

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

В.Т. Томилко

Ю.Н. Сластихин

В.И. Бесчеревных

ТРЕНАЖЁР «ERS - 4000»

Учебное пособие

По дисциплине «Вахтенное обслуживание СЭУ» Судовая холодильная
установка провизионных кладовых. Система кондиционирования воздуха.
для курсантов по специальности 26.05.06.

"Эксплуатация судовых энергетических установок"
всех форм обучения

Калининград
Издательство БГА РФ
2021

УДК 621.311:629.5(075)

Учебное пособие рассмотрено и одобрено кафедрой судовых энергетических установок БГАРФ 03.03.2021г., протокол №1.

Авторы: Томилко В.Т. ст. преподаватель кафедры судовых энергетических установок БГАРФ, Сластухин Ю. Н. кандидат технических наук, профессор кафедры ХКТК БГАРФ. Бесчеревных В.И. заведующий тренажёрным комплексом МКО СМФ БГАРФ.

По дисциплине «Вахтенное обслуживание СЭУ» Судовая холодильная установка провизионных кладовых. Система кондиционирования воздуха.

Рецензент: Ейдеюс А. И., кандидат технических наук, профессор кафедры ХКТК БГАРФ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список основных условных обозначений

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. Судовая холодильная установка провизионных кладовых

1. Назначение
2. Состав системы
3. Панель управления
4. Блок управления подачей забортной воды SW PUMP
5. Блок управления отсечными клапанами трубопроводов
6. Блок управления компрессорами
7. Блок управления провизионными кладовыми
8. Сигналы АПС
9. Инструкции по работе с установкой и по ее обслуживанию
 - 9.1. Ввод установки в ручной режим управления
 - 9.2. Оттайка приборов охлаждения в режиме MANUAL
 - 9.3. Дозаправка холодильным агентом
 - 9.4. Дозаправка компрессора маслом
 - 9.5. Выпуск воздуха
 - 9.6. Замена фильтра-осушителя
 - 9.7. Полотка компрессора

Глава 2. Система кондиционирования воздуха

1. Назначение системы
2. Состав системы
3. Панель управления
4. Контроль и управление кондиционером
5. Контроль и управление подачей забортной воды
6. Контроль и управление холодильной машиной
7. Сигналы АПС
8. Система защиты
9. Инструкции по работе с установкой и по ее обслуживанию
 - 9.1. Порядок ввода в работу системы СКВ в летнем режиме
 - 9.2. Порядок ввода в работу системы СКВ в переходном режиме
 - 9.3. Порядок ввода в работу системы СКВ в зимнем режиме
 - 9.4. Дозаправка холодильным агентом
 - 9.5. Дозаправка компрессора маслом
 - 9.6. Выпуск воздуха из системы хладагента
 - 9.7. Замена осушителя

9.8. Устранение влажного хода компрессора

9.9. Устранение влажного хода компрессора

9.10. Поломка автоматического парорегулирующего клапана

ТАБЛИЦА СОКРАЩЕНИЙ

№	Буквенное сокращение	Расшифровка сокращения
1	АВ	Автоматический выключатель
2	АПС	Автоматическая предупредительная сигнализация
3	СХУПР	Судовая холодильная установка провизионных кладовых
4	СЗ	Система защиты
5	СКВ	Система кондиционирования воздуха
6	ВН	Воздухонагреватель
7	ВО	Воздухоохладитель
8	ТРВ	Терморегулирующий вентиль
9	ПК	Предохранительный клапан

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие разработано на основании учебного плана и рабочей программы по дисциплине «Вахтенное обслуживание СЭУ», соответствующих ФГОС ВО по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок". Предназначено для обучения, вахтенного персонала машинного отделения, навыкам грамотной эксплуатации судовой холодильной установки провизионных кладовых и системы кондиционирования воздуха. Пособие дает возможность освоить раздел современного тренажера ERS– 4000, модуля вспомогательных механизмов, а также усовершенствования практических навыков.

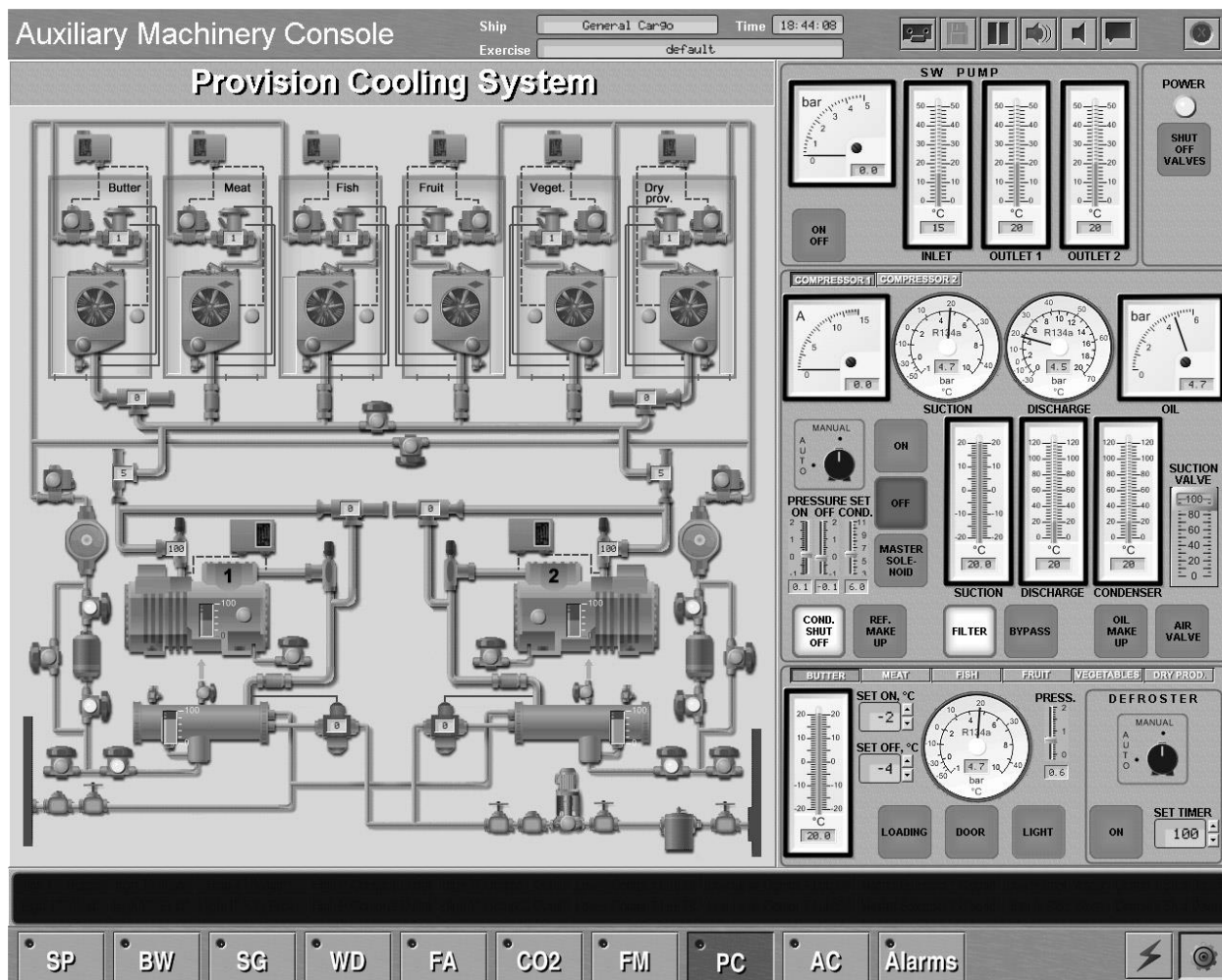
Кроме тренировки практических навыков, тренажер позволяет изучать основные принципы устройства, функционирования холодильной установки провизионных кладовых и системы кондиционирования воздуха, включая:

- подготовку и ввод в работу судовой холодильной установки и системы кондиционирования воздуха;
- контроль за работой судовой холодильной установки и системы кондиционирования воздуха по контролируемым параметрам с помощью системы сигнализации и приборам;
- действия по обнаружению и устранению неисправностей судовой холодильной установки и системы кондиционирования воздуха

Состав тренажера соответствует стандартной комплектации энергетической установки судна. Параметры и характеристики работы судовой холодильной установки и системы кондиционирования воздуха соответствуют реальным условиям эксплуатации, так как тренажер моделирует такие основные процессы, как тепловые, механические, газодинамические, гидродинамические и электрические.

Учебное пособие предназначено для курсантов старших курсов всех форм обучения.

Судовая холодильная установка провизионных кладовых



(Рис.1)

1. Назначение

Автоматизированная холодильная установка (Рис.1) предназначена для создания и поддержания в двух группах провизионных кладовых заданных температурных условий для хранения продуктов.

2. Состав системы

В состав системы входят и моделируются в тренажере:

Провизионные кладовые как термодинамический объект;

Холодильные машины №1 и №2;

Газовый и жидкостной трубопроводы с клапанами, как гидродинамические и газодинамические объекты;

Насос заборной охлаждающей воды.

Провизионные кладовые разделены на две группы, исходя из уровня поддерживаемых в них температур.

Первая группа – три провизионных кладовых для хранения мороженой продукции:

Butter – хранение масла, температура – 2°C;

Meat – хранение мяса, температура – 15°C;

Fish – хранение рыбы, температура – 15°C.

Вторая группа – три провизионных кладовых для хранения охлажденной продукции:

Fruit – хранения фруктов, температура +2°C;

Vegetables – хранение овощей, температура +2°C;

Dry prov. – хранение сухой провизии, температура +8°C.

Каждая из холодильных машин работает на свою группу потребителей, однако холодопроизводительность каждой из них достаточна и для работы на обе группы кладовых в случае необходимости.

Эта возможность обеспечивается соединительными трубопроводами с отсечными клапанами. Основным холодильным агентом выбран фреон R134a, предусмотрена возможность перехода на R401b.

Насос заборной воды, который находится на мнемосхеме внизу справа, подает воду для охлаждения конденсаторов №1, №2.

Конденсаторы №1 и №2 расположены в нижней части мнемосхемы.

На них отображается уровень жидкого хладагента в сборнике конденсатора. Расход заборной воды на охлаждение конденсаторов регулируется с помощью регуляторов давления конденсации (водорегулирующих клапанов), установленных на трубопроводах подачи воды в конденсаторы №1 и №2.

Компрессор №1 обеспечивает поддержание температурного режима в кладовых хранения мороженого груза (Butter, Meat, Fish), компрессор №2 – в кладовых охлажденного груза (Fruit, Vegetables, Dry prov.).

При работе компрессоров загораются индикаторы работы компрессоров на мнемосхеме. Здесь же показывается уровень масла в картере компрессора и степень открытия всасывающего клапана компрессора.

Автоматическое регулирование холодопроизводительности компрессоров предусмотрено двумя методами – “пуск – остановка” компрессоров и “байпасирование”. Регулирование методом байпасирования осуществляется с помощью регулятора производительности по давлению всасывания. На мнемосхеме регулятор установлен на байпасном трубопроводе компрессора. Текущее положение (степень открытия) регулятора отображается на цифровом индикаторе регулятора производительности на мнемосхеме. В смотровом стекле, расположенном на жидкостном трубопроводе мнемосхемы (Рис.1), отображается состояние хладагента и индицируется содержание влаги. Температура воздуха в кладовых поддерживается с помощью воздухоохладителей. Реле температуры контролирует температуру воздуха в соответствующей провизионной кладовой и управляет работой камерных соленоидных вентилях, а также работой вентилятора воздухоохладителя. При открытии соленоидного вентиля на мнемосхеме (выше воздухоохладителя) загорается индикатор его открытого состояния.

Работа вентилятора воздухоохладителя отображается на мнемосхеме.

Подача хладагента в прибор охлаждения (воздухоохладитель) осуществляется терморегулирующим вентилем (выше воздухоохладителя на мнемосхеме). Текущее положение (степень открытия) отображается на цифровом индикаторе терморегулирующего вентиля на мнемосхеме.

3. Панель управления

Панель управления, расположенная в правой части экранной страницы, содержит блоки:

1. Управления подачей забортной воды;
2. Управления отсечными клапанами трубопроводов;
3. Управления компрессорами;
4. Управления провизионными кладовыми.

4. Блок управления подачей забортной воды SW PUMP

Насос забортной воды включается и выключается кнопкой “ON/OFF”. При включении насоса кнопка подсвечивается, а на мнемосхеме “загорается” индикатор работы насоса. Над кнопкой на панели управления установлен цифровой манометр, показывающий давление на нагнетании насоса. Справа от манометра на панели управления установлены три термометра, показывающих температуру забортной воды на входе в систему – “ INLET” и температуру воды после конденсаторов №1 и №2

“OUTLET 1” и “OUTLET 2” соответственно.

5. Блок управления отсечными клапанами трубопроводов

Индикатор POWER сигнализирует о наличии эл. питания системы.

Кнопка “SHUT OFF VALVES” служит для управления отсечными клапанами на паровом и жидкостном соединительных трубопроводах.

При нажатии кнопки, клапана открываются, что обеспечивает взаимозаменяемость компрессоров. При открытии клапанов загораются индикаторы открытия клапанов на мнемосхеме и подсвечивается кнопка на панели управления.

6. Блок управления компрессорами

На блоке расположены закладки “COMPRESSOR 1” и “COMPRESSOR 2”, с помощью которых производится выбор приборов контроля параметров и органов управления соответствующего компрессора. На панели управления установлены амперметр (индикация силы тока), мановакууметр (индикация давления всасывания – SUCTION) и два манометра (индикация давления нагнетания – DISCHARGE и давления в системе смазки компрессора – OIL). При высоком давлении на нагнетании компрессора срабатывает аварийная сигнализация – внизу экрана начинает мигать соответствующий сигнал АПС. При низком давлении в системе смазки компрессора также срабатывает аварийная сигнализация.

