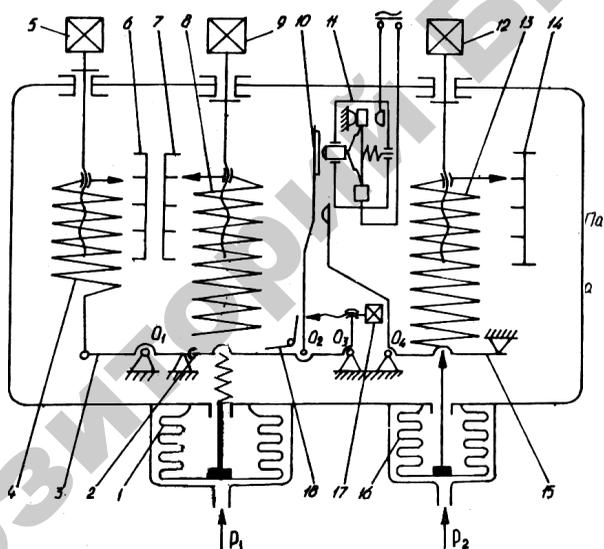


Рис. 4.1. Схема двухблочного реле давления:

1 – сильфон низкого давления; *2* – основной рычаг низкого давления; *3* – вилка дифференциала; *4* – пружина дифференциала; *5* – винт-задатчик дифференциала; *6* – шкала дифференциала; *7* – шкала установки низкого давления; *8* – пружина установки низкого давления; *9* – винт-задатчик установки низкого давления; *10* – плечо основного рычага низкого давления; *11* – микропереключатель; *12* – винт-задатчик установки высокого давления; *13* – пружина установки высокого давления; *14* – шкала установки высокого давления; *15* – двуплечий рычаг; *16* – сильфон высокого давления; *17* – винт заводской настройки; *18* – вспомогательная пружина; O_1 – O_4 – оси вращения

Если во время работы холодильной установки давление в нагнетательной линии возросло сверх допустимого, сильфон 16 сжимается и через толкатель поворачивает рычаг 15 против часовой стрелки вокруг оси O_4 . Верхний конец рычага 15 перемещает рычаг 10 влево, преодолевая усилие пружины 18, при этом толкатель микровыключателя освобождается, его контакты размыкаются. При пониженном давлении детали механизма перемещаются в обратном направлении, что приводит к замыканию контактов микровыключателя. Пределы включения реле низкого давления регулируют винтом 9, его дифференциал – винтом 5. Предел выключения реле давления нагнетания устанавливают винтом 12, его дифференциал – нерегулируемый. Винтом 17 регулируют соответствие давления выключения, указываемое шкалой 7, его фактическому значению.

Реле давления устанавливается на щите компрессора и соединяется импульсными трубками с полостями всасывания и нагнетания компрессора. Нельзя присоединять приборы до всасывающего вентиля и после нагнетательного, поскольку при этом они будут контролировать давление в испарителе и конденсаторе и при закрытых вентилях компрессора его защиты не обеспечивают. Контакты реле включаются последовательно в цепь катушки магнитного пускателя компрессора.

4.2. Регулировка реле давления

При пусконаладочных работах следует произвести настройку приборов автоматики, включающую следующие операции:

- настройку реле (прессостата) низкого давления;
- настройку реле (прессостата) высокого давления;

Настройка реле низкого давления проводится следующим образом:

– при выключенном компрессоре перед его запуском пользуясь регулировочной шкалой реле низкого давления установить минимально допустимое значение давления всасывания в зависимости от типа компрессора, входящего в состав агрегата (табл. 4.1);

– после запуска компрессора и выхода системы на установившийся режим работы с помощью запорного вентиля на компрессоре во всасывающей магистрали довести давление всасывания до минимально допустимого значения, контролируя его уровень по манометру на всасывающей магистрали;

– при достижении минимально допустимого уровня давления всасывания отрегулировать реле низкого давления таким образом, чтобы при этом уровне обеспечить выключение компрессора.

Полностью открыть запорный вентиль на всасывающей магистрали. Схема настройки реле низкого давления приведена на рис. 4.2, а.

Таблица 4.1

Значения минимально допустимого избыточного давления во всасывающей магистрали агрегатов АК, АР, рекомендуемые к использованию при настройке реле низкого давления

Тип компрессора	Bitzer					Cope-land	Maneurop	
	Четырехцилиндровые		Двухцилиндровые			ZR	MT	NTZ
	Среднетемпературные	Низкотемпературные	Среднетемпературные	Низкотемпературные				
A ²⁾				B ³⁾				
Хладагент	R22	R22	R22	R22	R22	R22	R22	R404A/507
Перегрев всасываемого пара, К, не более	20	20	20	20	20	11	30	30
Минимально допустимое избыточное давление, бар	0,63	0,63–0,36"	0,63	0,63	-0,16	1,2	1–7,0	0–0,1

Примечания:

1. Работа компрессора с системой охлаждения впрыском жидкого хладагента.
2. Всасывающий вентиль низкотемпературных компрессоров (2HC1, 2FC2, 2EL2, 2DL2, 2CL2, 2U3, 2NS) в положении А (на двигателе).
3. Всасывающий вентиль низкотемпературных компрессоров в положении В (на головке цилиндров).

Необходимо помнить:

При нормальной работе агрегата (температура воздуха на входе в конденсатор не выше 40 °С, чистый конденсатор, исправно работающий вентилятор, нормальная заправка, отсутствуют неконденсируемые примеси) фактическая температура конденсации, как правило, должна быть существенно ниже максимально допустимой температуры конденсации во всем диапазоне температур кипения. Температура кипения зависит от температуры в охлаждаемом помещении (холодильной камере). Если при заданной температуре в холодильной камере компрессор агрегата отключается по команде от реле высокого давления, значит, окружающие условия отличаются от расчетных. В этом случае рекомендуется либо перейти на более высокое значение температуры в холодильной камере, либо принять дополнительные меры к улучшению условий охлаждения конденсатора, либо произвести поиск неисправностей. Для перехода на более высокую температуру в холодильной камере необходимо перенастроить термостат и реле высокого давления в соответствии с новой температурой испарения.

Настройка реле (прессостата) высокого давления производится следующим образом. При выключенном компрессоре перед его запуском, пользуясь регулировочной шкалой реле высокого давления, установить следующие предварительные величины максимально допустимого значения избыточного давления нагнетания.

В таблице 4.2 приведены рекомендуемые к использованию значения максимально допустимого избыточного давления нагнетания.

Настройка реле высокого давления может устанавливаться вне рекомендованных выше значений исходя из максимально допустимых давлений конденсации, при которых компрессор, входящий в состав агрегата, будет работать внутри допустимой области применения, которая зависит от температуры кипения.

После запуска компрессора и выхода системы на установившийся режим работы, с помощью запорного вентиля на нагнетательной магистрали довести давление нагнетания до максимально допустимого значения, контролируя его уровень по манометру на нагнетательной магистрали. При достижении максимального допустимого уровня давления нагнетания отрегулировать реле высокого давления таким образом, чтобы при этом уровне обеспечить

выключение компрессора. Полностью открыть запорный вентиль на нагнетательной магистрали.

Таблица 4.2

Значения максимально допустимого избыточного давления нагнетания рекомендуемые к использованию

Марка компрессора	Максимально допустимое значение избыточного давления нагнетания, МПа	Температура кипения t_0 , °C	Примечание
ZR, MT	1,6 1,9	$t_0 < -15$ $-15 < t_0 < 0$	
4T8, 4P10, 41N12 оснащенной системой C1C	1,2 1,6 1,9	$t_0 < -45$ $-45 < t_0 < -40$ $t_0 > -40$	
4T8, 4P10, 41CN12 без системы C1C	1,2 1,6 1,9	$-25 < t_0$ $-25 < t_0 < -20$ $t_0 > -20$	
4V10, 4T12	1,6 1,9 2,3	$t_0 < -25$ $-25 < t_0 < -15$ $t_0 > -15$	
Для двухцилиндровых Bitzez	1,6 1,9 2,5	$-25 < t_0$ $-25 < t_0 < -5$ $t_0 > -5$	Только для компрессоров 2GC2, 2EL3, 2CL4, 2U5, 2Q6, 2N7
MT/NTZ	1,09...2,8	$-35 < t_0$ $-35 < t_0 < -30$ $t_0 > -30$	
MT/NTZ 40 и выше	1,3...2,77	$-35 < t_0$ $t_0 > -35$	

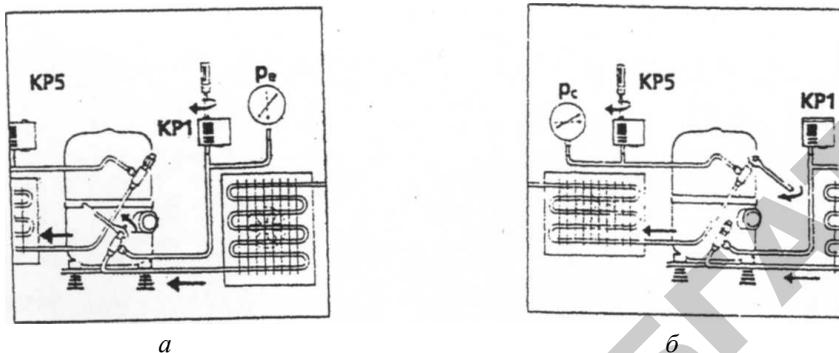


Рис. 4.2. Схема настройки реле давления:
a – низкого; *б* – высокого

4.3. Приборы для измерения давления

Для измерения давления холодильного агента, воды, масла или теплоносителя в трубопроводах и аппаратах холодильных машин главным образом применяют пружинные манометры и мановакуумметры.

Манометр показывает разность между давлением в сосуде $P_{\text{абс}}$ (абсолютное) и давлением атмосферы P_t . Поэтому давление по манометру называют избыточным:

$$P_{\text{изб}} = P_{\text{абс}} - P_a.$$

Значение P_a определяется по барометру.

Зная P_a и $P_{\text{изб}}$ (по манометру), находим $P_{\text{абс}}$. Единицы измерения давления при этом должны быть одинаковые.

Если давление в сосуде ниже атмосферного (его называют остаточным давлением), то разность $P_{\text{абс}} - P_a$ становится отрицательной (ее называют разрежением) и стрелка от нуля поворачивается влево. Манометры, имеющие шкалу влево от нуля, называются мановакуумметрами. Для более точных измерений разрежения применяют вакуумметры.

Вакуумметры и мановакуумметры измеряют вакуумметрическое давление, равное разности между барометрическим давлением атмосферного воздуха и абсолютным рабочим давлением среды. Если стрелка мановакуумметра стоит на отметке $-0,2$ атмосферы (в левой от нуля части шкалы), то абсолютное давление рабочей среды приблизительно равно $0,8$ атмосферы.

За единицу измерения давления в Международной системе СИ принят 1 Па. В системе СИ отсчет давления ведется от 0 и выше в Па, а отрицательные значения давления (разрежения) отсутствуют. Поэтому нельзя писать, например, разрежение, равное -40 кПа, а необходимо это давление выразить через абсолютное (остаточное) давление и написать: $P_{\text{абс}} = 100 - 40 = 60$ кПа, или же давление -40 кПа перевести в другие единицы измерения, например, в атмосферы или мм рт.ст., которые можно записывать со знаком минус. В связи с этим в литературе по холодильной технике параметры хладагентов приводятся при значениях абсолютного давления, а не избыточного, которое в некоторых случаях может быть отрицательным.

На практике применяют и другие единицы измерения давления: мегапаскаль (1 МПа = 10^6 Па) и килопаскаль (1 кПа = 10^3 Па), а также внесистемные единицы: техническая атмосфера (1 ат = 1 кгс/см²) и физическая атмосфера – 760 мм рт.ст. и бар.

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 1 \text{ ат} \approx 10^5 \text{ Па} = 1 \text{ бар};$$

$$1 \text{ мм рт.ст.} = 133,3 \text{ Па};$$

$$1 \text{ мм вод.ст.} = 9,8 \text{ Па};$$

$$760 \text{ мм рт.ст.} = 99208 \text{ Па}.$$

На циферблате манометра имеются две шкалы. Одна показывает давление, а вторая шкала – температурная и проградуирована в градусах. Каждому значению температуры соответствует определенное значение давления насыщенных паров того хладагента, для измерения давления которого предназначен прибор (на циферблате указано R22 или др.).

