



**Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж**

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
А. И. Колесниченко

**Методические указания по выполнению практических работ
(для преподавателей)**

**ПМ.02 ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ,
ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного
оборудования**

**15.02.06 «Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт холодильно-
компрессорных и
теплонасосных машин и установок (по отраслям)»**

МО-15 02 06-ПМ.02.-МДК 02.02.ПЗ

РАЗРАБОТЧИК	Кузьменков В.И
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ	Никишин М.Ю.
ГОД РАЗРАБОТКИ	2023
ГОД ОБНОВЛЕНИЯ	2025

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 2/42

Содержание

Введение.....	3
Перечень практических занятий.....	9
Практическое занятие №1. Испытание на прочность и герметичность системы хладагента судовой холодильной установки.....	10
Практическое занятие №2. Испытание под вакуумом системы хладагента судовой холодильной установки.....	12
Практическое занятие №3. Испытание на герметичность систем водяного охлаждения и смазочного масла.....	13
Практическое занятие №4. Выполнение первоначальной заправки системы хладагентом.....	14
Практическое занятие №5. Выполнение первоначальной заправки системы смазочным маслом.....	16
Практическое занятие № 6. Приготовление рассола и измерение его концентрации.....	19
Практическое занятие №7. Выполнение пробной работы судовой холодильной установки, вывод на заданный режим.....	20
Практическое занятие №8. Определение характеристик измерительного прибора.....	22
Практическое занятие № 9. Подбор, настройка механического ТРВ и электронного расширительного вентилля.....	23
Практическое занятие №10. Подбор, настройка регуляторов давления конденсации.....	27
Практическое занятие №11. Подбор, настройка регуляторов уровня жидкого хладагента.....	28
Практическое занятие №12. Проверка срабатывания системы аварийной защиты. Задание параметров аварийной защиты.....	29
Практическое занятие №13. Программирование микроконтроллеров.....	31
Практическое занятие №14. Монтаж устройств и средств автоматизации.....	33
Практическое занятие №15. Определение причин неисправной работы устройств и средств автоматизации и их устранение.....	34
Используемые источники литературы.....	40

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 3/42

Введение

Методические указания предназначены для преподавателей и направлены на обеспечение высокого уровня организации и проведения практических занятий.

Данные методические указания являются инструктивным документом преподавателя при организации практических занятий, в том числе с применением обязательного документа УМК «Методические указания по выполнению практических заданий (для обучающихся)».

Методические указания по проведению практических занятий для преподавателя составлены в соответствии со следующими нормативными документами:

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования (с доп. и изм.), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ 14.06.2013 г. № 464;
- Федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования по специальности;
- Учебный план по специальности, в котором определены последовательность изучения дисциплин, а также распределение учебного времени и форм контроля по семестрам;
- рабочая программа учебной дисциплины (профессионального модуля).

Рабочей программой профессионального модуля по МДК.02.02 предусмотрено проведение практических занятий.

Целью проведения практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений по отдельным темам курса.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий, обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

В результате выполнения практических занятий обучающийся должен в полной мере или частично владеть:

навыками:

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 4/42

Н 2.1.01 проведения подготовки к монтажу узлов, блоков и элементов систем автоматизации холодильного оборудования;

Н 2.2.01 в организации и осуществлении монтажа холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

Н 2.3.01 выполнения пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию холодильных установок и их систем автоматизации;

Н 2.4.01 выполнения программирования систем автоматизации холодильных установок;

Н 2.5.01 участия в организации и выполнении работ по подготовке к испытанию холодильного оборудования применением необходимых приспособлений и инструментов;

Н 2.5.02 участия в выполнении работ по испытанию холодильного оборудования с применением необходимых приспособлений и инструментов;

Н 2.6.01 организации и осуществления мероприятий по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, программированию и испытаниям холодильного оборудования.