В центральной части панели управления установлены три термометра для индикации температуры хладагента на всасывании – SUCTION, на нагнетании – DISCHARGE, в конденсаторе – CONDENSER.

При высокой температуре на нагнетании компрессора срабатывает аварийная сигнализация – внизу экрана начинает мигать соответствующий сигнал АПС. Слева на панели управления расположен переключатель режима работы компрессора AUTO – MANUAL. При установке переключателя в положение AUTO – управление работой двигателей компрессора и соленоидными вентилями осуществляется автоматически. Настройка водорегулирующих клапанов на поддержание заданного значения давления конденсации (0,6 – 0,7 МПа) осуществляется на панели управления. Слева на панели управления установлен задатчик регулятора давления конденсации “PRESSURE SET COND.” Текущее положение регулятора давления конденсации (степень открытия) отображается на цифровом индикаторе регулятора на мнемосхеме. При установке переключателя в положение MANUAL, для включения компрессора сначала необходимо открыть магистральный соленоид нажатием кнопки “MASTER SOLENOID” на панели управления. Кнопка подсвечивается, и на мнемосхеме “загорается” индикатор открытия магистрального соленоидного вентиля. Затем, кнопкой “ON” на панели управления включается

компрессор. Кнопка “OFF” служит для отключения компрессора. Всасывающий клапан компрессора открывается задатчиком “SUCTION VALVE”, расположенном справа на панели управления. Регулирование холодопроизводительности компрессоров предусмотрено двумя методами “пуск – остановка” и “байпасирование”.

Автоматический пуск и остановка компрессора осуществляется реле низкого давления. Настройка реле производится аналоговым задатчиком “PRESSURE”. На шкале “OFF” устанавливается значение давления, при достижении которого компрессор отключается. На шкале “ON” устанавливается значение давления, при достижении которого компрессор включается. Кнопки управления клапанами системы установлены в нижней части блока. Подсвеченный индикатор кнопки соответствует открытому состоянию клапана. При открытии клапана на мнемосхеме загорается индикатор открытия клапана.

Кнопка управления отсечным клапаном на сливе жидкого хладагента из конденсатора. Кнопка управления клапаном заправки (дозаправки) системы хладагентом.

Кнопка управления отсечными клапанами фильтра-осушителя.

Кнопка управления байпасным клапаном фильтра-осушителя (используется при замене фильтра-осушителя).

Кнопка управления клапаном заправки масла в компрессор.

Кнопка управления клапаном, который используется при процедуре выпуска воздуха из системы.

7. Блок управления провизионными кладовыми

Вверху блока установлены закладки для переключения приборов контроля и органов управления соответствующими провизионными кладовыми: Слева на панели управления установлен термометр для индикации текущей температуры в провизионной кладовой. При высокой температуре в охлаждаемом помещении (на 3°С выше заданной) срабатывает аварийная сигнализация – внизу экрана начинает мигать сигнал АПС с указанием соответствующей

провизионной кладовой, например, для хранения масла: High T° “Butter”. Справа от термометра на панели управления установлен цифровой датчик реле температуры, контролирующего температуру воздуха в соответствующей провизионной кладовой и управляющего работой камерных соленоидных вентилей, а также работой вентилятора воздухоохладителя. При открытии соленоидного вентиля на мнемосхеме (выше воздухоохладителя) загорается индикатор его открытого состояния.

В центре блока управления расположен манометр для индикации давления и температуры кипения в соответствующем воздухоохладителе.

Справа от манометра на панели управления для кладовых хранения масла (Butter) и сухой провизии (Dry prov.) установлен датчик регулятора давления испарения “PRESS”. Текущее положение регулятора отображается на цифровом индикаторе на мнемосхеме (ниже воздухоохладителя соответствующей кладовой). В нижней части панели управления расположены кнопки. Кнопка управления загрузкой/выгрузкой кладовой. Сначала необходимо открыть дверь кладовой с помощью кнопки “DOOR” (см. ниже). Затем нажать кнопку “LOADING”: на экране откроется диалоговое окно. В заголовке окна указывается какая кладовая будет загружаться/выгружаться. В центральной части диалогового окна отображается открытая дверь кладовой и количество груза в кг, которое находится в кладовой на данный момент. Выгружаемое количество продуктов вводится в окошке “MASS” в левой части диалогового окна (UNLOAD) и нажимается кнопка “APPLY”. Для загрузки кладовой введите в правой части диалогового окна (LOAD) необходимое количество груза в окошке “MASS”, температуру в окошке “T°” и нажмите кнопку “APPLY”. Процедуру загрузки провизии в камеру можно осуществлять от инструктора. В окне “Data Monitor” в выбранную камеру заносится количество провизии в кг. Если на момент загрузки в камере не было груза, то загружаемая провизия поместится в камеру с температурой, равной температуре воздуха в камере. Если на момент загрузки в камере есть груз,

подгружаемая провизия будет иметь температуру провизии, находящейся в этой камере.

Кнопка управления дверью. Используется при загрузке, выгрузке продуктов из кладовой. При открытии двери, кнопка подсвечивается, а на мнемосхеме (Рис.1) (в нижней части кладовой) отображается открытая дверь. Дверь не закрывается, когда включено освещение кладовой.

Кнопка управления освещением кладовой. Подсвеченная кнопка соответствует включенному освещению. Освещение можно включить только при открытой двери в кладовую. В правом нижнем углу панели управления установлен блок “DEFROSTER”, где находится переключатель управления системой оттайки приборов охлаждения AUTO-MANUAL.

Автоматическое включение системы оттаивания испарителя осуществляется часовым механизмом по таймеру (выставляется периодичность оттайки, в часах), отключение – по команде термореле. Процесс оттайки отражается на мнемосхеме – загорается индикатор красного цвета. Кнопка управления процессом оттайки испарителя при положении переключателя MANUAL. При оттайке кнопка подсвечивается, а на мнемосхеме загорается индикатор красного цвета (рядом с воздухоохладителем).

8 Сигналы АПС

High To “Butter” – превышение заданной температуры в кладовой (на 3С);

High To “Meat” – превышение заданной температуры в кладовой (на 3 С);

High To “Fish” – превышение заданной температуры в кладовой (на 3 С);

High To “Fruit” – превышение заданной температуры в кладовой (на 3 С);

High To “Vegetables” – превышение заданной температуры в кладовой (на 3С);

High To “Dry Provis.” превышение заданной температуры в кладовой (на 3°C);

High Press. Compr. 1 Out – высокое давление на выходе Компрессора 1;

High To. Compr. 1 Out – высокая температура на выходе Компрессора 1;

Low Press. Compr. 1 Oil – низкое давление масла в Компрессоре 1;

Low Level. Compr. 1 Oil – низкий уровень масла в Компрессоре 1;

Solenoid 1 Closed – соленоид Компрессора 1 закрыт;

Compressor 1 Shut Down – Останов Компрессора 1 автоматикой;

High Press. Compr. 2 Out – высокое давление на выходе Компрессора 2;

High To. Compr. 2 Out – высокая температура на выходе Компрессора 2;

Low Press. Compr. 2 Oil – низкое давление масла в Компрессоре 2;

Low Level. Compr. 2 Oil – низкий уровень масла в Компрессоре 2;

Solenoid 2 Closed – соленоид Компрессора 2 закрыт;

Compressor 2 Shut Down – Останов Компрессора 2 автоматикой;

Low Press. Cool Water – низкое давление заборной охлаждающей воды;

Man In Cold Store – человек в холодной кладовой.

