

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и механизации животноводства

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ГЕРМЕТИЧНЫМИ КОМПРЕССОРАМИ

*Методические указания  
к лабораторным и практическим занятиям для студентов  
специальностей: 1-74 06 01, 1-74 06 03, 1-74 06 05, 1-74 06 06,  
слушателей системы повышения квалификации  
и переподготовки кадров АПК*

Минск  
БГАТУ  
2010

УДК 621.565(07)  
ББК 31.392я7  
Т 38

*Рекомендовано научно-методическим советом агроmechanического  
факультета БГАТУ.  
Протокол № 17 от 22 июня 2009 г.*

Составители:

кандидат технических наук, доцент *Д. Ф. Кольга*,  
кандидат технических наук, доцент *А. В. Китун*,  
кандидат технических наук, доцент *Ф. Д. Сапожников*,  
кандидат технических наук, доцент *В. С. Сьманович*,  
старший преподаватель *В. М. Колончук*,  
ассистент *С. П. Коновалов*

Рецензенты:

старший преподаватель кафедры «Технологии и техническое  
обеспечение процессов переработки сельскохозяйственной  
продукции» БГАТУ *Н. П. Жук*;  
региональный представитель по холодильной технике  
и кондиционированию ООО «Данфосс» *А. Т. Кундро*

Т 38 **Техническое обслуживание холодильных установок с герметичными компрессорами** / сост.: Д. Ф. Кольга [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2010. – 48 с.  
ISBN 978-985-519-214-6.

В методических указаниях изложены вопросы пуска и наладки холодильных машин с герметичными компрессорами, порядок проведения операций по техническому обслуживанию холодильного оборудования.

Предназначены для студентов агроинженерных специальностей. Могут быть использованы учащимися аграрных колледжей и слушателями системы повышения квалификации и переподготовки кадров АПК.

УДК 621.565(07)  
ББК 31.392я7

ISBN 978-985-519-214-6

© БГАТУ, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	5
2 ПУСК И НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН С ГЕРМЕТИЧНЫМИ КОМПРЕССОРАМИ	8
2.1 Порядок включения установки в работу	9
2.2 Регулировка приборов автоматики	15
3 ПРОВЕРКА И ИСПЫТАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ	15
4 ВАКУУМИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОГО КОНТУРА	18
5 ЗАПРАВКА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	22
6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	25
6.1 Контроль системы при ее эксплуатации	25
6.2 Дозаправка масла и его замена	29
6.3 Замена фильтров	32
6.4 Выпуск неконденсирующихся газов из системы	33
6.5 Снижение давления в системе	34
6.6 Откачивание хладагента из системы	35
7 ЗАПОЛНЕНИЕ ЗАРЯДНОГО ЦИЛИНДРА ХЛАДАГЕНТОМ	38
8. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	40
ЛИТЕРАТУРА	46

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания рассчитаны на проведение лабораторных занятий в объеме 8 учебных часов.

**Цель работы:** изучить технологии испытания холодильного контура на герметичность, вакуумирования, заправки и откачки хладагента

**Оборудование:** холодильная установка МТКО DIAN 2500/2, зарядная станция «Евро-ВАК», электронный течеискатель, баллоны с осушенным азотом и хладагентом, электронные весы, манометрический коллектор, шланги, установка для сбора и регенерации хладагента «MINI-R».

### **План выполнения работы**

1. Студент должен изучить технологию испытания холодильной установки на герметичность: подсоединить баллон с газом к системе, довести до необходимого значения, снять параметры и убедиться в отсутствии утечек газа. Вычертить схему лабораторной установки для проверки на герметичность систем холодильного оборудования.

2. Изучить технологию вакуумирования холодильного контура. Подсоединить вакуумный насос к системе. Включить его и вакуумировать до необходимого значения. Записать показания вакуумметров. Проверить, нет ли подсоса в систему воздуха. Вычертить схему лабораторной установки для вакуумирования холодильного оборудования.

3. Изучить технологию заправки холодильного контура хладагентом. Подсоединить баллон с хладагентом, поставить его на весы. Продуть хладагентом технологическую трубку. Открыть запорный вентиль на баллоне и, смотря на показания весов, заправить до нужного значения холодильный контур. Записать показания манометров и весов. Вычертить схему лабораторной установки для заправки холодильной установки хладагентом.

Изучить технологию откачки хладагента из контура. Подсоединить переносной компрессорно-конденсаторный агрегат к холодильной установке и баллону. Разместить баллон в баке с водой.

Включить агрегат в работу. Снять показания приборов. Вычертить схему лабораторной установки по откачке хладагента из системы.

5. Изучить операции ежедневного и периодического технического обслуживания холодильной установки МТКО DIAN 2500/2. Пользуясь инструментом, заменить сальник мешалки, отрегулировать терморегулирующий вентиль, реле давления всасывания и нагнетания, реле температуры. Описать порядок проводимых операций.

6. Написать письменный отчет, включающий схемы лабораторных установок по изучаемым технологиям проверки на герметичность, вакуумирования, заправки и откачки хладагента. Перечислить операции ежедневного и периодического технического обслуживания холодильной установки МТКО DIAN 2500/2. Записать в каждом случае показания приборов.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Манометрический коллектор – одно из основных приспособлений, которое механик использует при пуске и проведении техобслуживания холодильной установки (для проверки давления в системе, зарядки хладагента, вакуумирования системы, дозарядки масла, выпуска неконденсирующихся газов и др.).

Коллектор состоит из мановакуумметра (синего цвета), манометра (красного цвета) и корпуса, на котором имеются ручные вентили (рисунок 1). Для соединения манометрического коллектора с системой холодильной машины используют гибкие герметичные шланги.

Одна из самых распространенных операций при работе с коллектором заключается в присоединении манометров к системе. При этом необходимо принять меры, чтобы в систему не попала грязь. До затяжки арматуры шланги продувают небольшим количеством хладагента.

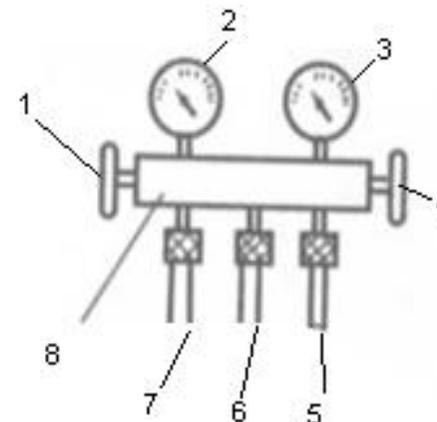


Рисунок 1 – Манометрический коллектор:

1, 4 – вентили; 2 – мановакуумметр; 3 – манометр; 5–7 – гибкие шланги; 8 – корпус

Ниже приведена последовательность операций присоединения манометров к системе холодильной машины. В системах, где давления нагнетания и всасывания выше 7 кПа, выполняют следующие операции.

Закрываются вентили на манометрическом коллекторе.

## 2. ПУСК И НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН С ГЕРМЕТИЧНЫМИ КОМПРЕССОРАМИ

### 2.1. Порядок включения установки

Перед первым запуском (или после продолжительной стоянки) компрессора холодильной машины необходимо заблаговременно, за 12 часов до запуска компрессора подать напряжение питания на картерный нагреватель компрессора. В любом случае перед запуском компрессора его картер должен быть самой теплой частью холодильного контура. Температура масла должна быть на 15...20 градусов выше температуры окружающей среды или температуры насыщенного пара хладагента со стороны всасывания.

Подогрев масла производится для уменьшения его вязкости при запуске компрессора. Необходимо также выпарить из масла хладагент во избежание попадания его в систему смазки.

- Перед запуском компрессора необходимо проверить следующее:
- надежность крепления агрегата, трубопроводов и заземления;
  - состояние испарителя, трубопроводов и разъемных соединений (при наличии масляных пятен произвести поиск утечек);
  - состояние электрокабелей (при наличии повреждений произвести проверку сопротивления изоляции);
  - состояние приборов защиты (при наличии повреждений произвести проверку);
  - состояние всех запорных вентилей (должны быть открыты);
  - температуру в машинном отделении (должна быть в пределах +5°...+40°С);
  - температуру масла в картере компрессора;
  - количество масла в картере компрессора (не ниже 1/4 и не выше 3/4 высоты смотрового стекла картера);
  - состояние индикатора влажности в смотровом стекле жидкостной магистрали (должен указывать на отсутствие влаги в системе, т.е. должен быть зеленого цвета);
  - количество хладагента в системе (должно быть не ниже смотрового стекла ресивера, если ресивер имеет стекло);
  - напряжение питания в сети 380 В ±10 %.

Необходимо помнить, что при эксплуатации агрегата крышка клеммой коробки компрессора всегда должна быть закрыта и надежно закреплена. Нельзя снимать ее, если на обмотку компрессора

Открывают сервисные вентили холодильной установки так, чтобы изолировать манометры от остальной части системы, т.е. ставят нагнетательные и всасывающие вентили в положение «Открыто».