Манометры и мановакуумметры холодильных установок устанавливают на линиях всасывания и нагнетания каждого компрессора. Присоединяют их к трубопроводам и аппаратам с помощью штуцерных соединений и запорных вентилей.

Оформление отчета

1. Нарисовать схему датчика-реле давления, описать устройство и принцип работы его.
2. Описать последовательность настройки датчика-реле давления.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначено реле давления?
2. Устройство и принцип работы двухблочного реле давления.
3. Порядок настройки реле давления.

5. РЕЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы: изучить устройство и принцип работы реле температуры холодильных установок, приобрести навыки их настройки.

Оборудование: холодильные установки, реле температуры, инструмент.

План выполнения работы. Пользуясь литературными источниками, методическими пособиями, плакатами, оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) устройство и принцип работы реле температуры;
- б) настройки реле температуры.

Назначение и устройство термореле ТР-1-02

Двухпозиционное дистанционное термореле типа ТР-1-02-Х предназначается для поддержания заданного значения температуры контролируемой среды путем включения и выключения электрической цепи при изменении температуры выше или ниже заданного значения.

Реле температуры (рис. 5.1) работает следующим образом. При повышении температуры давление в термобаллоне 24 возрастает и шток 19, прикрепленный к доньшку сильфона 20, преодолевая сопротивление сжатой основной пружины 8, поворачивает рычаг 17 по часовой стрелке. Когда конец рычага 17 касается верхнего выступа в прорези рычага дифференциала 22, движение механизма прекращается, и только при дальнейшем возрастании давления на величину, достаточную для преодоления усилия растянутой пружины дифференциала 23, рычаг 17 снова поворачивается. Под действием пружины 18, накрученной на ось O_3 , вместе с рычагом 17 вращается ось O_4 , на конце которой шарнирно укреплен пружина переключателя 12. Когда шарнир этой пружины O_4 переходит за ось рычага-переключателя 13 (линия O_5-O_6), усилие пружины 12 начинает вращать рычаг 13 против часовой стрелки вокруг ножевой опоры O_6 . Левый нижний выступ рычага 13 нажимает на текстолитовый рычаг 10 и, повернув его вокруг ножевой опоры O_7 , соединяет контакты 14 и 15.

При понижении температуры пружина дифференциала 23 и основная пружина 8, преодолевая усилие вспомогательной пружины 21 и оставшегося давления на сильфон, поворачивают рычаги 17 и 9 в обратном направлении. Когда рычаг дифференциала 22 достигает выступа корпуса, дальнейшее падение температуры некоторое время не вызывает движения механизма. Последующий поворот рычагов 17 и 9 против часовой стрелки осуществляется под действием только основной пружины 8.

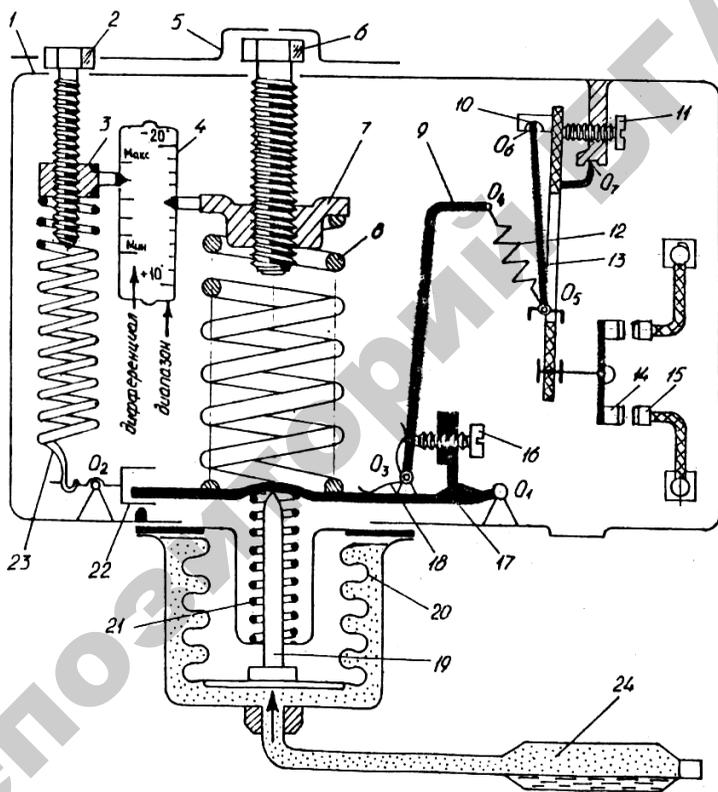


Рис. 5.1. Реле температуры типа ТР-1-02-Х:

- 1 – корпус; 2, 6 – винты; 3, 7 – гайки; 4 – шкала; 5 – пластина; 8 – основная пружина; 9, 13, 17 – рычаги; 10 – стойка; 11, 16 – котировочные винты; 12 – пружина переключателя; 14 – подвижной контакт; 18, 21 – пружины; 19 – штوك; 20 – сильфон; 22 – вилка; 23 – пружина дифференциала; 24 – термобаллон

Температура выключения регулируется натяжением основной пружины. Для этого надо снять контрящую пластину 5 и, используя ее как гаечный ключ, повернуть винт 6. Увеличение сжатия пружины 8 приводит к повышению температуры выключения (и одновременно температуры включения).

Дифференциал регулируется натяжением пружины дифференциала 23 при помощи рычага 2. У гаек 3 и 7 имеются выступы с прорезями, направляющей для которых служит шкала 4.

Чтобы значения температуры выключения и дифференциала, указанные на шкалах, соответствовали фактическим значениям этих величин, в приборе предусмотрены котировочные винты 16 и 11. Их регулируют на заводе и пломбируют. Все детали собраны в легком стальном штампованном корпусе 1.

Оформление отчета

1. Нарисовать схему датчика-реле температуры, описать устройство и принцип его работы.
2. Описать последовательность настройки датчика-реле температуры.

Контрольные вопросы

1. Назначение датчика-реле температуры.
2. Устройство датчика-реле температуры.
3. Порядок настройки датчика-реле температуры.

6. ВАКУУМНО-ЗАРЯДНАЯ СТАНЦИЯ KLIMAX SYSTEM S.R.L. ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Цель работы: изучить технологию заправки холодильного контура вакуумно-зарядными станциями.

Оборудование: вакуумно-зарядная станция Klimax System S.r.l. и методические указания.

План выполнения работы. Пользуясь литературными источниками, методическими пособиями, плакатами и оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

а) назначение и устройство вакуумно-зарядной станции Klimax System S.r.l.;

б) последовательность и схемы проведения операций при заправке холодильной установки.

6.1. Общие сведения о заправке холодильных установок

Холодильная установка заполняется хладагентом в соответствии с нормативом, указанным на заводской табличке или в инструкции. Заправка хладагента производится в герметичный и обезвоженный контур. В систему холодильной установки вводят хладагент в виде жидкости или пара. Заполнение системы холодильной установки жидким хладагентом менее продолжительно, чем паром. Зарядку паром применяют обычно в случаях, когда в систему добавляют малое количество хладагента, и производят ее через всасывающий вентиль компрессора. Жидкий хладагент заправляют в жидкостный ресивер холодильной установки. Запрещается заполнять систему холодильной установки жидким хладагентом через всасывающий или нагнетательный вентиль компрессора, так как это может привести к повреждению его клапанов. Контроль количества заправляемого хладагента производится с помощью мерного цилиндра заправочной станции 14 (рис. 6.1). Заправочные станции применяют также при дозаправке холодильной установки хладагентом. Это связано с тем, что утечка 20–30 % хладагента увеличивает продолжительность охлаждения, а потеря 60–70 % хладагента препятствует достижению требуемой температуры охлаждения.

6.2. Назначение и устройство и вакуумно-зарядной станции Klimax System S.r.l.

Вакуумно-зарядные станции применяют при техническом обслуживании холодильных систем. Эти агрегаты предназначены для создания вакуума в холодильной системе при помощи вакуумного насоса и последующей заправки хладагентов из зарядного цилиндра с помощью вентилей, установленных на коллекторе.

Станция Klimax System S.r.l. предназначена для вакуумирования и зарядки холодильных систем, работающих на хладагентах R404A и R134a (рис. 6.1, 6.2).

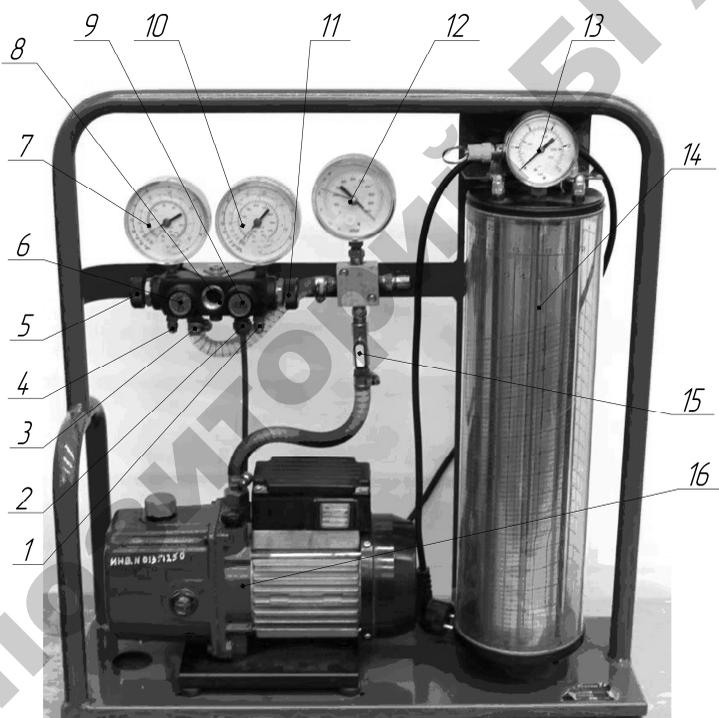


Рис. 6.1. Вакуумно-зарядная станция Klimax System S.r.l.:

- 1 – патрубок высокого давления; 2 – медная трубка; 3 – шланг; 4 – патрубок низкого давления; 5, 6 – вентили низкого давления; 7, 12 – вакуумметры; 8 – манометрический коллектор; 9, 11 – вентили высокого давления; 10, 13 – манометры; 14 – зарядный цилиндр; 15 – вентиль вакуумного насоса; 16 – вакуумный насос

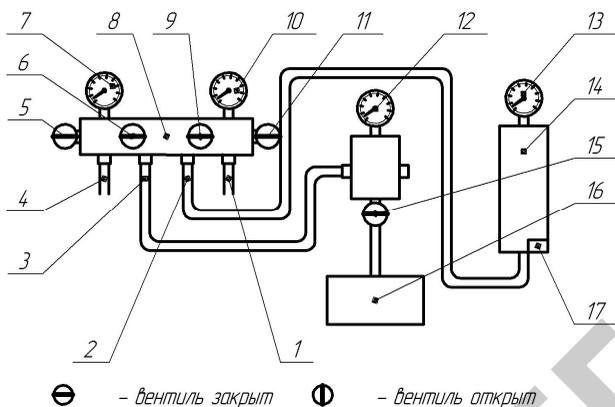


Рис. 6.2. Принципиальная схема зарядной станции:

1 – патрубок высокого давления; 2 – медная трубка; 3 – шланг; 4 – патрубок низкого давления; 5, 6 – вентили низкого давления; 7, 12 – вакуумметры; 8 – манометрический коллектор; 9, 11 – вентили высокого давления; 10, 13 – манометры; 14 – зарядный цилиндр; 15 – вентиль вакуумного насоса; 16 – вакуумный насос; 17 – электронагреватель

В состав зарядной станции входят:

вакуумный насос 16 (рис. 6.1, 6.2) – создает разрежение (остаточное давление 5 Па);

зарядный цилиндр 14 (рис. 6.1, 6.2) предназначен для приема заданной дозы хладагента с точностью ± 20 г. Зарядный цилиндр состоит из внутреннего коррозионно стойкого цилиндра, закрепленного между двумя фланцами, и манометра 13. На внешнем вращающемся цилиндре представлено несколько вертикальных шкал, разделенных на секции R404A и R134a, показывающих количество хладагента, содержащегося в цилиндре, в граммах. Каждая градуировочная шкала соответствует определенному внутреннему давлению хладагента, указанному в верхней части шкалы. Градуировочная шкала имеет кривые линии, учитывающие то, что плотность хладагента уменьшается с увеличением абсолютного давления. Манометр 13 позволяет измерять давление от 0 до 25 бар. В верхней части зарядного цилиндра имеется также предохранительный (дренажный) клапан. В состав зарядного цилиндра входит электронагревательный элемент 17 (50 Вт), который позволяет сократить время заправки агрегата хладагентом;

манометрический коллектор 8 (рис. 6.1, 6.2) используют при вакуумировании и заправке холодильных агрегатов, а также для контроля за давлением внутри холодильного агрегата. Шланги коллектора используются для подключения вакуумно-зарядной станции к холодильной установке и заправочному баллону с хладагентом, либо к холодильной установке и вакуумному насосу. Манометр показывает давление хладагента (бар). По цвету манометры делятся на синие и красные. Синие предназначены для измерения давления на стороне всасывания, красные – давления на стороне нагнетания.