9. Инструкции по работе с установкой и по ее обслуживанию

9.1. Ввод установки в ручном режиме управления

1. Включить насос заборной воды. Контролировать его работу по манометру.

2. Установить переключатель режима работы компрессора в положение MANUAL.

3. Открыть отсежные клапана на трубопроводах циркуляции хладагента.

4. При пуске холодильной машины для работы только на свою группу кладовых, отсежные клапана на соединительных паровом и жидкостном трубопроводах закрыты. В случае работы одной из

холодильных машин на обе группы потребителей (вторая машина не включается), отсечные клапана необходимо открыть.

5. Настроить реле низкого давления.

На шкале “OFF” установить значение давления, при достижении которого компрессор будет отключаться. К моменту остановки компрессора во всех охлаждаемых кладовых температура воздуха должна достичь заданного значения. На шкале “ON” установить значение давления, при достижении которого компрессор включается. К этому моменту температура хотя бы в одном помещении повысилась выше заданного значения.

6. Настроить температурные реле для каждой кладовой.

7. Для кладовых хранения “Butter” и “Dry. Prov.” Настроить регулятор давления испарения.

8. Открыть магистральный соленоидный вентиль.

9. Запустить компрессор.

10. Установить переключатель режима работы системы оттайки приборов в положение AUTO.

11. Установить период (в часах), через который будет производиться оттайка приборов охлаждения в каждом охлаждательном помещении.

12. Установить переключатель управления системой оттайки в положение AUTO.

13. Следить за параметрами работы установки, поддерживая их значение в нормальном диапазоне. О всех неполадках сообщает система аварийной сигнализации. При достижении контролируемым параметром предельно допустимого значения срабатывает защита – внизу экрана включается соответствующий сигнал АПС.

14. При необходимости загрузить (выгрузить) в провизионные кладовые заданную массу грузов (продуктов).

9.2. Оттайка приборов охлаждения в режиме MANUAL

Используется в случае повышенного нарастания снежного покрова на поверхности приборов охлаждения. Если толщина

снежного покрова достигла 5 мм и более, а процесс оттайки приборов в автоматическом режиме не начался, то необходимо:

1. Переключатель управления системой оттайки поставить в положение MANUAL.

2. Нажать кнопку “ON” под переключателем.

Окончание процесса оттайки осуществляется автоматически камерным реле температуры оттайки при повышении температуры поверхности прибора охлаждения выше 0°C

9.3. Дозаправка холодильным агентом

Производится, если режим работы холодильной машины свидетельствует о недостаточности хладагента в системе (низкий уровень хладагента в ресиверной части конденсатора, пузырьки газа в смотровом стекле, пониженное давление всасывания, повышенный перегрев на всасывании и температура на нагнетании):

1. Переключатель режима работы компрессора установить в положение MANUAL.

2. Закрыть отсечной клапан на жидкостном трубопроводе после конденсатора.

3. Открыть заправочный клапан.

4. Контролировать уровень хладагента по смотровому стеклу на ресиверной части конденсатора.

5. По окончании процесса закрыть заправочный клапан (уровень хладагента в смотровом стекле конденсатора 0,4÷0,5 Н).

6. Открыть отсечной клапан после конденсатора.

7. Включить компрессор.

8. Переключатель режима работы установить в положение AUTO.

9. Следить за параметрами работы холодильной машины.

В случае переполнения системы хладагентом возможен “влажный” ход компрессора.

9.4. Дозаправка компрессора маслом

Производится, если уровень масла в смотровом стекле на картере компрессора понизился ниже отметки $\frac{1}{2}$ Н. Дозаправку маслом лучше производить на не работающем компрессоре (хорошо виден уровень масла в смотровом стекле):

1. Переключатель режима работы компрессора установить в положение MANUAL.

2. Прикрыть всасывающий ventиль компрессора.

3. После понижения давления всасывания (в картере) до значения, ниже атмосферного (-0,5 бар), остановить компрессор.

4. Открыть клапан заправки маслом.

5. По окончании процесса (уровень масла не более $\frac{2}{3}$ смотрового стекла) закрыть клапан.

6. Включить компрессор.

7. Переключатель режима работы установить в положение AUTO.

8. Контролировать параметры работы холодильной машины. В случае невозможности остановки компрессора (например, загрузка значительного количества продуктов с достаточно высокой температурой) на момент дозаправки маслом, необходимо:

1. Перенастроить реле низкого давления – на шкале “OFF” сделать установку $\approx -0,5 - -0,3$.

2. После понижения давления ниже атмосферного открыть маслозаправочный клапан.

3. По окончании процесса заправки клапан закрыть.

4. Перенастроить реле низкого давления на рабочий режим.

5. Контролировать параметры работы холодильной машины. В случае заправки масла в работающий компрессор возможна либо не полная заправка, либо перезаправка маслом.

9.5. Выпуск воздуха

Производится, если стрелка манометра на нагнетании совершает резкие колебательные движения, а давление нагнетания превышает оптимальное значение на 0,2 МПа и более:

1. Переключатель режима работы компрессора установить в положение MANUAL.
2. Отключить компрессор.
3. Настроить регулятор давления конденсации на 100% открытие (Рис.1).
4. После понижения температуры воды на выходе из конденсатора (термометр OUTLET) до температуры заборной воды (термометр INLET), открыть клапан выпуска воздуха из системы.
5. При понижении давления нагнетания до значения, соответствующего оптимальной температуре конденсации, т.е. при выравнивании показаний температур на манометре DISCHARGE и термометре DISCHARGE, закрыть клапан выпуска воздуха.
6. Проконтролировать уровень хладагента по смотровому стеклу на конденсаторе (понижение уровня не должно произойти).
7. Настроить регулятор давления конденсации на поддержание заданного значения давления (0,6 – 0,7 МПа).
8. Включить компрессор.
9. Переключатель режима работы установить в положение AUTO.