Присоединяют шланги к всасывающему и нагнетательному вентилю компрессора, не затягивая до конца штуцер центрального шланга.

Медленно открывают вентили холодильной установки, чтобы предотвратить внезапную подачу пара хладагента высокого давления к манометру. Открывают один вентиль на манометрическом коллекторе, чтобы небольшое количество пара хладагента выходило из центрального шланга в течение нескольких секунд. Закрывают вентиль на манометрическом коллекторе и повторяют эту операцию с другим вентиляем.

После выполнения всех операций можно считать, что манометрический коллектор присоединен к системе и подготовлен к работе.

Присоединение манометрического коллектора к компрессору холодильной машины показано на рисунке 2.

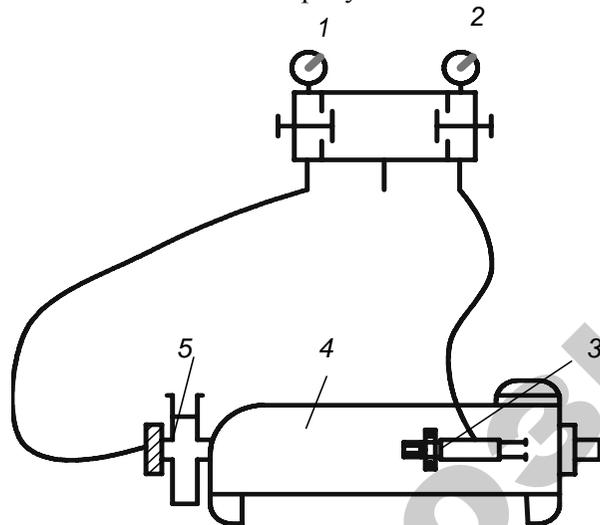


Рисунок 2 – Схема подсоединения манометрического коллектора:  
1 – мановакуумметр; 2 – манометр; 3 – нагнетательный вентиль; 4 – компрессор;  
5 – всасывающий вентиль

подано напряжение. Нельзя подавать напряжение питания на незаземленный агрегат.

После запуска и выхода на режим необходимо убедиться в нормальной работе агрегата, что характеризуется следующими показателями:

- температура воздуха на входе в конденсатор не превышает 40 °С;
- в охлаждаемом объеме поддерживается требуемая температура;
- при работе компрессора отсутствуют посторонние стуки;
- уровень масла в картере компрессора не ниже 1/4 и не выше 3/4 высоты смотрового стекла картера. Осуществлять проверку уровня масла при работающем компрессоре крайне затруднительно, так как масло находится в движении и в этом случае показания будут искажены. Проверку такого рода проводят только в том случае, когда это предусмотрено технической документацией на конкретный компрессор;
- частота пусков компрессора не превышает семи в час;
- коэффициент рабочего времени компрессора должен быть не более 0,75 (18 час/сутки);
- уровень жидкого хладагента не ниже смотрового стекла ресивера;
- в смотровом стекле жидкостной магистрали отсутствуют газы пузыри;
- перегрев на всасывающей магистрали не ниже 8 К и не выше 20 К;
- индикатор влажности в смотровом стекле зеленого цвета;
- температура нагнетания не превышает 100 °С.

При необходимости следует дозаправить установку хладагентом (или слить его излишек) и настроить терморегулирующий вентиль (этому предшествует процедура измерений).

## 2.2. Регулировка автоматики

При пуско-наладочных работах следует произвести настройку приборов автоматики, которая включает следующие операции:

- настройка реле (прессостата) низкого давления;
- настройка реле (прессостата) высокого давления;
- настройка терморегулирующего вентиля (при необходимости).

Настройка реле (прессостата) низкого давления проводится следующим образом:

- при выключенном компрессоре перед его запуском, пользуясь регулировочной шкалой реле низкого давления, установить мини-

мально допустимое значение давления всасывания в зависимости от типа компрессора, входящего в состав агрегата (таблица 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 (см. рисунок 3);

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

Затем полностью открыть запорный вентиль на всасывающей магистрали. Схема настройки реле низкого давления приведена на рисунке 3, а.

Таблица 1 – Значения минимально допустимого избыточного давления во всасывающей магистрали агрегатов АК, АР, рекомендуемые к использованию при настройке реле низкого давления

Тип компрессора	Bitzer					Copeland	Maneurop	
	Четырехцилиндровые		Двухцилиндровые			ZR	MT	NTZ
	Среднетемпературные	Низкотемпературные	Среднетемпературные	Низкотемпературные				
A <sup>2)</sup>				B <sup>3)</sup>				
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 клапан низкотемпературных компрессоров (2HC1, 2FC2, 2EL2, 2DL2, 2CL2, 2U3, 2NS) в положении *A* (на двигателе).

3) Всасывающий клапан низкотемпературных компрессоров в положении *B* (на головке цилиндров).

Необходимо помнить, что 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 2 приведены рекомендуемые к использованию значения максимально допустимого избыточного давления нагнетания.

Таблица 2 – Значения максимально допустимого избыточного давления нагнетания рекомендуемые к использованию

Марка компрессора	Максимально допустимое значение избыточного давления нагнетания, МПа	Температура кипения, $t_0$ °С	Примечание
2K, MT	1,6 1,9	$t_0 < -15$ $-15 < t_0 < 0$	
4T8,4P10, 41C12 оснащенной системой C1C	1,2 1,6 1,9	$t_0 < -45$ $-45 < t_0 < -40$ $t_0 > -40$	
4T8,4P10, 41C12 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 Bitze	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	$-35 < t_0$ $t_0 > -35$	

Настройка реле (прессостата) 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 (рисунок 3, б). При достижении максимального допустимого уровня давления нагнетания отрегулировать реле высокого давления таким образом, чтобы при этом уровне обеспечить выключение компрессора. Затем открыть запорный вентиль на нагнетательной магистрали полностью. Схема настройки реле высокого давления приведена на рисунок 3.

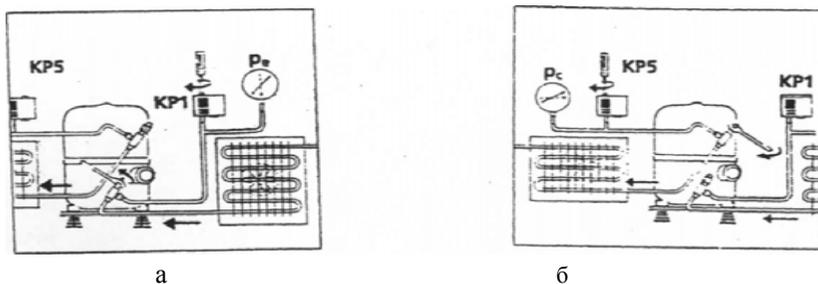


Рисунок 3 – Схема настройки реле давления:  
а – низкого; б – высокого

Заводская настройка правильно выбранного и смонтированного без ошибок терморегулирующего вентиля 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 обозначает 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, на 0,5 К для ТРВ типа ТЕ5 при температуре кипения 0 °С.

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

Чтобы избежать переполнения испарителя жидкостью при настройке ТРВ типа ТЕ5, нужно действовать следующим образом (см. рисунок 4). 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, 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 (рисунок 4). После этого необходимо повернуть винт вправо на один оборот (для Т2/ТЕ2 – на ¼ оборота). При такой настройке пульсации давления прекращаются, испаритель работает в оптимальном режиме

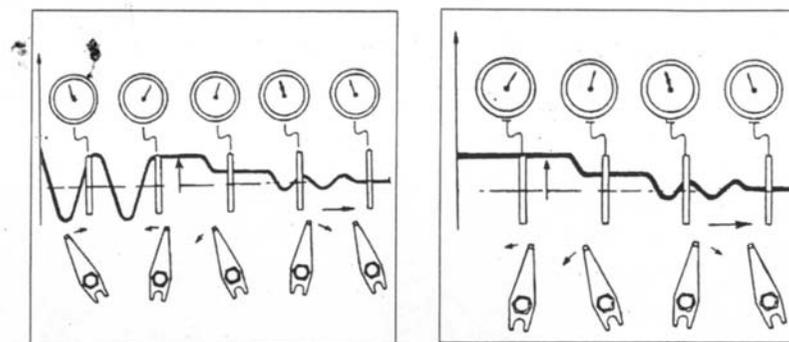


Рисунок 4 – Схема подстройки ТРВ типа ТЕ5:  
а – повышение перегрева; б – понижение перегрева

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

### 3. ПРОВЕРКА И ИСПЫТАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Холодильные агенты, используемые в холодильных установках, обладают высокой способностью проникать через малейшие неплотности в трубопроводах и аппаратах. В связи с этим, при наличии в системе холодильной установки малейших неплотностей, холодильный агент выходит из системы. Следствием этого является невозможность осуществления холодильного цикла. Следовательно, длительная и надежная работа холодильных установок возможна только при условии их хорошей герметизации. Основными условиями хорошей герметизации холодильных установок являются: плотное прилегание соприкасающихся поверхностей в разъемных соединениях трубопроводов и аппаратов, наличие и исправность сальников и уплотняющих прокладок, равномерная и плотная затяжка всех болтовых соединений. Соблюдение этих требований должно быть обеспечено при выполнении монтажных работ. Однако, одного визуального контроля за выполнением указанных выше требований недостаточно. Поэтому (после выполнения монтажных работ) холодильную установку проверяют и испытывают на герметичность путем создания в ней избыточного давления газов, не содержащих в себе воды (углекислый газ, осушенный азот).