Технология заправки холодильного контура станцией Klimax System S.r.l. включает четыре операции:

- 1) вакуумирование цилиндра 14;
- 2) заправку цилиндра 14;
- 3) вакуумирование холодильной установки;
- 4) заправку холодильной установки.

1. Для *вакуумирования цилиндра* (рис. 6.3) необходимо:

- открыть вентили 6, 9, 15;
- включить вакуумный насос 16 и создать в цилиндре 14 давление 51 Па (вакуумметр 12);
- закрыть вентили 6, 9, 15;
- выключить вакуумный насос.

2. Для *зарядки цилиндра хладагентом* (рис. 6.4) необходимо:

- соединить шлангом 18 патрубок 1 манометрического коллектора 8 и вентиль 19 баллона 20;
- открыть вентили 9, 11 и вентиль 19 на баллоне 20;
- заполнить цилиндр 14 хладагентом;
- закрыть вентили 9, 11 и 19.

3. Для *вакуумирования холодильной системы* (рис. 6.5) необходимо:

- соединить шлангом патрубок 4 манометрического коллектора 8 с нагнетательным вентиляем компрессора;
- открыть вентили 5, 6, 15;
- закрыть вентили 5, 6, 15;
- включить вакуумный насос 16 и создать давление в системе 5 Па (мановакуумметр 12);
- выключить вакуумный насос.

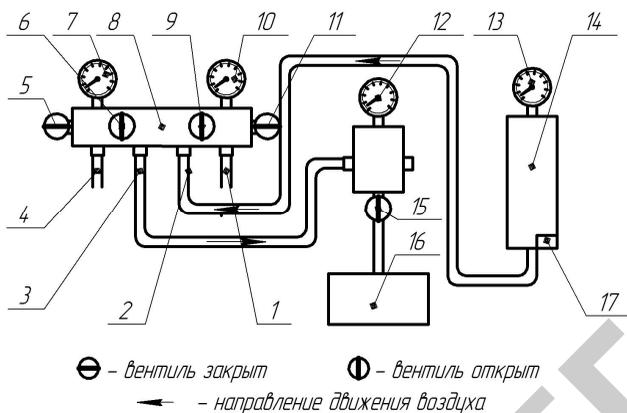


Рис. 6.3. Схема вакуумирования цилиндра:

1 – патрубок высокого давления; 2 – медная трубка; 3 – шланг; 4 – патрубок низкого давления; 5, 6 – вентили низкого давления; 7, 12 – вакуумметры; 8 – манометрический коллектор; 9, 11 – вентили высокого давления; 10, 13 – манометры; 14 – зарядный цилиндр; 15 – вентиль вакуумного насоса; 16 – вакуумный насос; 17 – электронагреватель

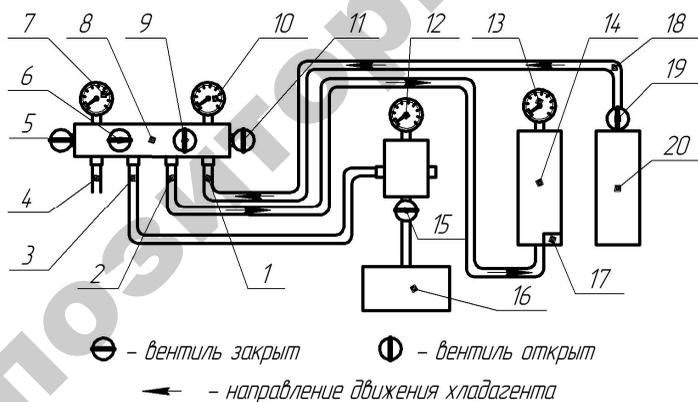


Рис. 6.4. Схема зарядки цилиндра хладагентом:

1 – патрубок высокого давления; 2 – медная трубка; 3, 18 – шланг; 4 – патрубок низкого давления; 5, 6 – вентили низкого давления; 7, 12 – вакуумметры; 8 – манометрический коллектор; 9, 11 – вентили высокого давления; 10, 13 – манометры; 14 – зарядный цилиндр; 15 – вентиль вакуумного насоса; 16 – вакуумный насос; 17 – электронагреватель; 19 – вентиль; 20 – баллон с хладагентом

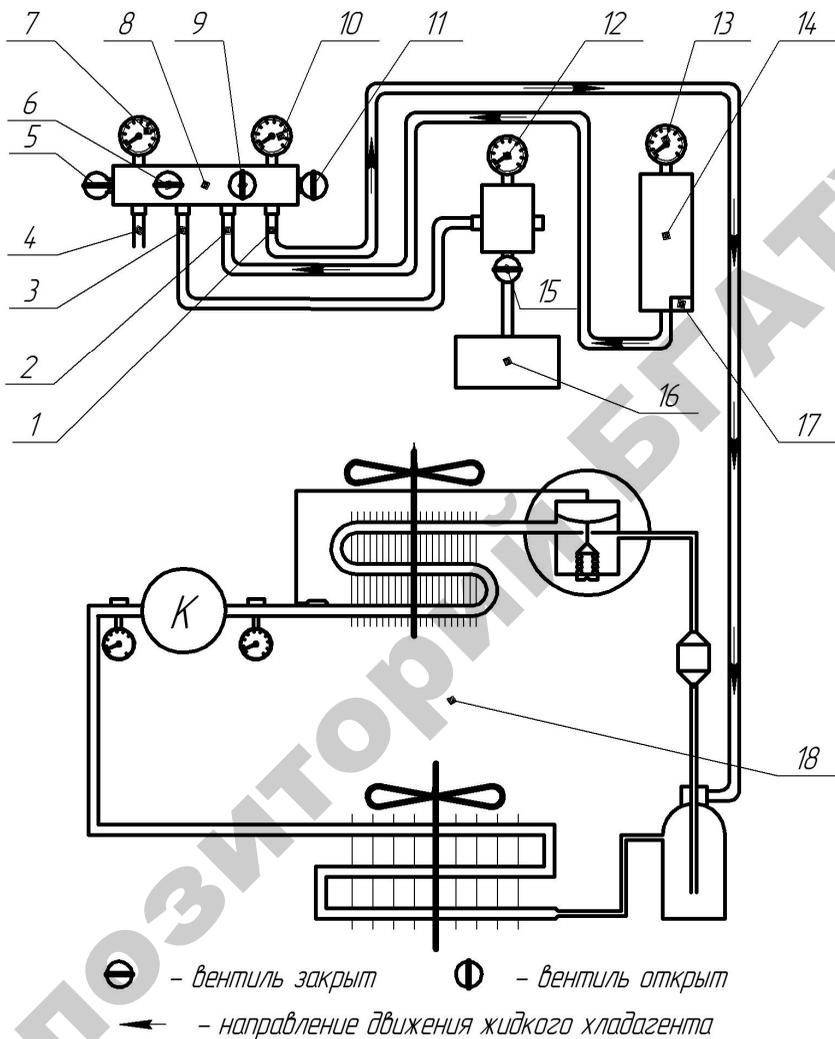


Рис. 6.7. Схема заправки системы жидким хладагентом:

- 1 – патрубок высокого давления; 2 – медная трубка; 3 – шланг; 4 – патрубок низкого давления; 5, 6 – вентили низкого давления; 7, 12 – вакуумметры; 8 – манометрический коллектор; 9, 11 – вентили высокого давления; 10, 13 – манометры; 14 – зарядный цилиндр; 15 – вентиль вакуумного насоса; 16 – вакуумный насос; 17 – электронагреватель; 18 – холодильная установка

Оформление отчета

1. Описать назначение и устройство вакуумно-зарядной станции.
2. Начертить схемы проведения операций при заправке холодильной установки.

Контрольные вопросы

1. Назначение вакуумно-зарядной станции.
2. Порядок вакуумирования и заправки цилиндра хладагентом.
3. Порядок заправки холодильной установки в жидкой фазе.

7. СТАНЦИЯ ОТКАЧКИ И ОЧИСТКИ ХЛАДАГЕНТОВ

Цель работы: изучить технологию откачки и очистки хладагента из холодильной установки.

Оборудование: станция откачки и очистки BLUE-R-95, холодильная установка, весы и баллоны.

План выполнения работы. Пользуясь методическими пособиями и оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) устройство и назначение станции;
- б) последовательность операций и схему откачки хладагента прямым методом;
- в) последовательность операций и схему откачки хладагента методом вытеснения;
- г) очистку хладагента при переливе жидкой фазы путем охлаждения сливного баллона.

7.1. Общие положения

Под сливом хладагента из холодильной установки понимается действие по извлечению хладагента, содержащегося в холодильной системе, с его накоплением во внешней емкости для последующего повторного использования, восстановления или уничтожения. Кроме этого, при удалении хладагента из охлаждающих систем появляется возможность поддерживать экологически чистой окружающую среду. Слив хладагента в сливные баллоны выполняют в жидкой или паровой фазе.

Баллоны нельзя заполнять больше, чем на 80 % их объема, а также хладагентами, марка которых не указана на их наружной поверхности. Давление в переполненном баллоне (или баллоне, заправленном непредусмотренным хладагентом) может достигать таких величин, что появится огромный риск тяжелой аварии (при 20 градусах Цельсия давление насыщенных паров R12 составляет 4,7 бар, R502 – 10 бар, а R23 – более 40 бар). При откачке хладагента предварительно определяют количество необходимых пустых баллонов, исходя из всей массы хладагента в холодильной

установке. Масса хладагента в баллоне контролируется весами. Например, для обычных CFC сливной баллон полезным объемом 12 литров может содержать максимум 12,5 кг хладагента (баллон на 27 литров вмещает 24 кг, на 88 литров – 86 кг).

К каждому баллону прилагается паспорт с указанием типа хладагента, максимально допустимой заправляемой массы, юридического названия предприятия, фамилии холодильщика. Слив хладагента всегда предпочтительнее осуществлять в жидком состоянии, чем в газообразном, так как в этом случае продолжительность процедуры слива может быть сокращена в 30–40 раз. Когда вся жидкость будет перелита в баллон, в установке остается хладагент в газовой фазе, которая составляет порядка 10 % от полной массы заправки. Эта фаза должна быть извлечена из контура с помощью станции откачки и очистки. Каким бы ни был используемый способ слива хладагента, все соединительные магистрали между баллоном и станцией должны иметь минимально возможные потери давления с целью максимального ускорения процедуры слива. В некоторых случаях продолжительность слива может быть снижена более, чем на 40 % только за счет использования коротких шлангов вместо длинных. Запрещается смешивать разные хладагенты в одном сливном баллоне, так как получившаяся смесь будет непригодна для повторного использования, и ее уничтожение является дорогостоящей процедурой. Перед восстановлением баллона следует снизить давление в нем до уровня 0,1 МПа. Каждый новый баллон заполнен азотом при изготовлении их на заводе. Это значит, что надо выпустить азот перед первым использованием.