9.6. Замена фильтра-осушителя

Производится, если изменяется цветовая окраска индикатора смотрового стекла. Цвет индикатора меняется с зеленого на желтый при попадании влаги в систему хладагента:

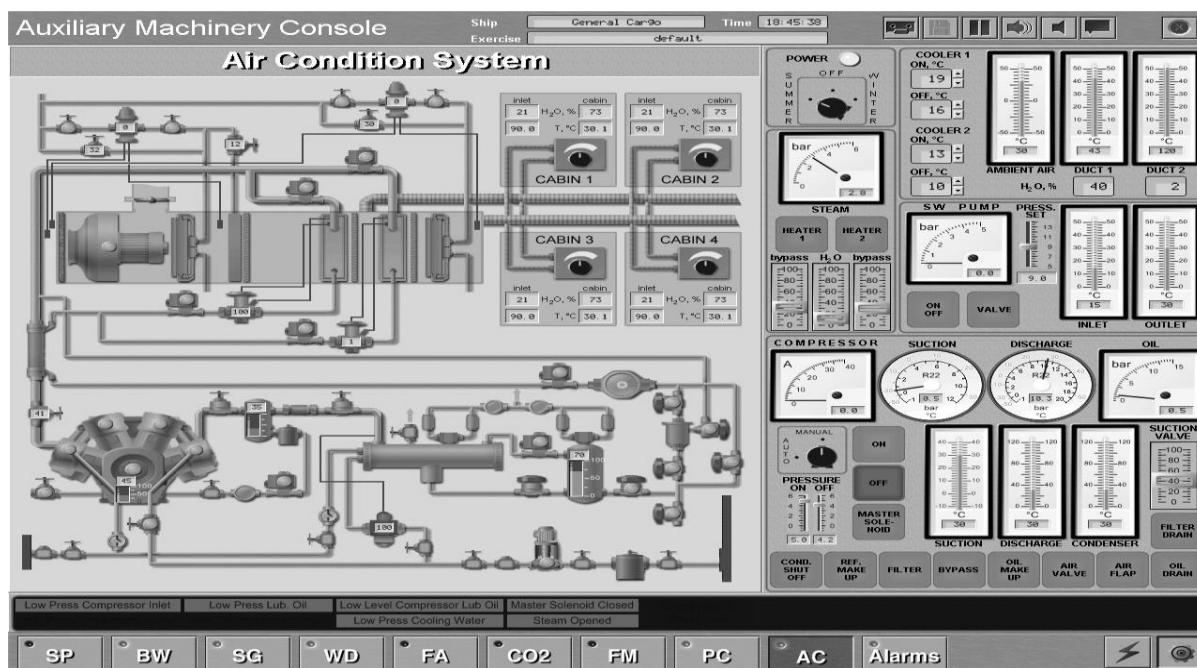
1. Закрыть отсежные клапана фильтра-осушителя.
2. Открыть байпасный клапан фильтра-осушителя. При этом изменится цвет индикатора с желтого на зеленый, т.к. произойдет имитация замены фильтра-осушителя.
3. Открыть отсежные клапана фильтра-осушителя.
4. Закрыть байпасный клапан фильтра-осушителя.

9.7. Поломка компрессора

При выходе из строя одного из компрессоров, другой компрессор обеспечит поддержание температурного режима во всех шести провизионных кладовых:

1. При необходимости (поломка компрессора №1) перенастроить реле низкого давления рабочего компрессора (№2).
2. Переключатель режима работы остановленного (сломанного) компрессора установить в положение MANUAL.
3. Закрыть магистральный соленоидный вентиль на не работающей холодильной машине.
4. Открыть отсечные клапана на паровом и жидкостном соединительных трубопроводах.

Система кондиционирования воздуха



(Рис.2)

1. Назначение системы

Центральная прямоточная двух канальная высоконапорная система

кондиционирования (Рис.2) предназначена для круглогодичной тепло-влажностной обработки воздуха в жилых каютах, столовой, кают-компания и других помещениях судна.

2. Состав системы

- В состав системы входят и моделируются в тренажере:
- Система трубопроводов как гидро- и газодинамический объект;
- Холодильная машина;
- Насос забортной охлаждающей воды;
- Паровые воздухонагреватели;
- Воздухоохладители;
- Центробежный прямоточный вентилятор с воздушным фильтром;
- Регулятор влажности.
- Работа кондиционера осуществляется круглогодично в одном из трех режимов: летом – температура наружного воздуха ($t_{нар}$) $+25^{\circ}\text{C}$ и выше, переходном – $t_{нар}$ от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$ и зимой – $t_{нар}$ ниже $+15^{\circ}\text{C}$. Движение воздуха через кондиционер обеспечивается центробежным прямоточным вентилятором с электродвигателем и воздушным фильтром. При работе вентилятора загорается индикатор его работы на мнемосхеме. При поломке вентилятора воздух поступает в данную систему кондиционирования от вентилятора кондиционера другого борта через заслонку на мнемосхеме (Рис.2).

В установке предусмотрены два паровых воздухонагревателя первой ВН1 (за вентилятором) и второй ВН2 (на выходе из кондиционера) ступени, расположенных в верхней части мнемосхемы.

Регулирование температуры воздуха за первой и второй ступенью нагревателей осуществляется автоматически за счет изменения подачи водяного пара с помощью парорегулирующих клапанов (регуляторов температуры прямого действия). При этом парорегулятор первой ступени настроен на поддержание постоянной температуры воздуха в первом канале, а настройка парорегулятора второй ступени меняется в зависимости от температуры наружного

воздуха. В случае поломки автоматических парорегулирующих клапанов регулирование подачи пара осуществляется ручными регулирующими клапанами. Текущее положение парорегулирующих и ручных регулирующих клапанов (степень открытия) отображается на цифровых индикаторах клапанов на мнемосхеме. При температуре наружного воздуха ниже 5°C производится увлажнение обрабатываемого воздуха водяным паром. Увлажнитель воздуха вместе с каплеулавителем расположены за первой ступенью воздухонагревателя на мнемосхеме. В установке предусмотрено два воздухоохладителя первой ВО1 и второй ВО2 ступени непосредственного охлаждения. Воздухоохладители расположены в верхней части мнемосхемы. За воздухоохладителями установлены каплеулавлятели. Подача хладагента в воздухоохладители осуществляется терморегулирующими вентилями ТРВ (ниже воздухоохладителей на мнемосхеме). Текущее положение (степень открытия) отображается на цифровом индикаторе ТРВ.

При открытии соленоидных вентилей на мнемосхеме (ниже и выше воздухоохладителей) загораются индикаторы их открытого состояния. В правой части мнемосхемы показана часть обслуживаемых кондиционером судовых помещений, в которых поддерживаются желательные температуры и влажность воздуха. Регулирование параметров воздуха осуществляется с помощью переключателя каютного воздухораспределителя, установленного в помещении. Насос забортной воды подает воду на охлаждение конденсатора и компрессора. Расход забортной воды на охлаждение конденсатора регулируется с помощью регулятора давления конденсации (водорегулирующего клапана), установленного на трубопроводе подачи воды в конденсатор.

Текущее положение (степень открытия) отображается на цифровом индикаторе регулятора давления конденсации на мнемосхеме. На трубопроводах слива воды из конденсатора и компрессора, на мнемосхеме, установлены индикаторы протока. При температуре наружного воздуха 25°C и более, система кондиционирования переключается в летний режим "SUMMER". При этом она обслуживается холодильной машиной, работающей на

фреоне 22. Компрессор поршневой восьмицилиндровый находится на мнемосхеме внизу слева. Работе двигателя компрессора загорается индикатор в центре, по мере ввода в работу цилиндров загораются индикаторы работы соответствующих пар цилиндров компрессора. В нижней части компрессора, на мнемосхеме показывается уровень масла в картере. Регулирование холодопроизводительности компрессора осуществляется попарным отключением его цилиндров за счет электромагнитного отжима пластин всасывающих клапанов при уменьшении давления всасывания, которое меняется при изменении тепловой нагрузки воздухоохладителей.