Герметичность холодильной установки проверяют в следующей последовательности. Открывают все запорные вентили в холодильном контуре. Так как компрессор прошел проверку герметичности на заводе-изготовителе, его запорные вентили должны быть закрыты до начала операции по вакуумированию контура. К заправочному штуцеру вентиля ресивера 8 (рисунок 5) подключают входной штуцер манометрического коллектора 1 манометра высокого давления. К сервисному штуцеру фильтра 11 на всасывающей магистрали подключают входной штуцер манометрического коллектора от манометра низкого давления. Выходной центральный штуцер манометрического коллектора соединяют с баллоном 4, заполненным хладагентом, и через тройник соединяют с редуктором давления 7 на баллоне 6, заполненном сухим азотом. Вентили на ресивере и коллекторе открывают на 2–3 оборота. Приоткрыв вентиль баллона с хладагентом, систему заполняют парами хладагента до давления 0,03–0,04 МПа. Затем закрывают вентиль баллона с хладагентом. Через редуктор давления заполняют контур сухим азотом

до давления 0,9–1,0 МПа. Присутствие паров хладагента в системе ускоряет проверку герметичности соединений, которую осуществляют с помощью электронного течеискателя. В связи с разной плотностью азота и хладагента (азот легче) проверку утечек течеискателем следует начинать с верхних точек, следуя вниз по системе, иначе с течением времени произойдет расслоение газов и течеискатель не уловит утечку из верхнего контура (там остается один азот). При обнаружении негерметичности необходимо сбросить давление из контура, выполнить работы по ее устранению и повторить вышеуказанные операции. Устранив негерметичность, систему оставляют под давлением на 6 часов. В течение этого времени отношение абсолютного давления в контуре  $P$  к абсолютной температуре окружающей среды должно оставаться постоянным ( $P/T = \text{const}$ ). По окончании испытаний на герметичность сбрасывают давление из контура, не открывая компрессора.

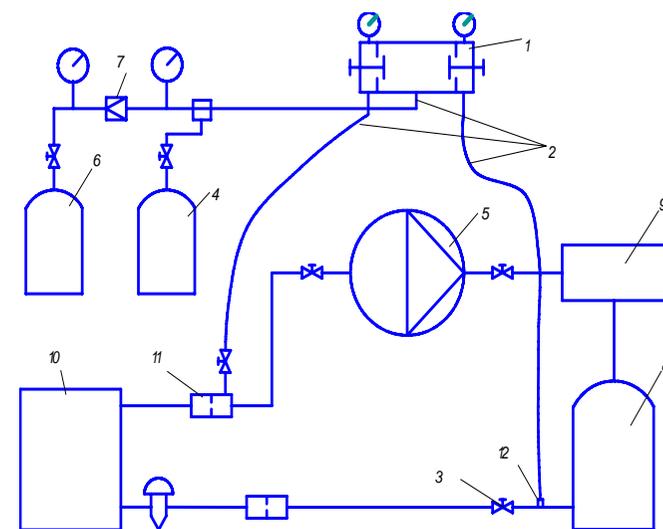


Рисунок 5 – Схема проверки на герметичность холодильной установки:  
1 – манометрический коллектор; 2 – комплект гибких шлангов; 3 – запорный вентиль; 4 – баллон с хладагентом; 5 – компрессор; 6 – баллон с азотом; 7 – редуктор; 8 – ресивер; 9 – конденсатор; 10 – испаритель; 11 – фильтр; 12 – штуцер на запорном вентиле ресивере

При отсутствии фильтра на всасывающей линии входной штуцер манометрического коллектора от манометра низкого давления подсоединяют к штуцеру всасывающего вентиля компрессора. В этом случае заполнение контура хладагентом и азотом производится вместе с компрессором, так как для поступления азота из баллона в контур необходимо, чтобы всасывающий вентиль был в рабочем положении.

#### 4. ВАКУУМИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОГО КОНТУРА

Наличие в системе холодильной установки воздуха или посторонних газов (помимо холодильного агента) отрицательно сказывается на ее работе. Например, наличие воздуха приводит к появлению в системе воды. Вода, попадая в зону низких температур, замерзает. Образующаяся при этом ледяная пробка препятствует нормальной циркуляции холодильного агента по системе. Наличие в системе посторонних газов приводит к повышению давления конденсации холодильного агента и, как следствие, к снижению тепловой мощности (холодопроизводительности) установки и повышенному расходу электроэнергии. В связи с этим, после герметизации холодильной установки, последнюю вакуумируют и подвергают испытанию под вакуумом.

Для вакуумирования контура использовать компрессор категорически запрещается. Нельзя также подавать напряжение на компрессор, находящийся под вакуумом, иначе можно повредить обмотку электродвигателя. Оборудование, применяемое для вакуумирования и осушки системы, должно быть совместным с хладагентом и маслом, используемыми в холодильном контуре. Обязательным условием вакуумирования является подключение вакуумного насоса к всасывающей и нагнетательной магистралям одновременно.

Существуют два основных способа вакуумирования: одинарное и тройное вакуумирование. Одинарное вакуумирование производят в тех случаях, когда в системе накопилось незначительное количество влаги. Тройное вакуумирование применяют, если в системе имеется значительное количество посторонних газов и влаги. Для осуществления одинарного вакуумирования выполняются следующие операции.

Присоединяют к системе манометрический коллектор 1 (рисунок 6). Снижают давление в системе, открывают вентили машины и вентили на манометрическом коллекторе.

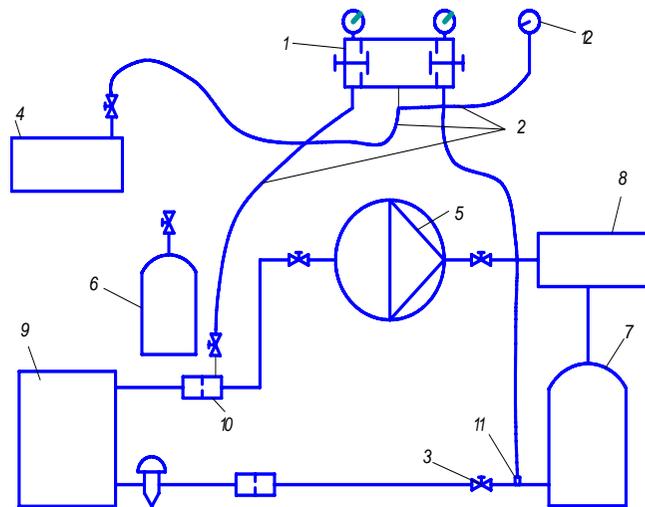


Рисунок 6 – Схема вакуумирования холодильной установки:

1 – манометрический коллектор; 2 – комплект гибких шлангов; 3 – запорный вентиль; 4 – вакуумный насос; 5 – компрессор; 6 – баллоны с хладагентом; 7 – ресивер; 8 – конденсатор; 9 – испаритель; 10 – фильтр; 11 – штуцер на запорном вентиле; 12 – вакуумметр

Присоединяют центральный шланг манометрического коллектора к вакуумному насосу 4.

Включают вакуумный насос и вакуумируют систему до остаточного давления (не выше 30 Па). После завершения работы вакуумного насоса при этом остаточном давлении в течение 1 часа закрывают вентили на манометрическом коллекторе.

Останавливают вакуумный насос. Не следует останавливать вакуумный насос до закрытия ручных вентилях на коллекторе, чтобы предотвратить поступление воздуха в систему. Выдерживают систему под вакуумом в течение 3 часов. Давление при этом не должно возрастать более чем до 130 Па.

Если после остановки вакуумного насоса давление в контуре монотонно возрастает со скоростью больше, чем 30 Па/час значит, либо в контуре слишком много влаги, либо его герметичность недостаточна. В этом случае рекомендуется выдержать установку под вакуумом еще в течение 3 часов и окончательный вывод о причине

роста давления сделать на основании характера дальнейшего роста давления в контуре (рисунок 7).