7.2. Назначение станции откачки и очистки хладагента BLUE-R-95

Портативная станция откачки и очистки хладагента BLUE-R-95 (рис. 7.1) предназначена для откачки, очистки и сбора хладагента, а также используется для заправки холодильных систем и систем кондиционирования воздуха при ремонте и сервисном обслуживании. Эвакуированный хладагент можно использовать повторно.

Станция автоматически отключается при достижении избыточного рабочего давления больше чем 38,6 бар.



Рис. 7.1. Портативная станция регенерации хладагента BLUE-R-95

Станция способна откачивать и очищать хладагенты трех групп:

– PGL – группа низкого давления (CFC-11, CFC-12, CFC-13, CFC-14, CFC-15, HCFC-123, HCFC-124, HFC-134a, HCFC-401C, HCFC-406C, CFC-500);

– PGM – группа среднего давления (HCFC-22, HCFC-401A, HCFC-401B, HCFC-402A, HCFC-402B, HCFC-407C, HFC-407D, HCFC-408A, HCFC-409A, HCFC-411A, HCFC-411B, CFC-412A, HCFC-415A, HCFC-415B, CFC-502, HCFC-509A);

– PGN – группа высокого давления (HFC-404A, HFC-407A, HFC-407B, HFC-410A, HFC-507).

Производительность станции (кг/ч) при паровой откачке в 10 раз меньше, чем при жидкостной откачке, и в 20–30 раз меньше при применении метода вытеснения (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Производительность станции при различных методах откачки

Группа	Пар	Жидкость	Метод вытеснения
Низкого давления	14,4	96,6	278
Среднего давления	15,3	109,8	334
Высокого давления	15,6	114	373

При откачке разных хладагентов на входе станции устанавливают соответствующие фильтры. Для каждого вида хладагента применяют свой фильтр. При откачке хладагента из холодильной установки со сгоревшим компрессором используют два антикислотных фильтра.

На рис. 7.2 представлена схема передней панели станции откачки и очистки хладагента BLUE-R-95.



Рис. 7.2. Схема передней панели станции:

- 1 – манометр низкого давления; 2 – манометр высокого давления;
- 3 – вход; 4 – выход; 5 – кнопка выбора хладагента; 6 – переключатель;
- 6.1 – кнопка «стоп»; 7 – разъем; 8, 9 – сигнальные индикаторы;
- 10 – кнопка сброса; 11 – саморазгрузочное соединение

7.3. Технология откачки прямым методом

Слив хладагента можно проводить в жидкой или паровой фазе. Если заправка превышает несколько килограмм, идеальным решением всегда будет слив максимального количества хладагента в жидком состоянии с последующим завершением процедуры опорожнения при помощи перекачивающего агрегата, который будет тогда всасывать только пары. Если доступ к жидкому хладагенту, находящемуся в установке, обеспечить никак нельзя, остается возможность его удаления в газовой фазе. Этот метод является длительным и должен использоваться для установок с малым количеством хладагента. Удаление всего хладагента в паровой фазе рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

1. Поставить баллон на весы.
 2. Подключить станцию согласно схеме (рис. 7.3):
 - шланг низкого давления *9* манометрического коллектора *1* соединить с всасывающим вентилем *8* холодильной установки;
 - шланг высокого давления *10* манометрического коллектора *1* соединить с нагнетательным вентилем *7* холодильной установки;
 - шланг *6* манометрического коллектора *7* соединить со штуцером *2* «вход» станции;
 - шланг *4* соединить жидкостной вентиль сливного баллона *5* со штуцером *3* «выход» станции.
 3. Выбрать нужный хладагент (рис. 7.2, п. 5).
 4. Открыть вентили *11*, *12*, *14* манометрического коллектора *1*.
 5. Включить и откачать хладагент из холодильного контура до давления 30 Па.
 6. Выключить станцию.
 7. Закрыть вентили *11*, *12*, *14* манометрического коллектора *1*.
- Удаление хладагента из станции проводят путем выполнения следующих операций (рис. 7.4):
1. Соединить шлангом *1* штуцер *2* «вход» станции со штуцером *3* «выход».
 2. Закрыть шаровый вентиль *7* на правой стороне станции.
 3. Соединить шлангом *5* штуцер *4* и баллон *6*.

4. Включить станцию и откачать хладагент из станции до достижения требуемого вакуума (остаточное давление 10 кПа).
5. Отключить станцию.
6. Отсоединить шланги 1 и 2.

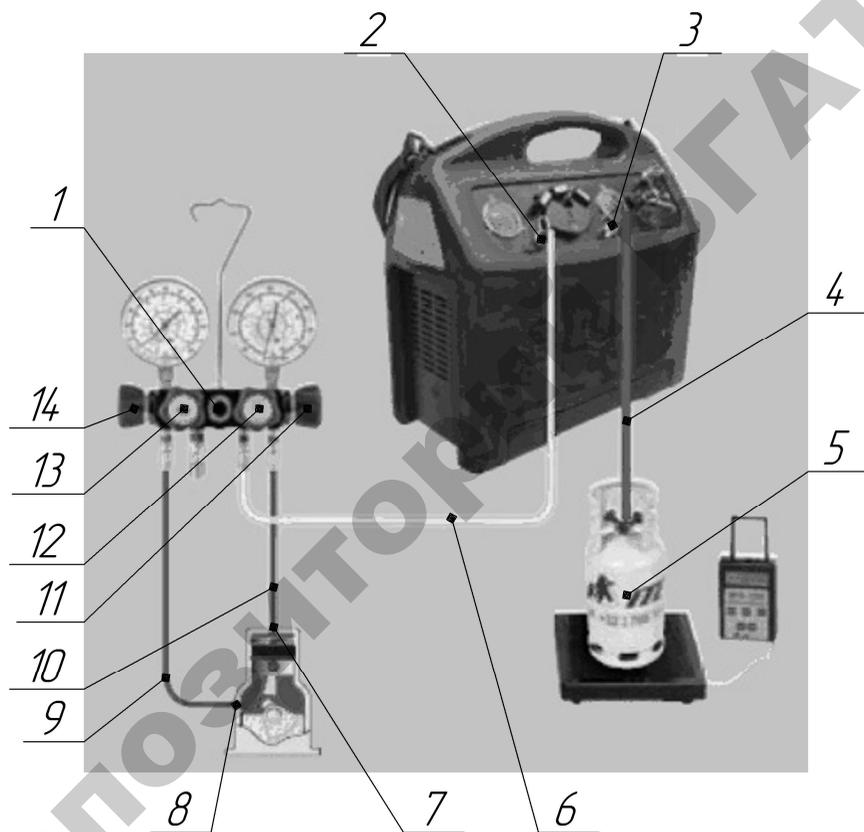


Рис. 7.3. Схема откачки хладагентов из холодильной установки прямым методом:

- 1 – манометрический коллектор; 2 – штуцер «вход»; 3 – штуцер «выход»;
 4, 6, 9, 10 – шланги; 5 – сливной баллон; 7 – нагнетательный вентиль;
 8 – всасывающий вентиль; 11, 12, 13, 14 – вентили



Рис. 7.4. Схема откачки хладагента из станции регенерации:
 1, 5 – шланги; 2 – штуцер «вход»; 3 – штуцер «выход»; 4 – штуцер;
 6 – сливной баллон; 7 – вентиль

7.4. Технология откачки хладагента методом вытеснения

Режим извлечения жидкости методом вытеснения используется для перекачки больших количеств жидкого хладагента. Станция откачивает пар из баллона для извлечения и под высоким давлением газа «толкает» жидкость из ресивера в сливной баллон. Этот метод используют, если система содержит более 4,6 кг хладагента или количество хладагента не позволяет формироваться жидкости.

Удаление всего хладагента в жидкой фазе с использованием станции регенерации осуществляют в следующей последовательности:

1. Подключить станцию согласно схеме (рис. 7.5):
 - шлангом 4 соединить газовый вентиль 6 сливного баллона 7 и штуцер 2 «вход» станции;
 - шлангом 1 соединить штуцер 3 «выход» станции с вентилем ресивера 9;
 - шлангом 8 соединить выходной вентиль ресивера 9 и жидкостный вентиль 5 сливного баллона 7.

2. Выбрать нужную группу хладагентов.
3. Открыть вентиль системы и баллона для сбора хладагента.
4. Включить станцию и при извлечении хладагента наблюдать за процессом через смотровое окно. Когда жидкости больше не будет видно, остановить извлечение.
5. Когда работа с системой завершится, закрыть все вентили системы и баллона.
6. Закончить процесс в режиме парового извлечения, как описано выше.



Рис. 7.5. Схема откачки жидкого хладагента методом вытеснения:
 1, 4, 8 – шланги; 2 – штуцер «вход»; 3 – штуцер «выход»;
 5 – жидкостный вентиль; 6 – газовый вентиль; 7 – сливной баллон;
 9 – ресивер

7.5. Очистка хладагента при переливе жидкой фазы путем охлаждения сливного баллона

Метод откачки и очистки хладагента при переливе жидкой фазы путем охлаждения сливного баллона – один из самых простых. Его принцип заключается в уменьшении давления в сливном баллоне. Это давление должно быть меньше давления в холодильной установке. Для этого баллон охлаждают, помещая его в бак со льдом или жидкостью (рис. 7.6). После этого следует выполнить следующие операции:

1. Убедиться в наличии не менее 0,5 кг хладагента в баллоне (в жидком состоянии).
2. Выбрать нужный хладагент кнопкой 5 (рис. 7.2).
3. Открыть вентили 1 и 4 баллона.
4. Включить станцию и отрегулировать вентилем 1 выходное давление: оно должно быть на 7–20 бар выше входного давления.

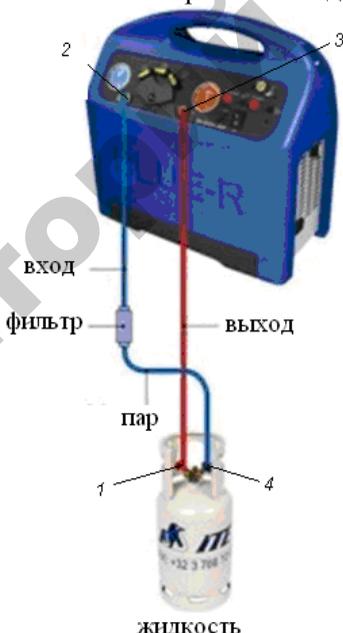


Рис. 7.6. Схема охлаждения сливного баллона для сбора хладагента и во время его откачки:

- 1 – жидкостный вентиль; 2 – штуцер «вход»; 3 – штуцер «выход»;
4 – газовый вентиль

Откачка хладагента производится до тех пор, пока баллон не станет холодным.

Если перелив жидкой фазы осуществляется за счет охлаждения сливной емкости до « $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ », то удаляется до 80–100 % хладагента.

Оформление отчета

1. Описать устройство и назначение станции.
2. Изложить последовательность операций и схему откачки хладагента прямым методом, методом вытеснения.
3. Описать очистку хладагента при переливе жидкой фазы путем охлаждения сливного баллона.

Контрольные вопросы

1. Назначение станции откачки хладагента BLUER-95.
2. Последовательность откачки хладагента.
3. Порядок самоочищения станции.

8. ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы: изучение признаков основных отказов холодильных установок.

Оборудование: учебный модуль и методические указания.

План выполнения работы. Пользуясь методическими пособиями, плакатами и оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) схему установки датчиков на холодильной установке;
- б) результаты прямых измерений параметров холодильного цикла;
- в) результаты анализа технического состояния холодильного агрегата.

Описание учебного модуля. Учебный модуль (рис. 8.1) сконструирован как обычное охлаждающее устройство. Он представляет собой систему, моделирующую более 5000 возможных неполадок молокоохладительных установок, холодильных камер и воздухоохладителей. Источник питания модуля – электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Размеры модуля составляют 250×1250×400 мм, масса – 80 кг. Модуль укомплектован двумя типами терморегулирующих вентилей: электронный 1 и термостатический 2.