Управление электромагнитными отжимными устройствами осуществляется реле низкого давления с помощью управляющей системы, в которую входит реле времени. На нагнетательной стороне компрессора установлен маслоотделитель с автоматическим поплавковым клапаном для возврата масла в картер компрессора. На маслоотделителе показывается уровень масла в аппарате. На маслопроводе возврата масла в картер компрессора установлены фильтр, индикатор протока масла и соленоидный клапан, который открывается по команде реле температуры при повышении температуры в маслоотделителе до 60°C. При открытии загорается индикатор открытия соленоидного клапана на мнемосхеме.

Конденсатор расположен в центральной части мнемосхемы. На аппарате предусмотрен клапан выпуска воздуха, открытое состояние клапана отображается на мнемосхеме индикатором – подсвеченной стрелкой.

Ресивер расположен на мнемосхеме рядом с конденсатором. Здесь отображается уровень жидкого хладагента в сосуде. На уравнительном паровом трубопроводе между конденсатором и ресивером установлен соленоидный клапан, который открывается при пуске компрессора и закрывается при остановке. При открытом состоянии загорается индикатор открытия соленоидного клапана на мнемосхеме. На ресивере и конденсаторе установлены предохранительные клапана (ПК). При повышении давления в аппарате (сосуде) свыше предельно допустимого значения 20 бар (избыточное), ПК срабатывают и аппарат (сосуд) соединяется с

трубопроводом аварийного выпуска хладагента за борт. Срабатывание предохранительного клапана отображается на индикаторе, установленном на аварийном трубопроводе, дополнительно загорается стрелка выпуска агента за борт. Удаление влаги из системы хладагента осуществляется с помощью осушителя, установленного в левой части мнемосхемы. Для управления клапанами осушителя во время процедуры его замены используются кнопки, установленные в нижней части блока управления. Подсвеченный индикатор кнопки соответствует открытому состоянию клапана. При открытии клапана на мнемосхеме загорается индикатор открытия клапана. Для контроля наличия влаги в хладагенте и состояния его в жидкостном трубопроводе установлено смотровое стекло (индикатор влажности). С левой стороны на мнемосхеме выше компрессора установлен регенеративный теплообменник.

3. Панель управления

Панель управления, расположенная в правой части экранной страницы, содержит органы контроля и управления системы кондиционирования:

4. Контроль и управление кондиционером

В верхней левой части панели управления установлен индикатор “POWER”, сигнализирующий о наличии электропитания системы.

Ниже сигнальной лампы расположен переключатель режима работы кондиционера “SUMMER-OFF-WINTER”. При установке переключателя в положение “SUMMER” кондиционер работает в летнем режиме, при этом происходит охлаждение и осушение воздуха. В положении переключателя “OFF” отключено электропитание двигателей компрессора и насоса забортной воды и вентилятора. При установке переключателя в положение “WINTER” кондиционер работает либо в зимнем режиме, при этом происходит нагрев и увлажнение воздуха, либо в переходном режиме вентиляции, при этом обработка воздуха не осуществляется (нагреватели и

увлажнитель отключены). Нагреватели включаются в работу кнопками “HEATER1”, “HEATER2”, при этом кнопки подсвечиваются. Кнопки установлены на панели управления слева. Регулирование температуры воздуха за первой и второй ступенью нагревателей осуществляется автоматически за счет изменения подачи водяного пара с помощью парорегулирующих клапанов (регуляторов температуры прямого действия). В случае поломки автоматических парорегулирующих клапанов регулирование подачи пара осуществляется ручными регулируемыми клапанами. Органы управления ручными регулируемыми клапанами “bypass” установлены на панели управления внизу слева. Автоматическое регулирование влажности обрабатываемого воздуха осуществляется парорегулирующим клапаном воздухонагревателя первой ступени. Для этого при переходе на зимний режим работы производится отстройка системы, т. е. установление необходимого соотношения расходов пара на воздухонагреватель ВН1 и увлажнитель с помощью ручного регулирующего клапана, расположенного выше увлажнителя воздуха на мнемосхеме. Настройка регулирующего клапана увлажнителя воздуха осуществляется с помощью задатчика “H2O”, расположенного на панели управления рядом с “BP 1” и “BP 2”. Текущее положение клапана отображается на цифровом индикаторе на мнемосхеме. Ниже переключателя режима работы кондиционера на панели управления

установлен цифровой манометр, показывающий давление водяного пара, подаваемого в систему. В правой части панели управления установлены три термометра для индикации температур воздуха – наружного “AMBIENT AIR”, в первом канале “DUCT 1” и во втором канале “DUCT 2”. Ниже термометров установлены приборы для индикации относительной влажности воздуха в первом и втором каналах. Слева от терморегуляторов на панели управления установлены цифровые задатчики реле температур, контролирующей температуры воздуха за первым ВО1 и вторым ВО2 воздухоохладителями и управляющими работой соленоидных вентилей на подаче и возврате хладагента из воздухоохладителей. Регулирование параметров воздуха в помещениях осуществляется с

помощью переключателя каютного воздухораспределителя, установленного в помещении. Текущая температура и влажность воздуха в помещении отображается на индикаторе, установленном на мнемосхеме выше переключателя.

5. Контроль и управление подачей забортной воды

Насос забортной воды подает воду на охлаждение конденсатора и компрессора. Для приведения системы в действие, прежде всего, необходимо нажать кнопку “VALVE” в нижней части панели, тем самым открыть клапан подачи воды на охлаждение компрессора. При открытии клапана кнопка подсвечивается, а на мнемосхеме загорается индикатор открытия клапана (расположен ниже компрессора). Затем, включить насос забортной воды кнопкой “ON/OFF” на панели управления, при этом кнопка подсвечивается. На мнемосхеме загорается индикатор работы насоса.

Над кнопками на панели управления установлен цифровой манометр, показывающий давление на нагнетании насоса. При низком давлении на нагнетании насоса срабатывает аварийная сигнализация, внизу экрана начинает мигать соответствующий сигнал АПС. Справа от манометра на панели управления установлены термометры, показывающие температуру забортной воды “INLET” и температуру воды, удаляемой из конденсатора “OUTLET”. Расход забортной воды на охлаждение конденсатора регулируется с помощью регулятора давления конденсации (водорегулирующего клапана), установленного на трубопроводе подачи воды в конденсатор.

Орган управления водорегулирующим клапаном для поддержания определенного давления конденсации (8 ÷ 11 бар) “PRESS. SET” находится в центре на панели управления. Текущее положение (степень открытия) отображается на цифровом индикаторе регулятора давления конденсации на мнемосхеме.