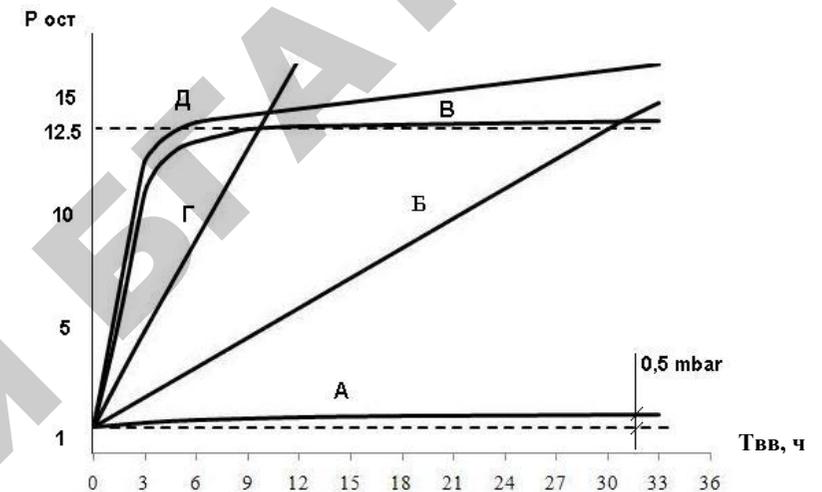


Рисунок 7 – Характер роста давления в холодильном контуре во время его выдержки под вакуумом

$T_{вв}$  – время выдержки, ч;

Рост – остаточное давление в контуре, МБар;

*A, B* – герметичность контура вполне удовлетворительная, влага практически отсутствует;

*B* – герметичность контура вполне удовлетворительная, однако влага удалена не полностью;

*Г* – влага из контура практически удалена, однако его герметичность недостаточна;

*Д* – герметичность контура недостаточна, влага удалена не полностью

В случаях *A, B* и *B* (рисунок 7) можно продолжать работу по вакуумированию и осушке контура, в случаях *Г, Д* необходимо повторить работу по проверке герметичности системы.

После первого вакуумирования и выдержки под вакуумом работу по вакуумированию, осушке и удалению неконденсирующихся примесей продолжают в следующей последовательности.

Открывают всасывающий и нагнетательный запорные вентили, сообщая полость компрессора, заполненную азотом, с контуром.

Подключают вместо вакуумного насоса баллон с хладагентом.

Приоткрывают вентиль на баллоне с хладагентом, и заполняют контур парами осушенного хладагента до абсолютного давления 30-50 кПа.

Закрывают вентиль на баллоне с хладагентом (заправочный вентиль), производят второе вакуумирование контура до уровня не более 30 Па.

После повторного вакуумирования вновь надувают контур сухим хладагентом до абсолютного давления 30–50 кПа (0,3...0,5 бар)

После трехкратного вакуумирования и выдержки установки под вакуумом не менее 24 часов при условии поведения установки под вакуумом при остановленном вакуумном насосе в соответствии с кривой А на рисунке 7 (прирост давления за 24 часа не выше 50 Па), отсоединяют вакуумный насос, и приступают к заправке хладагентом.

Если сразу по окончании вакуумирования и осушки заправка установки не планируется, необходимо заполнить холодильный контур парами сухого и чистого хладагента до давления, слегка превышающего атмосферное.

## 5. ЗАПРАВКА ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ХЛАДАГЕНТОМ

Производительность холодильных машин и систем кондиционирования воздуха в значительной степени зависит от правильной заправки их хладагентом. Система с недостаточным количеством хладагента работает с незаполненным испарителем, а это приводит к низкому давлению всасывания, снижению производительности и возможному перегреву компрессора. Вместе с тем, избыточное количество хладагента является причиной переполнения конденсатора и повышения давления нагнетания. Это может также привести к попаданию жидкого хладагента в компрессор, к его повреждению. Оборудование большой производительности можно эксплуатировать при определенной избыточной или недостаточной зарядке хладагентом без отрицательных последствий. Некоторые машины малой производительности работают с дозированной зарядкой, т. е. в систему должно быть введено определенное количество хладагента.

Количество заправляемого хладагента зависит от производительности машины, ее марки, рабочих режимов и длины трубопроводов. Поэтому необходимо рассматривать каждую машину отдельно. На заводской табличке обычно указывают требуемый хладагент и его массу приблизительно.

В систему вводят хладагент в виде жидкости или пара. Заполнение системы жидким хладагентом менее продолжительно, чем паром. Нельзя заполнять систему жидким хладагентом через всасывающий или нагнетательный вентили компрессора. Жидкость, поступающая в компрессор, может привести к повреждению его клапанов.

Заправку паром хладагента применяют обычно в тех случаях, когда в систему необходимо добавить небольшое количество хладагента. Ее производят через всасывающий вентиль компрессора.

Перед заправкой холодильный контур должен быть отвакуумирован до давления не более 30 Па.

Смесевые зеатропные холодильные агенты (R404A) и др. такого типа заправлять можно лишь в жидкой фазе. В противном случае более легко кипящий элемент попадает в систему в большей мере, смесь в установке будет иметь отличные от холодильного агента

свойства, не обеспечит необходимых температур и производительности.

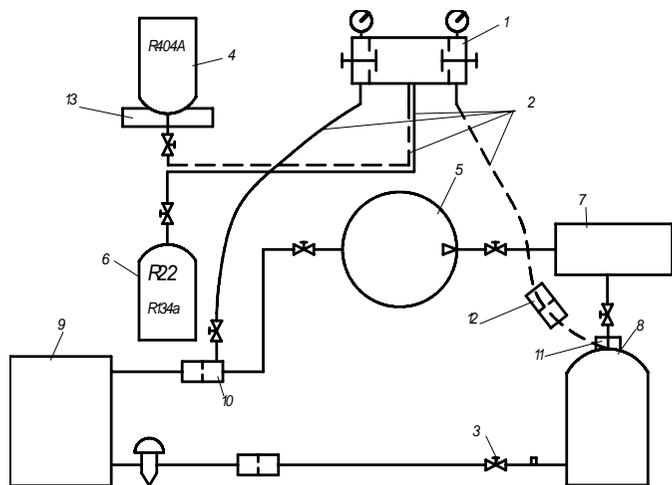


Рисунок 8 – Схема заправки хладагентом холодильной установки:  
условные обозначения: ----- газообразный хладагент; - - - - жидкий хладагент; 1 – манометрический коллектор; 2 – комплект гибких шлангов; 3 – запорный вентиль; 4–6 – баллоны с хладагентом; 7 – конденсатор; 8 – ресивер; 9 – испаритель; 10 – ильтр; 11 – штуцер на запорном вентиле ресивера; 12 – технологический фильтр-осушитель; 13 – электронные весы

Для заправки системы хладагентом (рисунок 8) подсоедините баллон с хладагентом 4 через технологический фильтр-осушитель 12 и манометрический коллектор 1 с помощью гибких шлангов к заправочному (сервисному) штуцеру вентиля 11 на ресивере 8. Для этого следует полностью (до упора) открыть вентиль 11 на ресивере 8, перекрыв канал сообщения заправочного (сервисного) штуцера вентиля с полостью контура. После этого снять заглушку с заправочного штуцера и одеть на него накидную гайку соединительного шланга от баллона с хладагентом, завернув ее на 2–3 оборота. Прежде чем закрывать вентиль на ресивере, необходимо продуть соединительный шланг. Для этого нужно, не затягивая накидную гайку на заправочном штуцере вентиля, на мгновение открыть вентиль баллона с хладагентом и, убедившись в истечении газообразного хладагента через резьбовое соединение гайки и штуцера, тотчас же его закрыть. Затем необходимо полностью затянуть накидную гай-

ку гибкого шланга на сервисном (заправочном) штуцере вентиля ресивера.

Перед заправкой холодильный контур должен быть отвакуумирован до давления не более 30 Па.

Далее следует начать заправку контура хладагентом в жидкой фазе обязательно. С этой целью необходимо закрыть вентиль на ресивере и открыть расходный вентиль баллона с хладагентом. Контроль количества залитого хладагента производится с помощью весов 13, на которые в процессе заправки должен быть установлен баллон с хладагентом. Необходимо обратить внимание на положение баллона. На нем стрелкой должно быть указано положение, в котором из него течет жидкий хладагент. Если указание отсутствует, то баллон необходимо перевернуть горловиной вниз.

При заправке контура непосредственно из баллона с хладагентом наступает момент, когда давление в контуре становится равным давлению в баллоне, перетекание хладагента в контур прекращается. Чтобы продолжить процесс заправки в этом случае следует слегка подогреть баллон с хладагентом, поместив его в емкость с теплой водой, имеющей температуру не более 40 °С.

Категорически запрещается подогрев баллона открытым пламенем или такими электронагревателями, которые могут привести к местному перегреву в какой-либо точке баллона.

Заправочные станции и заправочные цилиндры, как правило, всегда оснащены встроенным электроподогревателем, с помощью которого можно поддерживать нужную температуру, обеспечивая превышение давления в баллоне (цилиндре) над давлением в контуре.

После того, как ресивер установки заполнен хладагентом, заправку приостанавливают, открывая до упора вентиль на ресивере и перекрывая тем самым его заправочный (сервисный штуцер). До окончания пуско-наладочных работ рекомендуется не отсоединять заправочную станцию от сервисного штуцера, поскольку в процессе настройки может потребоваться дозаправка или частичный слив хладагента.