В состав модуля входят (рис. 8.1) конденсатор 15, компрессор 12, испаритель 18, реле давления 19. Манометр низкого давления 4 измеряет давление всасывания от 1 до 12 бар, а манометр высокого давления 5 – давление нагнетания от 1 до 25 бар. На передней стенке модуля также расположены фильтровый дегидратор 9, монитор 6, три цифровых термометра 8, 16 и электронная система контроля АКС72А 17.

Датчики (рис. 8.2): Д1, Д2 измеряют температуру паров хладагента соответственно на выходе и входе в компрессор; Д3, Д4 – температуру трубопровода на выходе из конденсатора и температуру охлаждающего воздуха, выходящего из испарителя соответственно; Д5, Д6 – температуру трубопроводов соответственно на входе и выходе из испарителя.

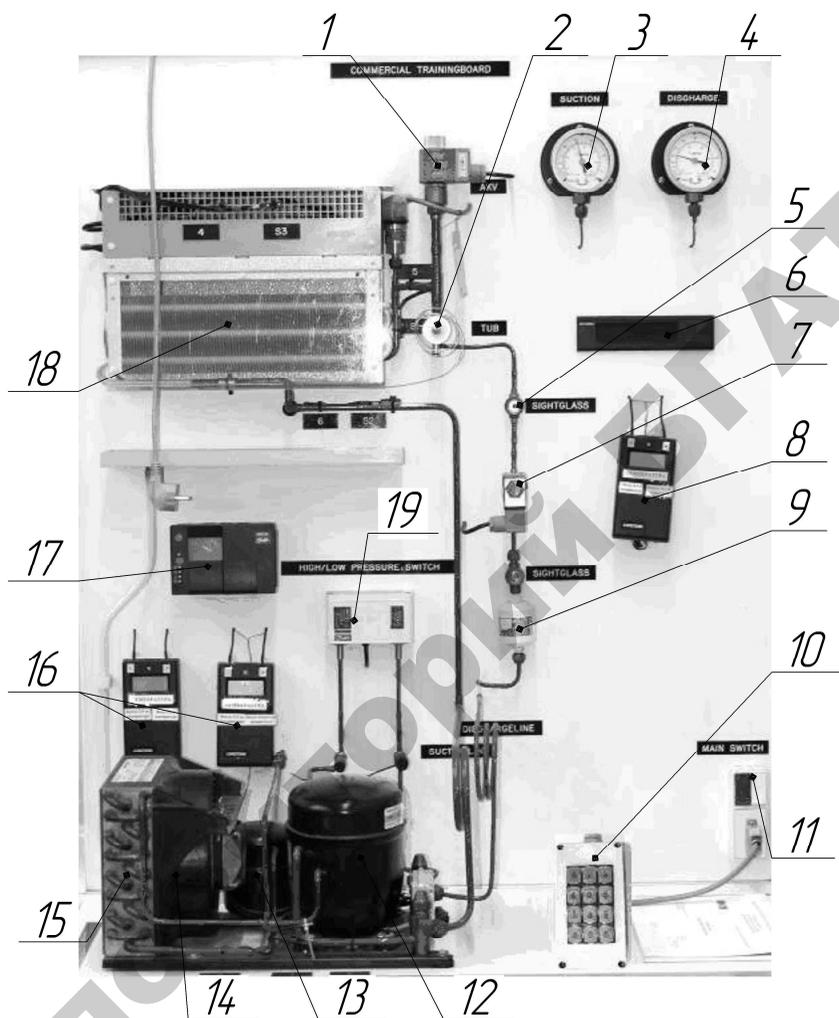


Рис. 8.1. Учебный модуль:

- 1 – электронный ТРВ; 2 – термостатический ТРВ; 3 – манометр давления всасывания; 4 – манометр давления нагнетания; 5 – смотровой глазок; 6 – монитор; 7 – электромагнитный вентиль; 8, 16 – электронные термометры; 9 – фильтр; 10 – пульт; 11 – кнопка включения стенда; 12 – компрессор; 13 – ресивер; 14 – вентилятор; 15 – конденсатор; 17 – блок управления; 18 – испаритель; 19 – реле давления

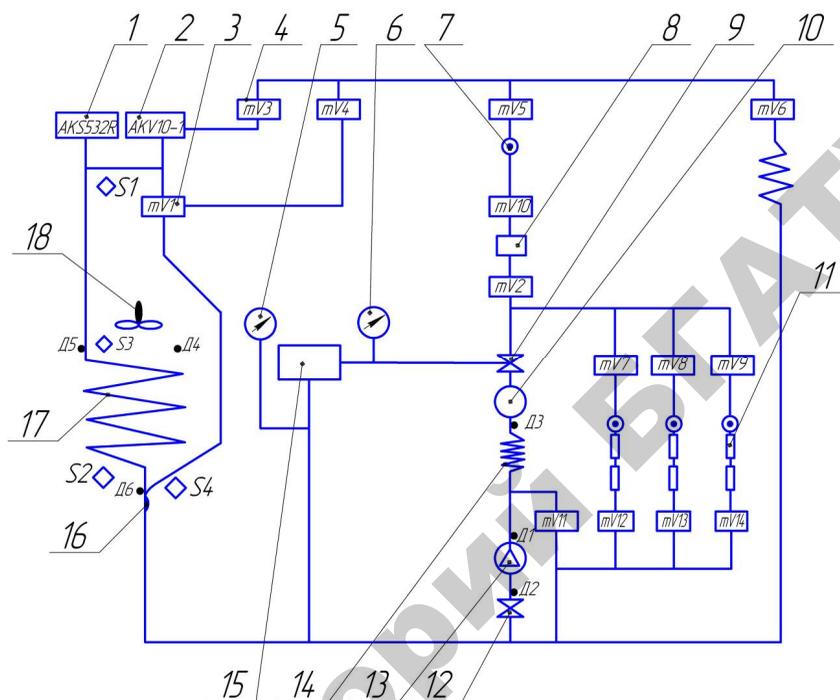


Рис. 8.2. Принципиальная схема учебного модуля:

- 1 – электронный вентиль; 2 – терморегулирующий вентиль;
 3, 4 – электромагнитный вентиль; 5 – манометр давления всасывания;
 6 – манометр давления нагнетания; 7 – смотровой глазок; 8 – фильтр;
 9 – вентиль нагнетательный; 10 – ресивер; 11 – расширитель; 12 – вентиль
 всасывающий; 13 – компрессор; 14 – конденсатор; 15 – реле давления;
 16 – термобаллон; 17 – испаритель; 18 – вентилятор; Д1–Д6 – датчики;
 S1–S4 – сенсоры

Электронная система контроля АКС72А (рис. 8.1, поз. 17) настраивает и контролирует работу электронного расширительного вентиля (рис. 8.4). Работа электронного вентиля контролируется тремя сенсорными датчиками. Сенсоры (рис. 8.2) S1 и S2 измеряют температуру соответственно перед испарителем (за выпускным вентилем) и после испарителя. Сенсор S3 измеряет температуру окружающего воздуха. Основным элементом электронной системы контроля является блок управления (рис. 8.3).

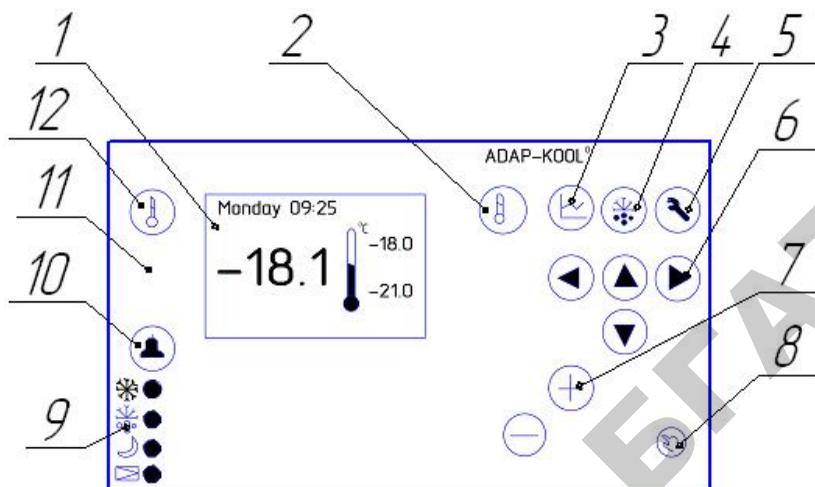


Рис. 8.3. Блок управления:

1 – графический дисплей; 2 – кнопка изменения температуры включения и выключения системы охлаждения; 3 – кнопка просмотра развития набранной температуры; 4 – кнопка ручного размораживания; 5 – кнопка набора нужных параметров; 6 – кнопки перемещения в меню; 7 – кнопки «плюс» и «минус» изменения загрузки в меню; 8 – кнопка начала и прекращения регулирования, выхода данных; 9 – лампочка сигнализации; 10 – кнопка выявления причины поступившего сигнала тревоги; 11 – лампочка сигнала тревоги; 12 – кнопка просмотра состояния работы системы

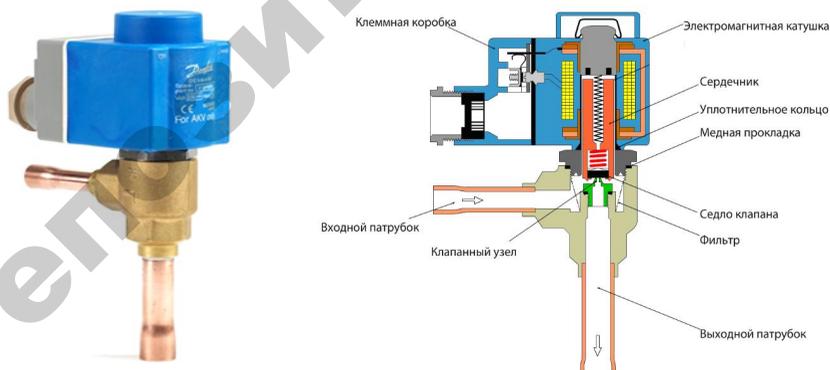


Рис. 8.4. Электронно-расширительный вентиль АКВ 10

Электронно-расширительный вентиль АКВ 10 (рис. 8.4) представляет собой расширительные клапаны с электрическим управлением для применения в холодильных установках. Они регулируют поступление жидкого хладагента в испарители. Для управления работой клапанов АКВ используется контроллер АКС72А, подающий электрический сигнал на открытие/закрытие клапана. Впрыск контролируется перегревом хладагента.

Включение модуля в работу производится в следующем порядке.

1. Подключите модуль к розетке (220 В).
2. Подождите 30 с.
3. Нажмите кнопку (*) на пульте 10 (рис. 8.1).
4. Прежде чем имитировать неисправность холодильной установки, необходимо оставить модуль в рабочем режиме в течение 30 мин.
5. Учебный модуль оснащен двумя видами ТРВ (рис. 8.1): электронным 1 и термостатическим 2. В работе будет использоваться термостатический ТРВ.

Поэтому после включения модуля необходимо удостовериться, что электронный ТРВ отключен. Для этого необходимо:

5.1. на пульте 10 (рис. 8.1) набрать команду «77», после характерного щелчка на мониторе 6 отобразится название контроллера, управляющего электронным ТРВ АКВ 10: АКС 72А;

5.2. на блоке управления (рис. 8.3) нажать кнопку 8 и в открывшемся на дисплее меню (рис. 8.5) убедиться, что курсор находится в положении Standby. Если курсор находится в другом положении, то при помощи клавиши 6 его необходимо переместить в заданное;

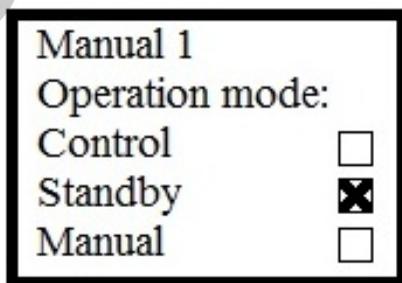


Рис. 8.5. Меню «Manual 1»

5.3. на блоке управления нажать клавишу 7 для ввода команды. Это приведет к отключению электронного ТРВ;

5.4. на пульте 10 (рис. 8.1) набрать команду «87», после характерного щелчка на мониторе отобразится название активного ТРВ: TUB 0,7.