умениями:

У 2.1.01 осуществлять подготовительные работы при подготовке к монтажу узлов, блоков и элементов систем автоматизации холодильного оборудования;

У 2.1.02 выполнять требования правил техники безопасности и пожарной безопасности во время осуществления работ при подготовке к монтажу узлов, блоков и элементов систем автоматизации холодильного оборудования;

У 2.2.01 организовывать работы по монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

У 2.2.02 выполнять работы по монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

У 2.2.03 выполнять требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления работ по монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

У 2.2.04 использовать необходимый инструмент и приспособления для выполнения работ по монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

У 2.3.01 выполнять пусконаладочные работы перед вводом в эксплуатацию холодильных установок;

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 5/42

У 2.3.02 выполнять пусконаладочные работы перед вводом в эксплуатацию систем автоматизации холодильных установок;

У 2.3.03 выполнять регулировку и настройку устройств и средств автоматизации холодильных установок;

У 2.3.04 выполнять требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию холодильных установок и их систем автоматизации;

У 2.2.04 использовать необходимый инструмент и приспособления для выполнения работ по монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

У 2.3.05 использовать необходимый инструмент и приспособления для выполнения пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию холодильных установок и их систем автоматизации;

У 2.5.01 осуществлять организацию и выполнение работ по подготовке к испытанию холодильного оборудования;

У 2.5.02 обеспечивать безопасную работу при испытаниях холодильного оборудования и подготовке к нему;

У 2.5.03 правильно использовать приспособления и инструмент необходимый для проведения работ по испытанию холодильного оборудования;

У 2.6.01 организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, программированию и испытаниям холодильного оборудования.

знаниями:

З 2.1.01 виды работ при подготовке к монтажу узлов, блоков и элементов систем автоматизации холодильного оборудования;

З 2.1.02 требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления работ по подготовке к монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

З 2.2.01 виды работ по монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

З 2.2.02 требования правил техники безопасности и пожарной безопасности время осуществления работ по монтажу холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 6/42

3 2.2.03 порядок монтажа узлов холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования;

3 2.3.01 пусконаладочные работы перед вводом в эксплуатацию холодильных установок и их систем автоматизации;

3 2.3.02 порядок выполнения пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию холодильных установок и их систем автоматизации;

3 2.3.03 конструкция устройств и средств автоматизации холодильных установок;

3 2.3.04 настроечные параметры устройств и средств автоматизации холодильных установок, порядок настройки;

3 2.3.05 правила техники безопасности и пожарной безопасности при выполнении пусконаладочных работ перед вводом в эксплуатацию холодильных установок и их систем автоматизации;

3 2.4.01 основы теории автоматизации холодильных установок;

3 2.4.02 алгоритмы работы системы управления, аварийной защиты и регулирования параметров холодильных установок;

3 2.4.03 порядок программирования систем автоматизации холодильных установок;

3 2.5.01 виды и технологические процессы испытаний холодильной установки;

3 2.5.02 порядок проведения испытаний холодильного оборудования;

3 2.5.03 инструменты и приспособления для выполнения испытаний холодильного оборудования;

3 2.5.04 правила техники безопасности и пожаробезопасности при проведении работ по испытаниям холодильного оборудования;

3 2.6.01 мероприятия по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, программированию и испытаниям.

Выполнение заданий на практических занятиях способствует формированию у обучающихся:

общих и профессиональных компетенций

Код	Наименование результата обучения
ПК 2.1	Проводить подготовку к монтажу узлов, блоков и элементов систем автоматизации холодильного оборудования.
ПК 2.2	Организовывать и осуществлять монтаж холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования.
ПК 2.3	Выполнять пусконаладку холодильных установок и систем автоматизации холодильного оборудования.
ПК 2.4	Осуществлять программирование систем автоматизации холодильного оборудования.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 7/42

ПК 2.5	Организовывать и выполнять работы по испытаниям холодильного оборудования.
ПК 2.6	Организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при проведении процессов по монтажу, пусконаладке, программированию и испытаниям холодильного оборудования
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 05	Осуществлять устную письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

В результате выполнения практических занятий у обучающихся формируются следующие личностные результаты:

Код	Наименование личностных результатов
<i>ЛР 13</i>	Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: активный, проектно-мыслящий, эффективно взаимодействующий и сотрудничающий с коллективом, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, демонстрирующий профессиональную жизнестойкость
<i>ЛР 17</i>	Содействующий поддержанию престижа своей профессии, отрасли и образовательной организации.
<i>ЛР 18</i>	Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного и социокультурного развития России, готовый работать на их достижение.
<i>ЛР 21</i>	Самостоятельный и ответственный в принятии решений во всех сферах своей деятельности, готовый к исполнению разнообразных социальных ролей, востребованных бизнесом, обществом и государством
<i>ЛР 26</i>	Эффективно взаимодействующий с коллегами, руководством, клиентами, реализующий тактику сотрудничества в команде
<i>ЛР 28</i>	Добросовестный, соответствующий высоким стандартам бизнес-этики и способствующий разрешению явных и скрытых конфликтов интересов, возникающих в результате взаимного влияния личной и профессиональной деятельности. Осознающий ответственность за поддержание морально-психологического климата в коллективе
<i>ЛР 29</i>	Вовлеченный, способствующий продвижению положительной репутации организации
<i>ЛР 30</i>	Способный преобразовывать и оценивать информацию в соответствии

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 8/42

	с профессиональными нормами и ценностями
<i>ЛР 31</i>	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

Перед проведением практических занятий обучающиеся обязаны проработать соответствующий материал, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью его проведения, а преподаватель проверить их знания и готовность к выполнению задания.

После каждого практического занятия проводится защита, как правило, на следующем практическом занятии перед выполнением последующей работы или на уроке перед изучением следующей темы.

На защите обучающийся должен знать теорию по данной теме, пояснить, как выполнялась работа в соответствии с основными требованиями к знаниям и умениям по данной теме рабочей программы.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 9/42

Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1	Испытание на прочность и герметичность системы хладагента судовой холодильной установки.	12
2	Испытание под вакуумом системы хладагента судовой холодильной установки.	12
3	Испытание на герметичность систем водяного охлаждения и смазочного масла.	6
4	Выполнение первоначальной заправки системы хладагентом.	4
5	Выполнение первоначальной заправки системы смазочным маслом.	6
6	Приготовление рассола и измерение его концентрации.	4
7	Выполнение пробной работы судовой холодильной установки, вывод на заданный режим.	8
8	Определение характеристик измерительного прибора.	2
9	Подбор, настройка механического ТРВ и электронного расширительного вентиля.	6
10	Подбор, настройка регуляторов давления конденсации.	2
11	Подбор, настройка регуляторов уровня жидкого хладагента.	2
12	Проверка срабатывания системы аварийной защиты. Задание параметров аварийной защиты.	4
13	Программирование микроконтроллеров.	6
14	Монтаж устройств и средств автоматизации.	4
15	Определение причин неисправной работы устройств и средств автоматизации и их устранение.	4
Итого		80

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМПК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 10/42

Практическое занятие №1. Испытание на прочность и герметичность системы хладагента судовой холодильной установки.

Цель занятия: изучить процесс проверки холодильной установки с помощью высокого давления;

- отработать задание на стенде FFDE-19.

Использованные источники: [1], [5], [11] [17].

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.5, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Исходные материалы и данные:

- Манометрический коллектор;
- Азот в баллоне;
- Защитные очки;
- Закрытая одежда;

Теоретическая часть.

Испытания на плотность, то есть герметичность холодильного контура, разделяют на высокое давление и низкое. При испытании высоким давлением, в холодильный контур нагнетается осушенный воздух или азот, также подходит углекислота. В процессе испытаний системы хладагента давлением во избежание выхода из строя сальников, приборов автоматики и контрольно-измерительных приборов (КИП) их отключают или снимают.

По окончании монтажных или ремонтных работ перед заполнением системы хладагента холодильной установки проводят пневматические испытания на плотность всех трубопроводов, арматуры, аппаратов и емкостей этой системы в соответствии с требованиями правил Регистра.