Для установки, работающей на R22, R134a, допускается дозаправка через всасывающую магистраль при включенном компрессоре, но только газообразным хладагентом. На рисунке 6 путь газообразного хладагента указан сплошной линией.

## 6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 6.1. Контроль системы при ее эксплуатации

Техническое обслуживание холодильного агрегата состоит из комплекса мероприятий, направленных на поддержание его в состоянии постоянной работоспособности (контроль за техническим состоянием, устранение мелких неисправностей, проверка и наладка режима работы).

В течение первой недели после ввода в эксплуатацию необходимо, кроме параметров, указанных в таблице 2, ежедневно контролировать:

- потери давления в фильтре всасывания. Если после нескольких часов работы потери давления на фильтре превысили 10 кПа для торгового холодильного оборудования или 35 кПа для низкотемпературной холодильной системы, его следует заменить. Возникновение такой необходимости замены фильтра означает, что холодильный контур загрязнен;

- уровень масла в картере компрессора. После 100-200 часов работы взять на анализ пробу масла. При появлении в масле взвешенных посторонних частиц, кислоты, а также при заметном изменении окраски, потемнении и потере прозрачности масла необходимо провести замену масла. Одновременно с заменой масла необходимо полностью поменять все фильтры на установке. В общем случае быстрое загрязнение фильтров заставляет, как правило, идти на замену масла.

Если индикатор влажности смотрового стекла на жидкостной магистрали стал желтого цвета, необходимо заменить фильтр-осушитель и произвести проверку масла на кислотность.

Если сопротивление изоляции стало ниже 20 МОм необходимо произвести проверку масла на кислотность. При наличии кислоты в системе масло имеет характерный резкий запах.

Для проверки масла на кислотность рекомендуется использовать кислотный тест REFCO 13400.

Порядок проверки масла на кислотность и очистки системы от кислоты:

- взять пробу масла из холодильного контура;
- открыть одну ампулу кислотного теста;
- накапать в ампулу 12 капель масла;

- взболтать и дать отстояться несколько минут;
- посмотреть результаты анализа;
- если цвет жидкости в ампуле не изменился (т.е. голубой), то кислоты в системе нет;
- если жидкость стала зеленой – это значит, что содержание кислоты пока не превышает критическое. В этом случае рекомендуется поменять фильтр-осушитель и фильтр на всасывающей магистрали;
- если жидкость стала желтой – это значит, что содержание кислоты выше критического. Холодильный контур необходимо очистить. В этом случае необходимо заменить фильтр-осушитель и масло, установить на всасывающую магистраль антикислотный фильтр. Через 8 часов работы установки произвести снова проверку масла на кислотность. Если кислота есть, заменить антикислотный фильтр на новый, повторить процедуру, если нет – заменить антикислотный фильтр на фильтр-очиститель. Произвести проверку на кислотность через двое суток, а затем – через 15. При необходимости произвести очистку системы.

Через каждые 3 года (или 10–12 тыс. часов работы) рекомендуется производить замену масла.

При замене компрессора (в случае его выхода из строя) необходимо произвести следующие операции:

- найти и устранить причину отказа. Если это не удалось сделать до замены компрессора, то это необходимо сделать сразу же после запуска;
- выполнить требования, указанные выше в этом разделе;
- произвести проверку, настройку и регистрацию параметров работы системы.

При эксплуатации холодильной системы необходимо периодически контролировать ее рабочие параметры. Перечень контролируемых параметров и периодичность их проверки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень контролируемых параметров и периодичность их проверки

Наименование параметра	Значение параметра	Место контроля	Периодичность контроля		
			1 раз в день	1 раз в неделю	1 раз в месяц
Температура в охлаждаемом объеме	В соответствии с проектом.	Охлаждаемый объем	X		
Температура воздуха на входе в конденсатор	+5..+40 °С	Конденсатор	X		
Состояние испарителя	Без обледенения	Испаритель	X		
Уровень хладагента в ресивере	Не ниже смотрового стекла	Смотровое стекло на ресивере		X	
Контроль расхода и влажности хладагента	Отсутствие пузырей и зеленый цвет	Смотровое стекло на жидкостной магистрали		X	
Частота пусков компрессора	Не более семи, пусков в час	Компрессор		X	
Уровень масла в картере компрессора.	Не ниже 1/4 и не выше 3/4 смотрового стекла	Смотровое стекло на компрессоре		X	
Прозрачность и чистота масла					X
Температура нагнетания	Не выше 130 °С	Трубопровод нагнетания компрессора			X
Давление нагнетания	Таблица 2	Запорный вентиль компрессора			X
Давление всасывания	Таблица 1	Запорный вентиль компрессора			X
Перегрев на всасывании	Не ниже 8 К и не выше 20 К	Всасывающий трубопровод компрессора			X

**Перечень работ, выполняющихся при проведении технического обслуживания (т/о) оборудования МТКО DIAN Система моеющее-дезинфицирующей обработки**

Наименование работ	Периодичность проведения
Определение качества промывки внешним осмотром, наличие и качество дезинфицирующих средств	При каждом т/о
Очистка разбрызгивающей головки	При каждом т/о
Очистка фильтров воды	При каждом т/о
Замена сальников гидромфты и насоса санобработки	При необходимости при каждом т/о
Работа нагревателя очистки, насоса санобработки, мешалки	При каждом т/о
Очистка клапана слива, проверка легкости хода	При каждом т/о
Очистка датчика уровня	1 раз в год
Проверка функционирования всех частей в рабочем режиме	При каждом т/о
Устранение всех выявленных замечаний	По согласованию с Заказчиком

**Холодильное оборудование**

Наименование работ	Периодичность проведения
Проверка плотности сварных и резьбовых соединений течеискателем	При каждом т/о
Проверка уровня масла (по глазку)	При каждом т/о
Проверка кислотности масла	1 раз в год
Проверка количества и влажности хладагента	При каждом т/о
Контроль работы терморегулирующего вентиля и фильтра-осушителя	При каждом т/о
Контроль параметров работы системы (давление всасывания и нагнетания)	При каждом т/о
Контроль настройки и работы реле давления	При каждом т/о
Контроль работы блока регулирования льда	1 раз в год
Контроль работы в режиме «охлаждение»	При каждом т/о
Очистка поверхности конденсатора	При каждом т/о
Проверка и корректировка температур	При каждом т/о
Устранение всех выявленных замечаний	По согласованию с Заказчиком

## Электрическая часть

Наименование работ	Периодичность проведения
Проверка электрических соединений, в т.ч. визуальный контроль заземления	При каждом т/о
Проверка напряжения сети	При каждом т/о
Визуальный контроль работы пускателей	При каждом т/о
Проверка установок токовой защиты	При каждом т/о
Замеры величин тока при полной нагрузке на каждой фазе	При каждом т/о

### 6.2. Дозаправка масла и его замена

В холодильных компрессорах используются минеральные или синтетические масла, которые должны иметь следующие качества.

Отсутствие кислоты. Низкое содержание влаги (ниже 25...100 ppm, т.е. 0,002 %). Точку замерзания на 5–10 К ниже минимально возможного значения температуры испарения для данной холодильной установки (большинство масел, будучи смешанными с хладагентом, имеют точку замерзания немного ниже, чем в чистом состоянии). Способность к хорошему смешиванию с хладагентом при рабочих температурах (недостаточная смешиваемость отрицательно влияет на работу установки).

Низкое давление насыщенных паров. Не допускается эксплуатация компрессора на маслах, не рекомендованных производителем.

Дозаправка масла. Дозаправка масла на агрегатах с герметичным компрессором MANEUROP и спиральными компрессорами COPELAND производится следующим образом:

- закрыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;
- удалить из компрессора хладагент через штуцер на вентиле нагнетания;
- подсоединить к штуцеру на вентиле нагнетания вакуумный насос;
- подсоединить к штуцеру на вентиле всасывания трубку 1/4" через гайку (для этого один конец трубки необходимо развальцевать);
- опустить второй конец трубки 1/4" в емкость с маслом, включить вакуумный насос и контролировать уровень масла в компрессоре по смотровому стеклу;

- при достижении маслом отметки 3/4" смотрового стекла, выключить вакуумный насос и отсоединить трубку 1/4" от штуцера на вентиле всасывания;

- заглушить штуцер на вентиле всасывания;
- отвакуумировать компрессор через штуцер на вентиле нагнетания;

- открыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;

- при необходимости дозаправить систему хладагентом.

Дозаправка масла на агрегатах с полугерметичным компрессором Bitzer производится следующим образом:

- закрыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;

- удалить из компрессора хладагент;

- подсоединить к штуцеру на вентиле нагнетания вакуумный насос, снять заглушку с тройника LP, к которому подключается реле контроля смазки, и выкрутить из него ниппельный клапан Шредера;

- подсоединить к тройнику LP на компрессоре трубку 1/4" через гайку (для этого один конец трубки необходимо развальцевать);

- опустить второй конец трубки 1/4" в емкость с маслом включить вакуумный насос и контролировать уровень масла в компрессоре по смотровому стеклу;

- при достижении маслом отметки 3/4" смотрового стекла, выключить вакуумный насос и отсоединить трубку 1/4" от тройника LP на компрессоре;

- вкрутить ниппельный клапан Шредера в тройник LP на компрессоре и заглушить его;

- отвакуумировать компрессор через штуцер на вентиле нагнетания;

- открыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;

- при необходимости дозаправить систему хладагентом.