6. На пульте 10 (рис. 8.1) набрать команду «10» для отключения системы (если системный блок активирован неправильно, это может привести к недостоверным результатам измерений; в этом случае начните заново с пункта 2, но здесь уже нет необходимости выждать 30 мин). Возможные 17 типов неисправностей вызываются кодами (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Типы неисправностей

Код ввода	Неисправности холодильной установки	Код выхода
30	Вентилятор в конденсаторе не работает	50
31	Вентилятор в радиаторе не работает	51
32	Засорился дегидратор	52
33	Соленоидный вентиль без тока	53
34	Соленоидный вентиль под током	54
35	Заблокирован фильтр в выпускном вентиле	55
36	Слабо закреплен сенсор на трубопроводе	56
37	Поврежден вентиль конденсатора	57
38	Переполнение	58
40	Малая утечка	60
41	Крупная утечка	61
42	Постоянный ток в предохранителе давления – плохой контакт в КР15	62
44	Дифференциал на термостате: мал либо заблокирован капилляр	64
45	Повреждение приводного кабеля	65
46	Повреждение рабочего кабеля	66
47	Поломка реле	67
48	Поломка кликсона	68

Неисправности определяются по температурным и параметрическим показателям. Схема установки датчиков на холодильной установке представлена на рисунке 8.6.

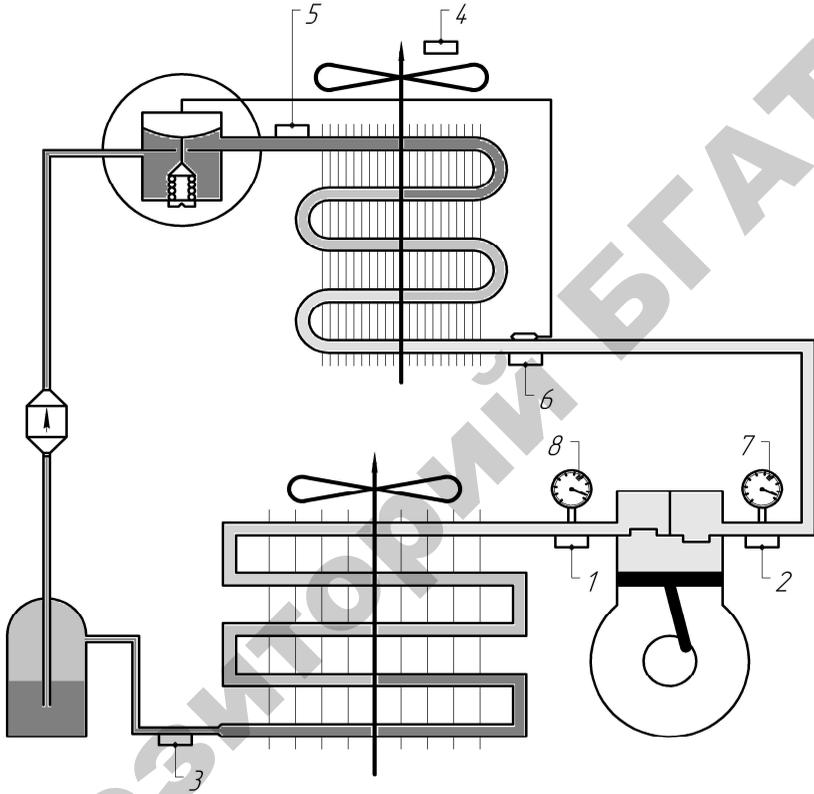


Рис. 8.6. Схема установки датчиков на холодильной установке. Датчики температуры:
 1 – выход хладагента из компрессора; 2 – вход хладагента в компрессор;
 3 – выход хладагента из конденсатора; 4 – воздух, выходящий из испарителя;
 5 – вход хладагента в испаритель; 6 – выход хладагента из испарителя;
 7 – манометр всасывания; 8 – манометр нагнетания

После моделирования неисправности не забудьте привести систему в исходное положение (набрав соответствующий код выхода на пульте 10 (рис. 8.1)). После каждого моделирования панель необходимо переключить в обычный режим. Возможно также моделирование нескольких неисправностей одновременно.

Оформление отчета

1. Зарисовать схему установки датчиков на холодильной установке.
2. Записать показания датчиков (рис. 8.6) в виде таблицы 8.2. Произвести анализ показателей. Выявить неисправность.
3. Сделать анализ технического состояния холодильного агрегата.

Таблица 8.2

Показатели, характеризующие работу учебного модуля

Неисправности, номер кода	Температура, °С						Показания манометра всасывания, бар	Показания манометра нагнетания, бар
	Выхода хладагента из компрессора	Входа хладагента в компрессор	Выхода хладагента из конденсатора	Воздуха, выходящего из испарителя	Входа хладагента в испаритель	Выхода хладагента из испарителя		
	1	2	3	4	5	6	7	8
Исходное состояние (ТРВ механический)								
30 вентилятор в конденсаторе не работает								
31 вентилятор в радиаторе не работает								
32 засорился дегидратор								
33 соленоидный вентиль без тока								
34 соленоидный вентиль под током								
35 заблокирован фильтр в выпускном вентиле								

Окончание таблицы 8.2

	1	2	3	4	5	6	7	8
36 слабо закреплен сенсор на трубопроводе								
37 поврежден вентиль конденсатора								
38 переполнение								
40 малая утечка хладагента								
41 крупная утечка хладагента								
42 постоянный ток в предохранителе давления – плохой контакт в КР 15								
44 дифференциал на термостате мал								
45 повреждение приводного кабеля								
46 повреждение рабочего кабеля								
47 поломка реле								
48 поломка кликсона								

Контрольные вопросы

1. Назначение учебного модуля и его устройство.
2. Порядок ввода неисправностей.
3. Отличие термостатического вентиля от электронно-расширительного.
4. Признаки неисправностей холодильной установки. В чем заключается их диагностика?

9. ОБНАРУЖЕНИЕ УТЕЧЕК ХЛАДАГЕНТА В ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Цель работы: освоение навыков обнаружения утечек хладагента из холодильных установок.

Оборудование: галоидная лампа, течеискатели галогенные ПТЕ-ХТРА и L-790a LEAK-SEEKER.

План выполнения работы. Пользуясь методическими пособиями и оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) методы обнаружения мест утечки хладагента из холодильных установок;
- б) схему галоидной лампы и принцип ее работы;
- в) схему галогенного течеискателя и принцип его работы;
- г) порядок диагностирования холодильного контура на герметичность течеискателями.

9.1. Методы обнаружения утечек хладагента

Утечки хладагента вредят любой системе, которая перестает нормально работать и представляет угрозу для окружающей среды: так как давление в системе холодильной установки выше атмосферного, хладагент диффундирует в окружающий воздух. Для обнаружения утечки применяют различные методы определения местонахождения повреждений герметичных холодильных систем.

Визуальные методы. Появление масляных подтеков на изношенных сальниковых уплотнениях компрессоров свидетельствует о возможных утечках хладагента, поскольку вязкость масла значительно выше вязкости хладагента.

Полимерные индикаторы герметичности, добавляемые к хладонам, в местах неплотных соединений образуют красные пятна.

Появление мыльных пузырей из вязкого мыльного раствора, который наносят на соединения труб, стыки или другие соединения, также свидетельствует об утечке.

Химическо-термический метод. Цвет пламени галоидной лампы изменяется при химической реакции, которая происходит между хлоридом и фтором, которые содержатся в горящем воздухе, и молекулами меди на горячем диске.

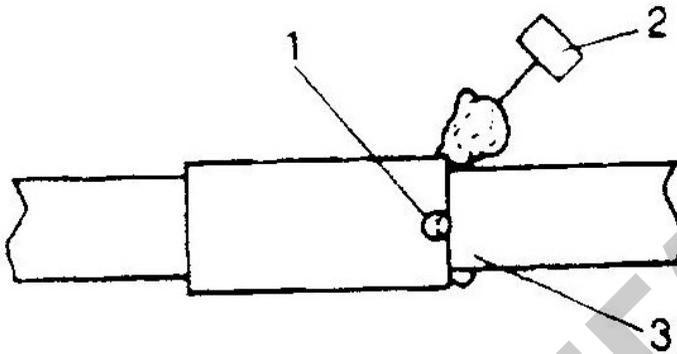


Рис. 9.1. Обнаружение мест утечки хладагента мыльной пеной:
1 – пузырек; 2 – сосуд; 3 – место утечки

Электронный метод. Электронные датчики утечки измеряют изменения электрического тока в воздушном промежутке между двумя платиновыми электродами, расположенными на конце прибора. Данные электронные устройства во много раз более чувствительны, чем мыльные пузыри или галоидные лампы. Они обнаруживают мельчайшие утечки. Когда хладагент проходит через промежуток, он ионизирует воздух между электродами и изменяет ток. Когда хладагент присутствует, ток между электродами увеличивается, так как воздух становится более благоприятным для прохождения тока. Чувствительный сигнал дает специалисту знать о присутствии хладагента и его количестве, увеличивая частоту звуковых и визуальных сигналов. При увеличении концентрации хладагента датчик мигает и пищит чаще.

9.2. Галоидная лампа

Галоидную лампу (рис. 9.2) используют для обнаружения утечки любого галоидоуглеродного хладагента. Такая лампа состоит из медного кольца 2, которое нагревается пламенем в результате горения пропана. Воздух, который поддерживает горение топлива, втягивается через гибкий шланг 6, связанный с основной лампы. Воздух и топливо смешиваются перед подачей на медное кольцо. Воздушно-топливная смесь нагревает медь, пока она не начнет све-

тяться. После того, как медь достигает рабочей температуры (600–700 °С), свободный конец трубки обводят вокруг соединений, стыков, устройств и других частей системы. При попадании галоидоуглеродного пара пламя изменяет цвет от нормального до ярко-зеленого, синего или фиолетового. Цвет зависит от объемной концентрации хладагента, проходящего через гибкий шланг (до 0,1 % – темно-зеленый; 1,0 % – зелено-синий; более 1,0 % – ярко-голубой). Изменение цвета вызвано химической реакцией, которая происходит между хлоридом и фтором, которые содержатся в горящем воздухе, и молекулами меди на горячем диске. Чем больше утечка, тем сильнее изменяется цвет.

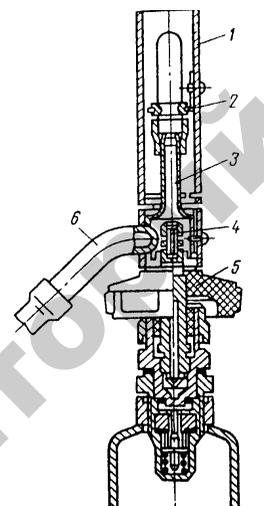


Рис. 9.2. Галоидная лампа:

1 – трубка; 2 – медное кольцо; 3 – инжектор; 4 – сопло; 5 – маховик; 6 – шланг

В результате горения галоидоуглеродного хладагента образуется очень ядовитый газ фосген. Следовательно, данным проверяющим устройством необходимо пользоваться только в хорошо проветриваемых помещениях. Галоидную лампу нельзя использовать в присутствии горючих паров, иначе может произойти взрыв, а также для фреоновых установок, которые работают на холодильных агентах, не содержащих хлор (R 134A и R 404A), так как она реагирует на хлор, содержащийся в таких хладагентах.

9.3. Галогенные течеискатели

Работа галогенных детекторов основана на эмиссии положительных ионов. В них используется платиновый анод 1, разогреваемый до высокой температуры (800–900 °С). Раскаленная платиновая спираль вкладывается в цилиндрический катод 2, который улавливает положительно заряженные ионы. Когда ионное течение усиливается, появляется умеренный звуковой сигнал (рис. 9.3). Ионный ток измеряется усилителем 3. Воздух вместе с галогенами, выходящими из камеры, засасывается в датчик вентилятором 4.