Пневматические испытания на плотность элементов холодильной установки, работающей на хладагентах R717 и R22, проводят воздухом, подаваемым судовым воздушным компрессором, с применением водомаслоотделителей и силикагелевых осушительных патронов.

Промежуточные сосуды и другие элементы холодильной установки, работающей под промежуточным давлением, испытывают по нормам стороны низкого давления.

В установках, работающих на R717 и R22 (в том числе и смеси с ним), для сосудов, аппаратов, запорной арматуры и всего трубопровода пробное давление (избыточное) на стороне высокого давления 20 Bar, на стороне низкого давления 16 Bar, для цилиндров компрессоров 12 Bar, на стороне высокого давления и для картеров компрессоров 10 Bar.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 11/42

Перед началом испытаний систему хладагента очищают от загрязнений. Испытания проводят с соблюдением мер безопасности и при наличии документов, подтверждающих их проведение. Добавление аммиака в систему хладагента при воздушном испытании категорически запрещается.

При создании в системе хладагента давления воздушным компрессором на его всасывающий патрубок устанавливают фильтрующую сетку. Давление в системе хладагента повышают постепенно. Сначала в системе давление поднимается до 10 % полного пробного для стороны низкого давления (СНД), затем до 30 и 60 %, а после этого до полного пробного давления для стороны низкого давления. После отключения в холодильной установке стороны низкого давления на стороны высокого давления (СВД) повышается давление до полного пробного для этой стороны.

Во время осмотра системы хладагента давление не повышают. Герметичность сварных швов, соединений труб и сальников этой системы проверяют, смачивая их мыльным водным раствором, в который рекомендуется добавить глицерин для предохранения раствора от высыхания. В местах, труднодоступных для наблюдения, используют зеркало. Если во время испытаний системы хладагента давлением возникает опасность повреждения приборов автоматики, их заранее отключают.

При пневматических испытаниях система хладагента в течение 18 ч должна оставаться под давлением, изменение которого фиксируют по образцовому манометру каждые 2 ч. Допускается снижение давления на 2% начальной величины (в результате охлаждения сжатого воздуха) при условии постоянной наружной температуры.

При изменении наружной температуры абсолютное давление в системе хладагента в конце испытаний, Bar:

$$P_{\text{кон.}} = P_{\text{нач}} * (273 + t_{\text{кон}} / 273 + t_{\text{нач}})$$

где $P_{\text{нач}}$ - абсолютное давление в системе в начале испытаний; $t_{\text{кон}}$ - температура наружного воздуха в конце испытаний, °C; $t_{\text{нач}}$ - температура наружного воздуха в начале испытаний, °C.

При обнаружении неплотностей места пропусков отмечают мелом, затем постепенно снижают давление в системе хладагента, после этого дефекты устраняют и испытания повторяют.

Испытание с помощью азота проходят аналогично. Азот осушает холодильную машину, но из-за его цены его применяют только в отдельные узлы холодильной машины.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 12/42

2. Записать цель тему и цель практической работы.
3. Изучив теоретическую часть, составить краткий план работ в тетрадь.
4. Провести испытания.

Содержание отчета:

- наименование практического занятия;
- цель занятия
- отчет о выполнении всех этапов практического занятия;

Вопросы для самопроверки:

1. Какие бывают испытания давлением для холодильных машин?
2. С какой периодичностью повышают давление в системе?
3. Через какое время «снимают» показания давления?
4. Сколько по времени выдерживают под давлением холодильную машину?

Практическое занятие №2. Испытание под вакуумом системы хладагента судовой холодильной установки.

***Цель занятия:** получить теоретические и практические знания;*

***Использованные источники:** [1], [5], [11] [17].*

***Формируемые общие и профессиональные компетенции:** ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.*

***Формируемые личностные результаты:** ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.*

Исходные материалы и данные:

- Манометрический коллектор;
- Вакуумный насос;
- Защитные очки;
- Закрытая одежда;
- Вакуумметр;

Теоретическая часть.