Замена масла и спиральными компрессорами

Замена масла на агрегатах с герметичным компрессором MANEUROP и спиральным компрессором COPELAND производится следующим образом:

- закрыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;

- удалить из компрессора хладагент через штуцер на вентиле нагнетания;
  - отсоединить запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания от компрессора;
  - открутить болты крепления компрессора к раме;
  - наклоня компрессор, слить масло из компрессора через отверстие для запорного вентиля всасывания;
  - закрепить компрессор на раме;
  - подсоединить запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания к компрессору;
  - подсоединить к штуцеру на вентиле нагнетания вакуумный насос;
  - подсоединить к штуцеру на вентиле всасывания трубку 1/4" через гайку (для этого один конец трубки необходимо развальцевать);
  - опустить второй конец трубки 1/4" в емкость с маслом;
  - включить вакуумный насос и контролировать уровень масла в компрессоре по смотровому стеклу;
  - при достижении маслом отметки 3/4 смотрового стекла выключить вакуумный насос и отсоединить трубку 1/4" от штуцера на вентиле всасывания;
  - заглушить штуцер на вентиле всасывания;
  - отвакуумировать компрессор через штуцер на вентиле нагнетания;
  - открыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;
  - при необходимости дозаправить систему хладагентом.
- Замена масла на агрегатах с полугерметичным компрессором Bitzer производится следующим образом:
- закрыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;
  - удалить из компрессора хладагент через штуцер на вентиле нагнетания;
  - отсоединить запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания от компрессора;
  - отсоединить компрессор от рамы;
  - выкрутить гайку для слива масла из картера компрессора;
  - наклоня компрессор, слить масло из компрессора через отверстие для слива масла;
  - закрепить компрессор на раме;

- подсоединить запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания к компрессору;
  - подсоединить к штуцеру на вентиле нагнетания вакуумный насос;
  - снять заглушку с тройника LP, к которому подключается реле контроля смазки, и выкрутить из него ниппельный клапан Шредера;
  - подсоединить к тройнику LP на компрессоре трубку 1/4" через гайку (для этого один конец трубки необходимо развальцевать);
  - опустить второй конец трубки 1/4" в емкость с маслом;
  - включить вакуумный насос и контролировать уровень масла в компрессоре по смотровому стеклу;
  - при достижении маслом отметки 3/4 смотрового стекла выключить вакуумный насос и отсоединить трубку 1/4" от тройника LP на компрессоре;
  - вкрутить ниппельный клапан Шредера в тройник LP на компрессоре;
  - отвакуумировать компрессор через штуцер на вентиле нагнетания;
  - открыть запорные вентили на магистралях нагнетания и всасывания;
  - при необходимости дозаправить систему хладагентом.
- Запуск системы произвести, соблюдая все требования по вводу в эксплуатацию, с контролем функционирования и проверкой всех настроечных величин и рабочих параметров.

### 6.3. Замена фильтров

- Для замены фильтра всасывания необходимо действовать следующим образом:
- закрыть запорный вентиль на выходе из ресивера и удалить компрессором хладагент из магистрали всасывания и испарителя;
  - после отключения компрессора по реле низкого давления закрыть запорный вентиль всасывания;
  - стравить хладагент из всасывающей магистрали через штуцер на фильтре всасывания;
  - заменить фильтр;
  - отвакуумировать всасывающую магистраль через сервисный клапан Шредера (ниппельный штуцер);
  - открыть запорные вентили и подать в магистраль всасывания давление хладагента;

- проверить герметичность и, при необходимости, дозаправить систему хладагентом.

Для замены фильтра-осушителя необходимо действовать следующим образом:

- закрыть запорный вентиль на выходе из ресивера и удалить компрессором хладагент из магистрали всасывания и испарителя;

- после отключения компрессора по реле низкого давления закрыть запорный вентиль всасывания;

- закрыть запорный вентиль, расположенный после фильтра-осушителя;

- удалить оставшийся газ через клапан Шредера на жидкостной магистрали;

- заменить фильтр-осушитель;

- откакумировать фильтр-осушитель и жидкостную магистраль через сервисный клапан Шредера (нипельный штуцер). При его отсутствии продуть трубопроводы и фильтр-осушитель хладагентом, ослабив одну гайку и поочередно приоткрывая вентили;

- открыть запорные вентили до и после фильтра;

- удостовериться в герметичности фильтра-осушителя.

Надо быть осторожным при стравливании оставшегося хладагента (в системе может находиться хладагент в жидком состоянии).

#### **6.4. Выпуск неконденсирующихся газов из системы**

В реальных условиях работы в холодильной системе может находиться воздух, который является неконденсирующимся газом. Он может поступать в холодильную систему несколькими путями. Самый обычный — это неплотности соединений трубопроводов или манометров на стороне низкого давления. Воздух необходимо удалить для предотвращения возникновения химических реакций, в результате которых может произойти повреждение машины, а также для обеспечения эффективной работы системы.

Воздух накапливается в верхней части ресивера и конденсатора. Признаком наличия воздуха в системе служит повышенное давление конденсации (выше нормального). Степень повышения давления зависит от количества имеющегося воздуха.

Удаляют неконденсирующиеся газы из системы следующим образом.

Определяют и устраняют место поступления неконденсирующихся газов. Соединяют манометры с системой. При возможности, систему вакуумируют.

Агрегат останавливают. На агрегате с воздушным конденсатором продолжает работать вентилятор конденсатора, а на агрегатах с водяным конденсатором оставляют открытым водорегулирующий вентиль при включенном водяном насосе. Конденсатор охлаждают в течение 10 мин. За это время неконденсирующиеся газы поднимаются в верхнюю часть аппарата.

Если на агрегате имеется продувочный вентиль, его используют для удаления воздуха. Если такого вентиля нет, то применяют манометрический штуцер на линии нагнетания компрессора.

Для выпуска неконденсирующихся газов из системы продувочный вентиль открывают постепенно. Продувку осуществляют медленно, короткими циклами (для предотвращения выкипания хладагента и повторного перемешивания неконденсирующихся газов с паром хладагента, а также выпуска избыточного количества хладагента). Процесс продувки повторяют после того, как система будет отключена в течение нескольких минут, и проводят ее 3 или 4 раза.

Включают машину, через несколько минут проверяют давление нагнетания. Если давление нагнетания слишком высокое, процесс продувки повторяют (до обеспечения удовлетворительной работы).

Приводят машину в рабочее состояние.

#### **6.5. Снижение давления в системе**

Давление в системе снижают для того, чтобы перекачать весь хладагент в конденсатор или ресивер. Эту операцию осуществляют в том случае, когда необходимо сохранить хладагент при ремонте различных узлов на стороне всасывания.

Для снижения давления в системе выполняют следующие операции.

Подсоединяют к агрегату манометрический коллектор. Включают агрегат. Закрывают вентиль на жидкостном трубопроводе.

Наблюдая за давлениями всасывания и нагнетания. Останавливают компрессор при резком повышении давления нагнетания и определяют причину этого явления. Если ресивер и конденсатор заполнены хладагентом, то его избыток удаляют из системы.

Когда давление всасывания снижается до 7...14 кПа, компрессор останавливают, проверяют показания манометров. Если давление

всасывания повышается до 70...105 кПа, включают компрессор, снижают давление до 7...14 кПа. Затем компрессор останавливают. Давление всасывания должно оставаться на указанном уровне. Если этого не происходит, повторяют весь цикл заново. При повторении процесса более 3 раз вероятно протечка хладагента в нагнетательных клапанах компрессора. В этом случае, для предотвращения перетекания хладагента в линию всасывания, закрывают нагнетательный вентиль. Нельзя включать компрессор при закрытом нагнетательном вентиле.

Если вставка реле низкого давления в агрегатах выше 7...14 кПа, то необходимо зашунтировать реле, чтобы компрессор работал при снижении давления в системе.

Для удаления оставшегося хладагента из линии всасывания, открывают ручной вентиль низкого давления на манометрическом коллекторе. Нельзя осуществлять сварку или пайку в системе, если внутри ее находится хладагент под давлением.

По окончании перечисленных операций можно осуществлять требуемый ремонт. Перед повторной зарядкой системы желательно установить на жидкостном трубопроводе новый осушитель.

Для включения системы в работу необходимо открыть нагнетательный вентиль компрессора и вентиль на жидкостном трубопроводе. Небольшое количество хладагента должно пройти через манометрический коллектор, после чего на коллекторе закрывают ручной вентиль низкого давления.

Затем выключают агрегат и проверяют зарядку хладагента. До-заряжают, при необходимости, хладагент в систему.