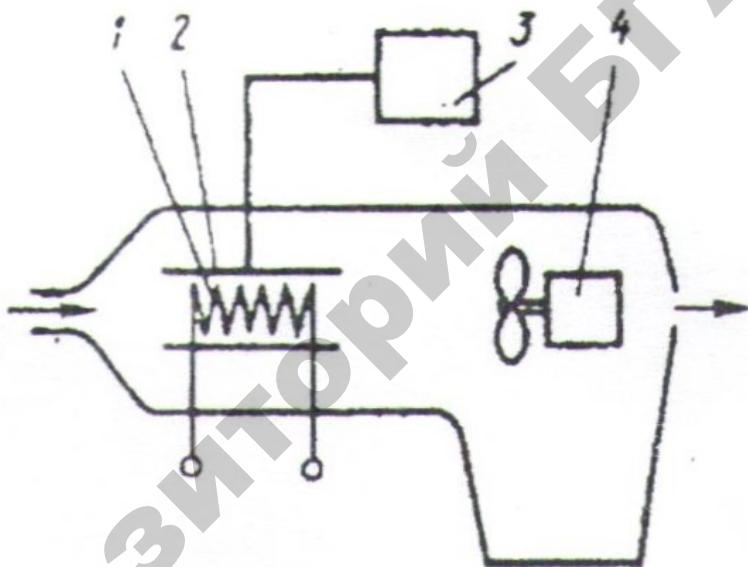


Рис. 9.3. Галогенный течеискатель:

1 – платиновая спираль; 2 – цилиндрический катод; 3 – усилитель; 4 – вентилятор

ITE-XTRA (рис. 9.4) – автоматический галогенный течеискатель с цифровой сигнальной обработкой, которая контролирует чувствительность 2000 раз в секунду. Обнаруживает хладагенты CFC (хлорфторуглерод), HFC (фторуглеводород) и HCFC (фторхлорсодержащие углеводороды). Сертифицирован для R-134a, R-12, R-22. Эластичный, нержавеющий шуп длиной 35,5 см. Работает при температуре от 0 до 52 °С.

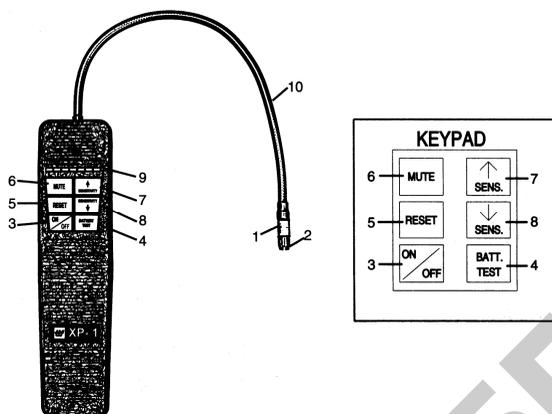


Рис. 9.4. Течеискатель галогенный IPE-XTRA:

1 – чувствительный наконечник; 2 – протектор наконечника; 3 – выключатель напряжения; 4 – тестер батарей; 5 – кнопка сброса; 6 – выключатель звукового сигнала; 7 – повышение чувствительности; 8 – понижение чувствительности; 9 – индикация утечки; 10 – гибкий зонд

LEAK-SEEKER L-790a (рис. 9.5) – автоматический галогенный течеискатель. Обнаруживает хладагенты CFC, HFC и HCFC, а также их смеси. Ремонтник выбирает любой из 10 диапазонов значений чувствительности. Гибкий зонд сгибается и поворачивается в любое положение.

Средства управления прибором LEAK-SEEKER L-790a (рис. 9.5):

1. Клавиши ON (8) и OFF (4) (ВКЛЮЧЕНО и ВЫКЛЮЧЕНО): включают или выключают прибор.

2. Клавиша ALARM SELECT (5) (ВЫБОР СИГНАЛА): звуковой сигнал раздается при начальном включении прибора. Вначале нажимают клавишу ALARM SELECT для включения визуальной сигнализации. Повторно нажимают ALARM SELECT для включения комбинации звуковой и визуальной сигнализаций. Нажатие клавиши ALARM SELECT в третий раз возвращает прибор в его исходное состояние – включение только звуковой сигнализации.

3. Клавиша SENSITIVITY (7) (ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ): LS790B предоставляет 10 различных диапазонов чувствительности, которые могут быть выбраны, в зависимости от типа хладагента и диапазона чувствительности. Самый низкий диапазон чувствительности автоматически устанавливается при включении прибора. Нажимают

и удерживают клавишу SENSITIVITY, чтобы изменить диапазон чувствительности. Свечение светодиодов будет перемещаться слева направо (от MIN к MAX), пока клавиша не будет отпущена.

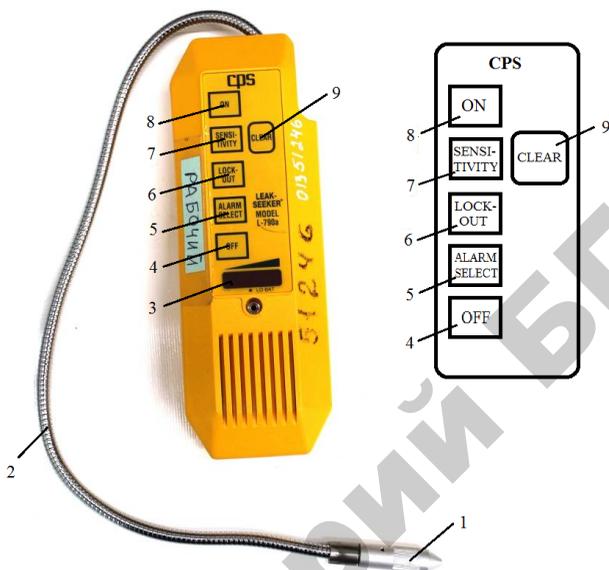


Рис. 9.5. Течеискатель галогенный LEAK-SEEKER L-790a:

- 1 – чувствительный наконечник; 2 – гибкий зонд; 3 – индикация утечки;
 4 – выключение напряжения; 5 – выключатель звукового сигнала; 6 – режим «отсечка»; 7 – настройка чувствительности; 8 – включение напряжения;
 9 – кнопка сброса

4. Клавиша LOCK-OUT (6) (ОТСЕЧКА): используют при поиске утечки в сильно загазованном месте. В этом режиме работы измеряется и записывается в память самая высокая концентрация хладагента, обнаруженная после включения этого режима или после нажатия клавиши CLEAR (9) (ОЧИСТКА, ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ). Любая концентрация газа, ниже максимальной записанной величины, отсекается или игнорируется, что устраняет влияние фонового загрязнения. Отчетливый двухтональный сигнал будет звучать, когда зонд находится в месте наивысшей концентрации хладагента. Это будет точное местоположение источника утечки.

5. Клавиша CLEAR (9) (ОЧИСТКА, ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ) – эта клавиша используется для выполнения двух задач. Во-

первых, она используется для очистки ячеек памяти в микропроцессоре, когда прибор находился в режиме LOCK-OUT (6). Во-вторых, она используется для повторной калибровки прибора в условиях конкретной окружающей среды.

9.4. Порядок диагностирования холодильного контура на герметичность течеискателями

а) Поиск утечек в незаправленной установке.

Установка (рис. 9.6) заправляется небольшим количеством хладагента типа CFC (хлорфторуглерод) или HCFC (фторхлорсодержащие углеводороды), затем заправляется сухим азотом, после чего для обнаружения утечек используется галогенная лампа. Затяжка времени диагностирования холодильного контура делает невозможной обнаружение негерметичности в верхней части установки. Это связано с тем, что при одной и той же температуре азот почти в 3 раза легче, чем пары R22, и в 4 раза легче, чем пары R12. В результате газы сепарируются. Азот, как более легкий, скапливается в верхней части установки, а пары хладагента, как более тяжелые, опускаются в нижнюю часть.

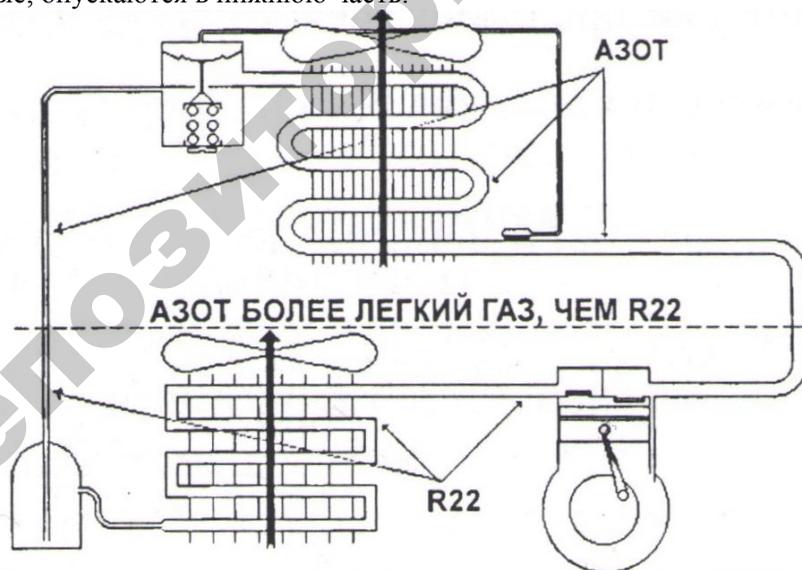


Рис. 9.6. Холодильная установка

б) Поиск утечек хладагента в полностью заправленном контуре.

Система охлаждения должна быть заряжена достаточным количеством хладагента, чтобы иметь избыточное давление не менее 340 кПа, когда она не функционирует. При температуре ниже 15 °С утечки могут стать не обнаруживаемыми, так как это давление может быть не достигнуто. На каждом проверяемом участке зонд должен перемещаться вокруг местоположения со скоростью, не превышающей от 25 до 50 мм в секунду, на расстоянии не более 5 мм от поверхности, описывая полную окружность вокруг местоположения. Более медленное и близкое к поверхности перемещение зонда значительно увеличивает вероятность обнаружения утечки.

Оформление отчета

1. Описать методы обнаружения утечек хладагента.
2. Нарисовать схему галогенного течеискателя. Описать устройство и принцип его работы.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют методы обнаружения утечек хладагента?
2. По какому принципу работает галогенный течеискатель?
3. Как пользоваться течеискателем?

10. АППАРАТ ДЛЯ ГАЗОВОЙ ПАЙКИ БТ-84М

Цель работы: изучить технологию газовой пайки стыков трубопроводов холодильных установок.

Оборудование: аппарат для газовой пайки БТ-84М, трубопроводы.

План выполнения работы. Пользуясь методическими пособиями и оборудованием составить отчет, отражающий следующую информацию:

- а) назначение и устройство аппарата для газовой пайки БТ-84М;
- б) правила пайки.

10.1. Общие положения

Пайка – это процесс соединения основных узлов холодильной системы в замкнутую схему. Вследствие того, что замкнутая схема содержит хладагент, каждое паяное соединение должно быть герметичным. Иначе возникнет утечка хладагента, создающая неудобства для потребителя и требующая дорогостоящего ремонта.

Пайка осуществляется при температуре выше 425 °С, но ниже температуры плавления соединяемых металлов. Она происходит за счет поверхностных сил адгезии между расплавленным припоем и нагретыми поверхностями основных металлов. Припой распределяется в соединении под действием капиллярных сил. Нельзя путать пайку твердым припоем с пайкой мягким припоем, хотя операции очень близки. Соединение металлов при пайке мягким припоем происходит при температуре ниже 425 °С.

Для качественного соединения металлов припой должен распределиться под действием капиллярных сил и «смочить» основной металл. Смачивание – это явление, при котором силы притяжения между молекулами расплавленного припоя и молекулами основных металлов выше, чем внутренние силы притяжения, существующие между молекулами припоя. Степень смачивания – это функция основных составляющих процесса пайки: металлов, припоя и температуры. Хорошее смачивание происходит только на совершенно чистой неокисленной поверхности.

Качество и прочность пайки зависит в большей степени от физических параметров соединения и операций пайки, чем от припоя.

Эти параметры определяют выбор оптимального припоя для того или иного соединения.