6. Контроль и управление холодильной машиной

Система кондиционирования, при температуре наружного воздуха более 25 градусов работает в режиме “SUMMER” и обслуживается при этом холодильной машиной. Регулирование холодопроизводительности компрессора холодильной машины осуществляется по-парным отключением его цилиндров за счет электромагнитного отжима пластин всасывающих клапанов при уменьшении давления всасывания, которое меняется при изменении тепловой нагрузки воздухоохладителей. Управление электромагнитными отжимными устройствами осуществляется реле низкого давления с помощью управляющей системы, в которую входит реле времени. Настройка реле давления производится аналоговым задатчиком “PRESSURE”. На шкале “OFF” устанавливается значение давления всасывания, при достижении которого через определенное время начинают отключаться цилиндры компрессора. На шкале “ON” устанавливается значение давления, при достижении которого цилиндры компрессора начнут включаться также по таймеру. В верхней части панели управления установлены: амперметр (показывает силу тока электродвигателя мановакууметр “SUCTION” компрессора), (показывает давление всасывания), манометр “DISCHARGE” (показывает давление нагнетания), манометр “OIL” (показывает давление в системе смазки компрессора). При высоком давлении на нагнетании, низком давлении на всасывании или в системе смазки компрессора, срабатывает аварийная сигнализация – в нижней части экрана начинают мигать соответствующие сигналы АПС, происходит остановка (Shut Down) компрессора.

В центре панели управления установлены три термометра для определения температуры хладагента на всасывании – “SUCTION”, на нагнетании – “DISCHARGE”, конденсации – “CONDENSER”. При высокой температуре на нагнетании компрессора срабатывает аварийная сигнализация, в нижней части экрана начинает мигать соответствующий сигнал АПС, компрессор останавливается (Shut Down). Слева на панели управления расположен переключатель режима работы компрессора “AUTO-MANUAL”. При установке переключателя в положение AUTO, управление работой компрессора,

магистральным соленоидным вентилем и соленоидными вентилями испарителей осуществляется автоматически. При установке переключателя в положение MANUAL, для включения компрессора сначала необходимо открыть магистральный соленоидный вентиль нажатием кнопки “MASTER SOLENOID” на панели управления. Кнопка подсвечивается, а на мнемосхеме загорается индикатор открытия вентиля.

В режиме MANUAL всасывающий запорный клапан компрессора закрыт, нагнетательный открыт, включены электромагнитные отжимные устройства, которые поднимают пластины всасывающих клапанов, выключая из работы цилиндры и создавая, тем самым, “холостой ход” компрессора. Затем, кнопкой “ON” на панели управления включается компрессор.

После запуска компрессора открываются соленоидные вентили испарителей, затем, через несколько секунд, отключаются отжимные устройства и начинают работать его цилиндры. На мнемосхеме загораются индикаторы работы цилиндров. Всасывающий клапан компрессора открывается задатчиком “SUCTION VALVE”, расположенном справа на панели управления. Текущее положение (степень открытия) отображается на цифровом индикаторе всасывающего клапана на мнемосхеме. Кнопка “OFF” на панели управления служит для отключения компрессора в положении переключателя режима работы MANUAL. При этом закрываются соленоидные вентили испарителей.

Управление клапаном выпуска воздуха осуществляется кнопкой “AIR VALVE”. Подсвеченная кнопка соответствует открытому состоянию клапана. Для открытия клапана отсоса хладагента из осушителя служит кнопка “FILTER DRAIN”. Для управления отсечными клапанами осушителя служит кнопка “FILTER”. Для управления байпасным клапаном осушителя служит кнопка “BYPASS”.

Наличие влаги в хладагенте и контроль состояния его в жидкостном трубопроводе диагностируется с помощью смотрового стекла (индикатора влажности). В нижней части панели управления

расположены кнопки управления клапанами. Подсвеченная кнопка соответствует открытому состоянию клапана. При открытии клапана на мнемосхеме загорается индикатор открытия клапана. Кнопка управления отсечным клапаном на сливе жидкого хладагента из ресивера. Кнопка управления клапаном заправки системы хладагентом. Кнопка управления клапаном заправки масла в компрессор. Кнопка управления воздушной заслонкой.

7. Сигналы АПС

Low Press. Compr. Inlet – низкое давление всасывания компрессора;

High Press. Compr. Outlet – высокое давление нагнетания компрессора;

Low Press. Lub. Oil – низкое давление смазочного масла компрессора;

High T Compr. Outlet – высокая температура на стороне нагнетания компрессора;

Low Level Compr. Oil – низкий уровень смазочного масла в компрессоре;

Low Press. Cool. Water – низкое давление охлаждающей (заборной) воды;

Solenoid Closed – магистральный соленоид закрыт;

Steam opened – подача пара открыта;

Compressor Shut Down – аварийный останов компрессора.

8. Система защиты

Как отдельное устройство (система) отсутствует. Реализована за счет автоматики – останов (Shut Down) компрессора холодильной машины, например, при повышении давления и температуры нагнетания, понижении давления всасывания или давления смазки.

Water Steam Reg.2 fault – неисправность регулятора 2, полное открытие парового клапана;

Automatic Oil drain fault – неисправность маслоотделителя, снижается подача воздуха;

High Pressure Pressostat fault – неисправность прессостата, не работает защита по высокому давлению;

Oil Leakage – утечка масла из компрессора;

SW Reg. Valve Fault – неисправность клапана заборной воды, не работает регулятор поддержания давления в конденсаторе.

9. Инструкции по работе с установкой и по ее обслуживанию

9.1. Порядок ввода в работу системы СКВ в летнем режиме

Переключение системы СКВ на летний режим работы осуществляется при достижении температуры наружного воздуха +25°C:

1. Переключатель режима работы кондиционера установить в положение SUMMER.

2. Открыть клапан подачи воды на охлаждение компрессора.

3. Включить насос заборной воды.

4. Открыть отсечные клапаны на трубопроводах циркуляции хладагента.

5. Настроить температурные реле.

6. Установить переключатель режима работы компрессора в положение MANUAL.

7. Настроить реле низкого давления.

На шкале “OFF” установить значения давления всасывания, при достижении которого с временной задержкой начнут отключаться цилиндры компрессора. На шкале “ON” установить значения давления, при достижении которого цилиндры компрессора начнут включаться также по таймеру.

8. Открыть магистральный соленоидный вентиль.

9. Проверить закрытие всасывающего клапана компрессора.

10. Запустить компрессор.

При этом включены электромагнитные отжимные устройства, которые поднимают пластины всасывающих клапанов, выключая из работы цилиндры компрессора и обеспечивая, тем самым, “холостой ход”.

После запуска компрессора через несколько секунд отжимные устройства отключаются через несколько секунд и начинают работать его цилиндры:

1. Частично (на 5-10%) приоткрыть всасывающий клапан компрессора.

Системы тренажерного модуля:

2. Проверить давление в системе смазки компрессора.

3. При нормальном значении давления масла продолжить открытие всасывающего клапана с соблюдением правил безопасности.

4. Установить переключатель режима работы компрессора в положение AUTO.