### 6.6. Откачивание хладагента из системы

Откачивание хладагента из системы, подлежащей ремонту, позволяет сохранить хладагент в машине, не имеющей вентилей. Эту операцию осуществляют также, когда необходимо отремонтировать узлы на линии высокого давления, а давление в системе снизить невозможно. Для откачивания требуется переносной компрессорно-конденсаторный агрегат и чистый сухой баллон для хладагента. Переносной компрессорно-конденсаторный агрегат предназначен для откачивания хладагента из системы и нагнетания его в баллон, где он хранится во время ремонта. По завершении ремонта хладагент возвращают в систему.

При откачивании хладагента из системы выполняют следующие операции.

Останавливают агрегат. Подсоединяют манометрический коллектор к системе.

Соединяют центральный шланг на манометрическом коллекторе с всасывающим вентилем на переносном компрессорно-конденсаторном агрегате.

Соединяют жидкостный трубопровод переносного компрессорно-конденсаторного агрегата с вентилем баллона для хладагента. Это соединение не затягивают до конца, чтобы была возможность выпустить воздух из трубопроводов и переносного компрессорно-конденсаторного агрегата (рисунок 9).

Медленно открывают всасывающие и нагнетательные вентили компрессора, пока манометры не покажут давление в системе, и вентили на переносном компрессоре.

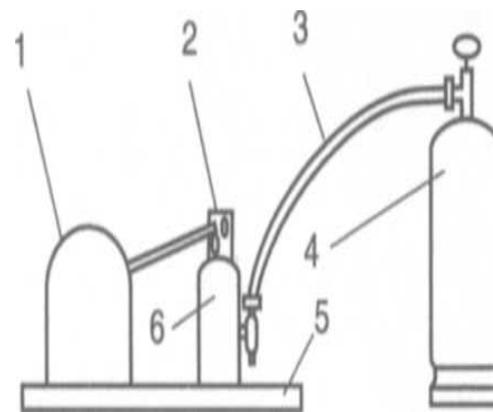


Рисунок 9 – Соединение переносного компрессорно-конденсаторного агрегата с баллоном для хладагента:  
1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – гибкий жидкостный шланг; 4 – баллон для хладагента; 5 – переносной компрессорно-конденсаторный агрегат; 6 – ресивер

Открывают ручные вентили на манометрическом коллекторе, продувают в течение нескольких секунд соединение шланга на бал-

лоне для хладагента, затем затягивают его. Открывают вентиль на баллоне для хладагента.

Включают переносной компрессорно-конденсаторный агрегат и перекачивают хладагент из системы в баллон. Для предотвращения перегрузки переносного компрессорно-конденсаторного агрегата регулируют давление всасывания, частично закрывая вентиль на манометрическом коллекторе. Нельзя переполнять баллон хладагентом. Следует использовать несколько баллонов (в зависимости от массы хладагента).

Хладагент откачивают до тех пор, пока давление в системе не снизится до 7...14 кПа. Затем закрывают все вентили, чтобы предотвратить утечку хладагента из баллона, и переносного компрессорно-конденсаторного агрегата.

Оставшийся хладагент из системы выпускают. Перед зарядкой системы хладагентом желательно установить в жидкостном трубопроводе новый осушитель.

Для включения машины в работу необходимо полностью отвакуумировать систему и зарядить хладагентом из баллона или переносного компрессорно-конденсаторного агрегата. На зарядном шланге можно установить новый осушитель для удаления загрязнений (рисунок 10).

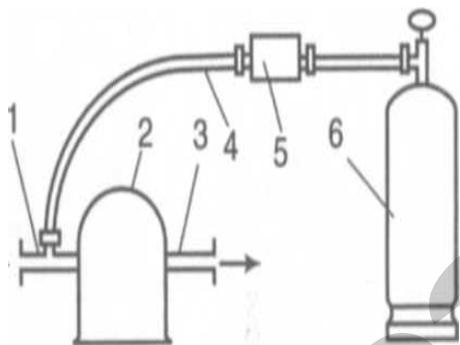


Рисунок 10 – Осушитель на зарядном шланге:

1 – всасывающий трубопровод; 2 – компрессор; 3 – нагнетательный трубопровод;  
4 – зарядный шланг; 5 – осушитель; 6 – баллон с хладагентом

## 7. ЗАПОЛНЕНИЕ ЗАРЯДНОГО ЦИЛИНДРА ХЛАДАГЕНТОМ

Зарядные цилиндры применяют для зарядки машин хладагентом в количестве до 2,5 кг. Они имеют шкалу для каждого хладагента, поэтому в цилиндр можно зарядить точное количество хладагента.

Для заполнения зарядного цилиндра выполняют следующие операции.

Соединяют манометр низкого давления манометрического коллектора с зарядным цилиндром (рисунок 11).

Открывают ручной вентиль зарядного цилиндра.

Открывают ручной вентиль низкого давления на манометрическом коллекторе и снижают давление в зарядном цилиндре.

Соединяют центральный зарядный шланг на манометрическом коллекторе с вакуумным насосом.

Включают вакуумный насос и создают в зарядном цилиндре максимально достижимый вакуум.

Закрывают ручной вентиль низкого давления на манометрическом коллекторе.

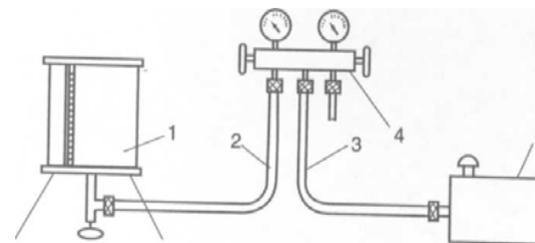


Рисунок 11 – Соединения для вакуумирования зарядного цилиндра:

1 – зарядный цилиндр; 2, 3 – шланги; 4 – манометрический коллектор;  
5 – вакуум-насос

Отсоединяют центральный зарядный шланг от вакуум-насоса и соединяют его с вентилем баллона с соответствующим хладагентом (рисунок 12).

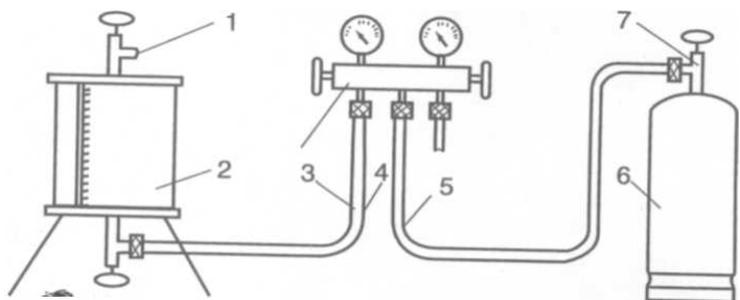


Рисунок 12 – Соединения для заполнения зарядного цилиндра:

1 – продувочный вентиль; 2 – зарядный цилиндр; 3 — манометровый коллектор; 4, 5 – шланги; 6 – баллон с хладагентом; 7 - вентиль баллона

Открывают вентиль баллона с хладагентом и ослабляют соединение центрального зарядного шланга на манометрическом коллекторе. Выпускают хладагент в течение нескольких секунд, а затем затягивают соединение.

Переворачивают баллон с хладагентом, чтобы жидкий хладагент поступил в зарядный шланг.

Открывают ручной вентиль низкого давления на манометрическом коллекторе, чтобы жидкий хладагент поступал в зарядный цилиндр.

Закрывают вентиль баллона с хладагентом, когда в зарядный цилиндр поступило требуемое количество хладагента. Если поток хладагента прекращается до заполнения зарядного цилиндра требуемым количеством хладагента, то приоткрывают выпускной вентиль, имеющийся в верхней части зарядного цилиндра, чтобы выпустить пар

Закрывают ручной вентиль на зарядном цилиндре и отсоединяют от него шланги. Необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы жидкий хладагент из шлангов не попал на кожу или в глаза.

## 8. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Виды отказов можно разбить на две категории. В одну категорию входят отказы, которые можно непосредственно увидеть и почувствовать (шум, стуки в компрессоре, масляные пятна, обрыв проводов и т.д.). В другую категорию отказов включены неисправности, которые неощутимы и могут быть выявлены только при помощи специального оборудования (утечка хладагента, забивание фильтров, попадание в систему воздуха и т.д.).

Для обнаружения и устранения отказов необходимо обладать определенной суммой теоретических знаний. Наиболее подробно методика поиска неисправностей описана в книге "Пособие для ремонтника" (Котзаоглиан, "ОСТРОВ" 2006 г.). Перед изучением видов неисправностей холодильной системы необходимо более широко изучить особенности основных приборов, используемых для обнаружения отказов. Перечень оборудования, используемого для обнаружения неисправности в холодильной системе, включает:

- манометр;
- термометр;
- течеискатель;
- вакуумметр;
- ампервольтметр;
- мегаомметр.

Таблица 4 – Основные неисправности возможные причины и рекомендации по их устранению.