Медно-фосфорные твердые припои специально разработаны для пайки меди, латуни, бронзы и комбинаций этих металлов. При пайке латуни или бронзы используют флюс для предотвращения образования окисного покрытия на основных металлах. Это покрытие препятствует смачиванию и растеканию припоя. При пайке меди и медных соединений медно-фосфорные припои являются самофлюсующимися. В связи с хрупкостью соединения, возникающей из-за фосфорной составляющей припоя, нельзя применять медно-фосфорные припои для пайки цветных металлов с содержанием никеля выше 10 %. Эти припои не рекомендуется также использовать для пайки алюминиевой бронзы.

В отличие от медно-фосфорных сплавов твердые серебряные припои не содержат фосфор. Эти припои применяют для пайки цветных металлов, меди и сплавов на медной основе, за исключением алюминия и магния, для пайки которых необходим флюс.

В большинстве случаев пайку соединений в холодильном оборудовании осуществляют при помощи нескольких марок припоев. Сплав с содержанием серебра 15 % – это медно-фосфорный припой, а сплав с содержанием серебра 45 % (содержит также кадмий) – это серебряный припой.

10.2. Аппарат для газовой пайки

Аппарат для газовой пайки БТ-84М предназначен для соединения трубопроводов холодильников методом пайки твердыми припоями, а также распайки этих соединений в процессе ремонта (рис. 10.1). Этот аппарат обеспечивает сварку, пайку и подогрев медных, латунных и стальных трубопроводов, а также сплавов: медь – латунь, латунь – сталь, медь – сталь. Толщина стенки соединяемых трубопроводов находится в пределах 2–4 мм. Устройство состоит из платформы с закрепленными на ней кислородным 2 и пропановым 1 баллонами, соответственно, снабженными редукторами 4 и 7. Газовая горелка 5 соединена с баллонами посредством шлангов 3 и 8. Платформа устройства представляет собой сборную конструкцию, состоящую из панели, ручки и ячейки. Кислородный баллон (голубого цвета) имеет встроенный вентиль.

Крепление баллона к панели устройства осуществляется с помощью хомута. Кислородный редуктор служит для понижения давления кислорода до 0,25 МПа (0,25 кгс/см²). С помощью скобы редуктор крепится к панели корпуса. Манометр редуктора позволяет контролировать запас кислорода в баллоне и герметичность соединений магистрали высокого давления.



Рис. 10.1. Аппарата для газовой пайки БТ-84М:

1 – баллон с пропаном; 2 – баллон с кислородом; 3, 8 – шланги; 4, 7 – редукторы; 5 – газовая горелка; 6 – наконечник

Газовая горелка предназначена для смешивания кислорода с пропаном в соответствующих пропорциях. Сзади панели аппарата для газовой пайки БТ-84М установлены крючки для наматывания шлангов и кронштейн для закрепления газовой горелки в транспортном положении.

Принцип работы (рис. 10.2) аппарата для газовой пайки БТ-84М состоит в том, что пропан и кислород из баллонов под определенным давлением подаются по шлангам в газовую горелку, где происходит их смешение и образование пропано-кислородной смеси, поджигая которую получаем пламя на выходе из горелки. Получение пламени нужного качества добиваются регулировкой состава смеси с помощью вентиля горелки.

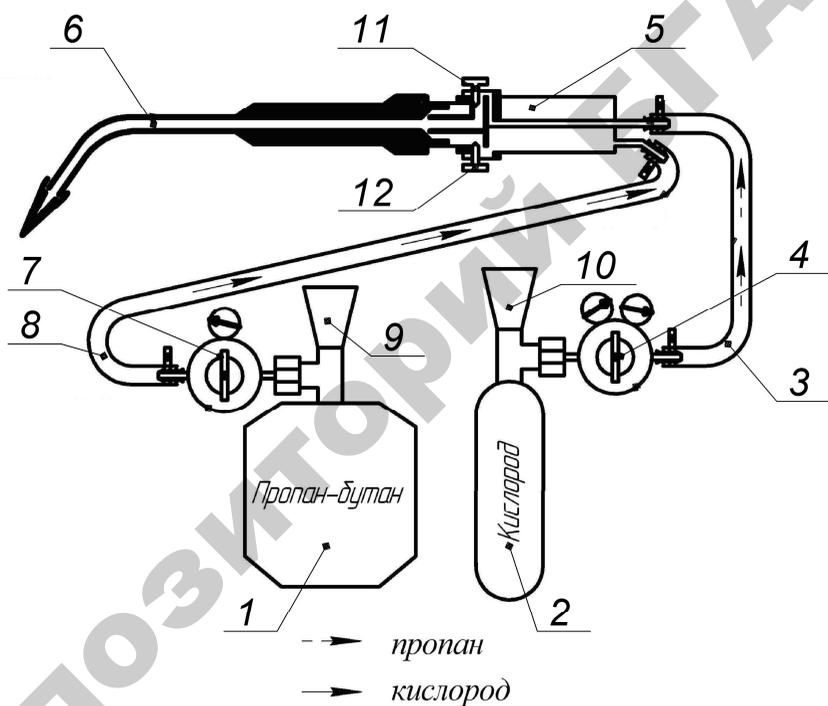


Рис. 10.2. Схема аппарата для газовой пайки БТ-84М:

1 – баллон с пропаном; 2 – баллон с кислородом; 3, 8 – шланги; 4, 7 – редукторы; 5 – газовая горелка; 6 – наконечник; 9, 10, 11, 12 – вентили

В таблице 10.1 представлены технические характеристики аппарата для газовой пайки БТ-84М.

Техническая характеристика

Тип	Переносной
Объем баллонов, л	
для кислорода	2,0
для пропана	5,0
Наибольшее рабочее давление в баллонах, МПа (кг/см ²)	
с кислородом	20,0 (200)
с пропаном	0,6 (6)
Рабочее давление редуктора, МПа (кг/см ²)	0,25 (2,5)
Масса с (порожними баллонами) кг, не более	9,0
Габаритные размеры, мм	260×240×470

10.3. Порядок работы

1. Очистить соединяемые металлические поверхности от грязи проволочной щеткой или наждачной бумагой.
2. Открыть вентиль 9 на пропановом баллоне 1.
3. Открыть вентиль 10 на кислородном баллоне 2.
4. Открыть вентиль 12 подачи пропана на горелке 5 и зажечь ее.
5. Открыть вентиль 11 подачи кислорода на горелке 5.
6. Отрегулировать необходимый состав пропано-кислородной смеси до получения требуемого пламени (вентили 11 и 12). Сбалансированная газовая смесь содержит равное количество кислорода и газообразного топлива, в результате чего пламя нагревает металл, не оказывая другого воздействия (рис. 10.3).

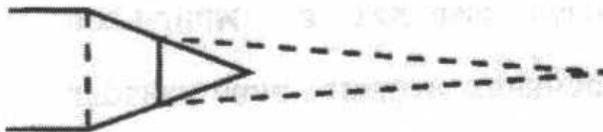


Рис. 10.3. Факел пламени горелки при сбалансированной газовой смеси (ярко-синего цвета и небольшой величины)

Пересыщенная кислородная смесь – это газовая смесь, содержащая избыточное количество кислорода, в результате чего образуется пламя, которое окисляет поверхность металла. Признаком этого явления служит черный окисный налет на металле.

7. Для пайки одну трубку вставляют в другую так, чтобы она входила на длину не менее диаметра внутренней трубы. Между стенками внутренней и наружной труб должен быть зазор 0,025–0,125 мм (рис. 10.4).

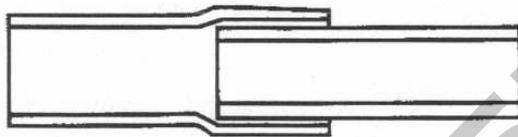


Рис. 10.4. Установка соединяемых пайкой труб

8. Соединяемые трубы 2 и 4 нагревают равномерно по всей окружности и длине соединения. Обе трубы нагревают пламенем горелки 1 в месте соединения, равномерно распределяя теплоту (рис. 10.5). Трубы для пайки достаточно прогреты, если пруток твердого припоя 3 плавится при контакте с ними и равномерно поступает в зазор соединения.

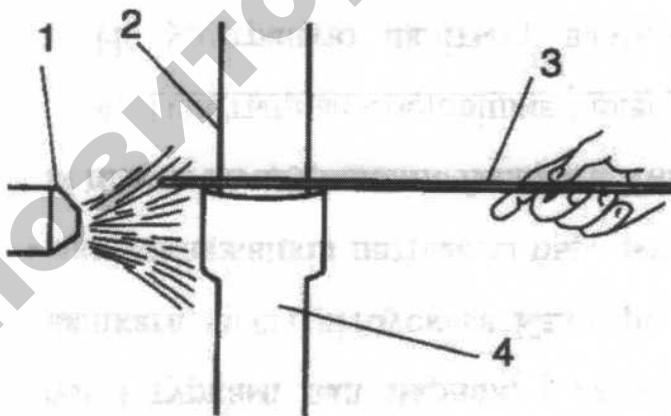


Рис. 10.5. Расположение горелки и прутка припоя при пайке соединения концов труб, нагретых до тусклого вишнево-красного цвета:

1 – горелка; 2 – внутренняя труба; 3 – пруток припоя; 4 – наружная труба

9. По окончании пайки погасить пламя горелки, перекрыв сначала вентиль подачи кислорода *11*, затем пропана *12*.
10. Перекрыть вентили *9* и *10*.

Оформление отчета

1. Описать назначение и устройство аппарата для газовой пайки БТ-84М.
2. Изложить правила пайки трубопроводов холодильного оборудования.

Контрольные вопросы

1. Как устроен аппарат для газовой пайки БТ-84М?
2. Какие используются флюсы при пайке?
3. Последовательность операций пайки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабакин, Б. С. Хладагенты, масла, сервис холодильных систем : монография / Б. С. Бабакин – Рязань : РО Рязоблтипография, 2010. – 470 с.

2. Бабакин, Б. С. Диагностика работы дросселирующих устройств контролеров холодильных систем : учебное пособие / Б. С. Бабакин. – Рязань : Узорочье, 2004. – 272 с.

3. Бабакин, Б. С. Технические и химические средства для сервиса автомобильных кондиционеров холодильных систем : справочник / Б. С. Бабакин, В. А. Выгодин. – Рязань : Русское слово, 2010. – 440 с.

4. Бабакин, Б. С. Спиральные компрессоры в холодильных системах : монография / Б. С. Бабакин, В. А. Выгодин. – Рязань : РО Рязоблтипография, 2003. – 379 с.

5. Инструкция по эксплуатации станции откачки и восстановления BLUE-R-95. – ООО «Престиж климат», 2013.

6. Казаровец, Н. В. Технологии, оборудование и технический сервис в молочном животноводстве : монография / Н. В. Казаровец, В. П. Миклуш, М. В. Колончук. – Минск : БГАТУ, 2007. – 556 с.

7. Кольга, Д. Ф. Техническое обеспечение процессов в животноводстве : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» / Д. Ф. Кольга, Н. В. Казаровец, Ф. Д. Сапожников [и др.]. – 2-е изд. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 576 с.

8. Котзаогланиан, П. Пособие для ремонтников. / пер. с фр. В. Б. Сапожникова. – Москва : АНОО «Учебный центр «Остров», 2007. – 826 с.

9. Миклуш, В. П. Организация и технология технического сервиса животноводческого оборудования : учебник для вузов / В. П. Миклуш, Н. Н. Романюк, М. В. Колончук [и др.]. – Астана : КАТУ им. Сейфуллина, 2014. – 412 с.

10. Руководство для монтажников. – ООО «Данфосс», 2010.

11. Техническое обеспечение процессов в животноводстве : учебник / В. К. Гриб, Л. С. Герасимович, С. С. Жук [и др.] ; под общ. ред. В. К. Гриба. – Минск : Бел. наука, 2004. – 831 с.

12. Холодильная техника и технология : учебник / под ред. А. В. Руцкого. – Москва : ИНФА, 2008. – 286 с.

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

Учебное издание

**Сапожников Федор Денисович, Колончук Владимир Михайлович,
Назаров Федор Игоревич**

ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТАНОВОК

Практикум

Ответственный за выпуск *А. В. Китун*
Редактор *В. А. Лукьянчук*
Компьютерная верстка *В. А. Лукьянчука*

Подписано в печать 27.09.2016 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,11. Уч.-изд. л. 4,01. Тираж 50 экз. Заказ 449.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.