5. С помощью ручных переключателей установить желаемые температуры воздуха в каютах. Значения температуры и влажности воздуха в каюте отражаются на индикаторах.

6. Следить за параметрами работы установки поддерживая их значения в нормальном диапазоне. О всех неполадках сообщает система аварийной сигнализации. При достижении контролируемым параметром предельно допустимого значения внизу экрана загорается соответствующий сигнал АПС. В случаях, когда не предприняты действия по нормализации работы компрессора, может сработать защита SHUT DOWN и компрессор останавливается, после чего ввод его в работу возможен только в режиме MANUAL.

9.2 Порядок ввода в работу системы СКВ в переходном режиме

Переключение системы СКВ в переходный режим работы осуществляется при температуре наружного воздуха от +15°C до +25°C. Переключатель режима работы кондиционера установить в положение WINTER, отключить нагреватели и увлажнитель, при этом будет работать только вентилятор.

9.3. Порядок ввода в работу системы СКВ в зимнем режиме

Переключение системы СКВ в зимний режим работы осуществляется при достижении температуры наружного воздуха +15°C:

1. Переключатель режима работы кондиционера установить в положение WINTER.

2. В зависимости от температуры наружного воздуха включить нагреватели первой и второй ступеней.

Температура воздуха за первой и второй ступенью нагревателей, а также относительная влажность обрабатываемого воздуха поддерживается автоматически с помощью регуляторов температуры прямого действия (парорегулирующих клапанов). При этом регулятор первой ступени поддерживает постоянную температуру на выходе первого канала, а регулятор второй ступени поддерживает температуру на выходе из второго канала в соответствии с его настройкой, автоматически изменяющейся в зависимости от температуры наружного воздуха.

3. Для регулирования влажности воздуха необходимо вручную открыть клапан “H₂O”, наблюдая за показателями влажности воздуха в первом и втором каналах. После его установки влажность регулируется автоматически в зависимости от температуры наружного воздуха регулятором температуры первого канала.

4. С помощью ручных каютных переключателей установить желаемую температуру воздуха в каюте.

5. Следить за параметрами работы СКВ, поддерживая их значение в нормальном диапазоне.

9.4. Дозаправка холодильным агентом

Производится, если режим работы холодильной машины свидетельствует о недостаточности хладагента в системе (низкий уровень хладагента в ресивере, пузырьки газа в смотровом стекле, пониженное давление всасывания, повышенный перегрев на всасывании и температура на нагнетании):

1. Переключатель режима работы компрессора установить в положение MANUAL.

2. Закрывать отсечной клапан на жидкостном трубопроводе после ресивера.
3. Открыть заправочный клапан.
4. Контролировать уровень хладагента по смотровому стеклу на ресивере.
5. По окончании процесса закрыть заправочный клапан (уровень хладагента в смотровом стекле на ресивере 50%).
6. Открыть отсечной клапан после ресивера.
7. Переключатель режима работы установить в положение AUTO.
8. Следить за параметрами работы холодильной машины.
9. В случае переполнения системы хладагентом возможен “влажный” ход компрессора.

9.5. Дозаправка компрессора маслом

Производится, если уровень масла в смотровом стекле на картере компрессора понизился ниже отметки 1/2 максимального уровня. Дозаправку маслом лучше производить на не работающем компрессоре (хорошо виден уровень масла в смотровом стекле):

1. Переключатель режима работы компрессора установить в положение MANUAL.
2. Закрывать всасывающий клапан компрессора.
3. После понижения давления всасывания (в картере) до значения, ниже атмосферного (-0,5 бар), остановить компрессор.
4. Открыть клапан заправки маслом.
5. По окончании процесса (уровень масла не более 2/3 смотрового стекла) закрыть клапан.
6. Включить компрессор.
7. Открыть всасывающий клапан компрессора.
8. Переключатель режима работы установить в положение AUTO.
9. Контролировать параметры работы холодильной машины.

9.6. Выпуск воздуха из системы хладагента

Производится, если стрелка манометра на нагнетании совершает резкие колебательные движения, а давление нагнетания превышает оптимальное значение на 2 бара и более:

1. Переключатель режима работы компрессора установить в положение MANUAL.

2. Закрывать всасывающий клапан компрессора.

3. Отключить компрессор.

4. Настроить регулятор давления конденсации на 100% открытие (что соответствует положению задатчика “5”).

5. После понижения температуры воды на выходе из конденсатора (термометр OUTLET) до температуры заборной воды (термометр INLET) открыть клапан выпуска воздуха из системы.

6. При понижении давления нагнетания до значения, соответствующего оптимальной температуре конденсации, т.е. при выравнивании показаний температур на манометре DISCHARGE и термометре CONDENSER, закрыть клапан выпуска воздуха.

7. Проконтролировать уровень хладагента по смотровому стеклу на ресивере (понижение уровня не должно произойти).

8. Настроить регулятор давления конденсации на поддержание заданного значения давления (9-10 бар).

9. Включить компрессор.

10. Открыть всасывающий клапан компрессора.

11. Переключатель режима работы установить в положение AUTO.

9.7. Замена осушителя

Производится, если изменяется цветовая окраска индикатора смотрового стекла. Цвет индикатора меняется с зеленого на желтый при попадании влаги в систему хладагента:

1. Закрывать отсекающие клапаны осушителя.

2. Открыть байпасный клапан осушителя.

3. Открыть клапан отсоса хладагента из осушителя на несколько минут (1-2 мин.).

4. Закрывать клапан отсоса хладагента.
5. Открыть отсечные клапаны осушителя.
6. Закрывать байпасный клапан осушителя. При этом изменится цвет индикатора с желтого на зеленый, т.к. произойдет имитация процедуры замены осушителя.

9.8. Устранение влажного хода компрессора

Производится, если резко падает температура на нагнетании (понижается до $+10^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$), уменьшается перегрев ($\Delta t_{\text{пер}} = t_{\text{вс}} - t_0 = 0$), изменяется звук работы компрессора на глухой, обмерзают стенки цилиндра и картера (при значительном заливе жидким хладагентом), появляется стук, стрелка амперметра уходит за красную черту:

1. Прикрыть всасывающий клапан компрессора (открытие 5-10%).
2. После исчезновения признаков влажного хода медленно открыть всасывающий клапан компрессора.
3. Проверить уровень масла в картере, при необходимости, дозаправить компрессор маслом.

9.9. Поломка вентилятора кондиционера

При поломке вентилятора воздух поступает в данный кондиционер от вентилятора кондиционера другого борта через воздушную заслонку.

Для этого необходимо нажать кнопку управления воздушной заслонкой.

Аналогично можно поступить при засорении воздушного фильтра вентилятора до его замены.

9.10 Поломка автоматического парорегулирующего клапана

При поломке автоматического парорегулирующего клапана:

1. Закрывать отсечные клапаны парорегулятора “bypass 1” и “bypass 2” (на время ремонта).

2. Открыть ручной регулирующий клапан на обводном трубопроводе,

настроив его расход по показаниям термометров на выходах каналов.