Признак неисправности	Возможные причины	Рекомендации по устранению
1	2	3
1. Система функционирует нормально, но с очень коротком циклом	1.1. Очень часто срабатывает тепловое реле вентилятора испарителя 1.2. Очень часто срабатывает реле высокого давления: - недостаточный расход воздуха через.	1.1. Проверить правильность подключения и состояние вентилятора 1.2. Проверить реле высокого давления: - проверить и устранить причину пониженного расхода воздуха; - прочистить конденсатор;

Продолжение таблицы 4

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- конденсатор;</li> <li>- грязный конденсатор;</li> <li>- избыток хладагента;</li> <li>- наличие воздуха в системе;</li> <li>- не работает вентилятор</li> </ul> <p>1.3. Очень часто срабатывает реле низкого давления:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- неполное закрытие соленоидного вентиля жидкостного трубопровода;</li> <li>- утечка в клапане компрессора;</li> <li>- недостаток хладагента;</li> <li>- засорился фильтр ТРВ;</li> <li>- поломка ТРВ</li> </ul>	<p>сравить хладагент;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- удалить воздух из системы;</li> <li>- проверить и исправить вентилятор</li> </ul> <p>1.3. Проверить настройку реле низкого давления:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- заменить соленоидный вентиль;</li> <li>- заменить клапанную плиту или компрессор;</li> <li>- устранить причину и дозаправить;</li> <li>- почистить фильтр;</li> <li>-заменить ТРВ</li> </ul>
2. Система функционирует в непрерывном режиме или с длинным циклом	<p>2.1. Недостаток хладагента</p> <p>2.2. Контакты термостата залипли или примерзли в замкнутом положении</p> <p>2.3. Очень высокая тепловая нагрузка охлаждаемого помещения или плохая теплоизоляция</p> <p>2.4 Недостаточная мощность системы</p> <p>2.5 Обмерз испаритель</p> <p>2.6 Засорение в системе</p> <p>2.7 Засорился ТРВ</p>	<p>2.1. Проверить герметичность, устранить течь и дозаправить</p> <p>2.2. Очистить контакты или заменить термостат</p> <p>2.3. Установить причину и исправить</p> <p>2.4. Заменить на более мощную</p> <p>2.5. Разморозить</p> <p>2.6. Определить место и устранить</p> <p>2.7. Прочистить или заменить</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
3. Жидкостный трубопровод обмерз или запотел	<p>3.1. Засорился фильтр-осушитель</p> <p>3.2. Недостаточно открыт жидкостный вентиль</p>	<p>3.1. Заменить</p> <p>3.2. Полностью открыть</p>
4. Всасывающий трубопровод обмерз	<p>4.1. ТРВ пропускает слишком много хладагента или плохо подобран</p> <p>4.2. ТРВ заблокирован в открытом положении</p> <p>4.3. Плохо работает вентилятор испарителя</p> <p>4.4. Избыток хладагента</p>	<p>4.1. Отрегулировать ТРВ или заменить</p> <p>4.2. Прочистить ТРВ или заменить</p> <p>4.3. Определить причину и устранить</p> <p>4.4. Слить избыток хладагента</p>
5 Шум в системе	<p>5.1. Плохая фиксация оборудования или дефектные амортизаторы</p> <p>5.2. Стучат патрубки</p> <p>5.3. Деформирована крыльчатка</p> <p>5.4. Износился вал мотора вентилятора</p>	<p>5.1. Закрепить оборудование или заменить амортизаторы</p> <p>5.2. Подогнуть до устранения контакта</p> <p>5.3. Заменить крыльчатку</p> <p>5.4. Заменить мотор</p>
6. Температура в охлаждаемом объеме выше требуемой	<p>6.1. Неотрегулирован термостат</p> <p>6.2. Малопроизводительный ТРВ</p> <p>6.3. Недостаточная поверхность испарителя</p> <p>6.4. Недостаточная циркуляция воздуха</p>	<p>6.1. Отрегулировать</p> <p>6.2. Подобрать и заменить</p> <p>6.3. Заменить испаритель</p> <p>6.4. Улучшить циркуляцию</p>
7. Компрессор выключился, лампы в шкафах не горят (оттайка выключена)	<p>7.1. Сработал входной автомат защиты в шкафу управления воздухоохладителем:</p> <p>7.1.1. Скачок напряжения в сети.</p>	<p>7.1.1. Убедиться в том, что напряжение в сети нормализовано</p> <p>7.1.2. Устранить и включить автомат защиты двигателя компрессора</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
	7.1.2. Перекос напряжения по фазам 7.1.3. Короткое замыкание 7.2. Сработало реле низкого давления 7.3 Авария вентиляторов воздухоохладителя	7.1.3. Проверить сопротивление изоляции 7.2.1. Проверить заправку системы. Дозаправить 7.2.2. Проверить прессостат (реле) низкого давления 7.2.3. Дождаться запуска компрессора, см. 8.1
8. Горит красная лампа только в шкафу управления воздухоохладителем	8.1. Авария вентиляторов воздухоохладителя (сработал автомат защиты или внутреннее термореле вентиляторов) 8.1.1. Обледенели лопасти вентиляторов воздухоохладителя 8.1.2. Неисправен один или несколько двигателей вентиляторов воздухоохладителя	8.1.1. Произвести принудительную оттайку до полного удаления льда или снеговой шубы с лопастей вентиляторов, после чего включить автомат защиты вентилятора  8.1.2. Заменить неисправные вентиляторы воздухоохладителя
9. Горят красные лампы и на панели шкафа управления ЕА-, и в шкафу управления ЕВ-. Авария компрессора (сработал автомат защиты двигателя компрессора)	9.1. Повышенный потребляемый ток компрессора. Перегрев двигателя 9.2. Скачок напряжения в сети. Перекос напряжения по фазам. Короткое замыкание 9.3. Недостаток масла 9.4. Жидкий хладагент в масле 9.5. Низкая температура масла	9.1.1. Проверить параметр FST на блокеEWDR974 9.1.2. Проверить настройку прессостата (реле) высокого давления 9.1.3. Проверить уровень масла и его чистоту 9.1.4. Проверить перегрев на всасывании 9.1.5. Проверить сопротивление обмоток двигателя и изоляции 9.2. Проверить напряжение в сети и проводку 9.3.1. Проверить уровень масла 9.3.2. Проверить картерный нагреватель

Окончание таблицы 4

1	2	3
	9.6. Высокое давление конденсации	9.4. Исключить попадание жидкого хладагента в масло 9.5. Подождать, пока масло прогреется 9.6.1. Очистить конденсатор 9.6.2. Проверить работу вентилятора конденсатора 9.6.3. Проверить заправку системы 9.6.4. Проверить прессостат (реле) высокого давления 9.6.5. Проверить температуру окружающей среды 9.6.6. Дождаться запуска компрессора 9.7. Проверить цепь управления компрессором, вентилятором, конденсатором, картерным
10. Компрессор часто включается и останавливается	10.1. Малый дифференциал 10.2. Частое открытие дверей камеры 10.3. Обмерз испаритель 10.4. Недостаток хладагента	10.1. Проверить установку дифференциала 10.2. Исключить возможность частого открывания дверей 10.3. Произвести принудительную оттайку 10.4. Проверить заправку хладагентом

### Контрольные вопросы

1. Для чего проверяют холодильную установку на герметичность и вакуумируют?
2. Каков порядок заправки холодильного контура хладагентом?
3. Какие операции выполняются при техническом обслуживании холодильных установок?

4. Какова технология замены фильтра-осушителя?
5. Какие параметры контролируются при эксплуатации холодильного оборудования?
6. Перечислите основные неисправности холодильных установок.
7. Опишите порядок операций при доливке или замене масла.
8. Каковы признаки наличия некондиционирующих газов в системе?
9. Укажите порядок регулировки приборов автоматики холодильного оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Холодильные агрегаты Серия А.К. АР : руководство по монтажу и эксплуатации. – М. : ЗАО «Остров», 2002. – 97 с.
2. *Лэнгли, Б.* Руководство по устранению неисправностей в оборудовании для кондиционирования воздуха и в холодильных установках (перевод с английского) / под ред. А. Д. Гольперина. – М. : «Евроклимат», 2003. – 220 с.
3. *Котзаогланиан, П.* Пособие для ремонтника : справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования (перевод с французского) / под ред. В. Б. Сапожникова. – М. : АНОО «Учебный центр» Остров, 2007. – 822 с.
4. ГОСТ 4.119–84. Установки холодильные холодопроизводительностью свыше 2,9 кВт. Номенклатура основных показателей. – М. : Издательство стандартов, 1987. – 8 с.
5. СНиП 2.11.02–87 Холодильники. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 8 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ  
ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК  
С ГЕРМЕТИЧНЫМИ КОМПРЕССОРАМИ

Методические указания  
к лабораторным и практическим занятиям

Ответственный за выпуск *Д. Ф. Кольга*  
Редактор *Н. А. Антипович*  
Компьютерная верстка *А. И. Стебуля*

Подписано в печать 22.01.2010 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,18. Тираж 115 экз. Заказ 120.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006.  
ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.  
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.