Воздух из системы удаляют вакуум-насосом до остаточного давления не более 1,07 кПа для холодильных установок на хладоне и не более 5,3 кПа для установок на аммиаке. При соответствующем разрешении завода-изготовителя допускается использование судового компрессора. При этом остаточное давление, создаваемое компрессором, должно быть не более 5,32 кПа.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 13/42

В процессе вакуумирования компрессор периодически останавливают для охлаждения цилиндров. При достижении в системе хладагента необходимого вакуума для ее осушения вакуумирование следует продолжать в течение 6 ч. Влага вскипает при отрицательном давлении.

Систему хладагента для R717 и R22 выдерживают под вакуумом 18 ч, фиксируя давление каждые 2 ч. Для системы хладагента на R717 допускается повышение давления в течение первых 6 ч не более 2,7 кПа, в оставшееся время выдержки давление должно оставаться постоянным. При повышении остаточного давления более указанного систему хладагента вакуумируют еще 6 ч и вновь выдерживают 18 ч.

Для лучшего осушения аппаратов системы в процессе вакуумирования водяную и рассольную полости конденсаторов и испарителей заполняют водой, нагретой до 50 °С.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Записать цель тему и цель практической работы.
3. Изучив теоретическую часть, составить краткий план работ в тетрадь.
4. Провести испытания на стенде FFDE-19.

Содержание отчета:

- наименование практического занятия;
- цель занятия
- отчет о выполнении всех этапов практического занятия;

Вопросы для самопроверки:

1. Что происходит с влагой при вакуумировании?
2. Сколько времени проходят испытания при абсолютном вакууме?

Практическое занятие №3. Испытание на герметичность систем водяного охлаждения и смазочного масла.

Цель занятия: *получить навыки испытания трубопроводов;*

Использованные источники: [1], [5], [11] [17].

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 14/42

Теоретическая часть.

Система водяного охлаждения смазочного масла нужна для охлаждения масла, поступающего из маслоотделителя в компрессор. Маслоохладитель это теплообменный аппарат, представляющий собой сосуд, в котором по обоим концам вварены трубные доски, а в них ввальцованы трубы, по которым идет вода. Маслоохладитель работает по принципу, труба в трубе, этот принцип заключается в том, что тёплое масло, поступающее с одной части сосуда в дальнейшем контактируя с трубами, по которым течет забортная вода противотоком, охлаждается и переходит в противоположную часть маслоохладителя и поступает в фильтр тонкой очистки.

Испытание на герметичность системы водяного охлаждения:

- 1.Открываем все клапана по ходу движения охлаждающей воды.
- 2.Открываем подачу забортной воды и ее выход.
- 3.Запускаем насос охлаждающей воды (если для испытания нужно более высокое давление, то запускаем дополнительные насосы).
- 4.Обходим всю водяную систему и проверяем на утечки.

Испытания на герметичность системы смазочного масла (Маслоохладитель):

- 1.Перекрыть вход и выход охлаждающей воды на маслоохладитель.
- 2.Снять глухую крышку.
- 3.Перекрыть клапана подачи и выхода масла с маслоохладителя.
- 4.Подсоединить баллон с азотом к компрессорному агрегату.
- 5.Повысить давление до 10-12 кг/см².
- 6.Очень медленно открываем подачу или выход масла.
- 7.Обмываем трубную доску и проверяем на отсутствие утечек.
- 8.После завершения испытаний отвакуумировать компрессорный агрегат и собрать маслоохладитель.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Оформить в тетрадь практическую работу.
3. Определить неисправность контура хладагента на стенде FFDE-19.
4. Защитить практическую.

Практическое занятие №4. Выполнение первоначальной заправки системы хладагентом.

Цель занятия: приобрести практические навыки первоначальной заправки хладагентом.

Использованные источники: [11].

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 15/42

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Теоретическая часть.

Массу хладагента, необходимого для начального наполнения холодильной установки, приближенно определяют с учетом вместимости емкостей, аппаратов и трубопроводов, а также норм их заполнения.

Допустимое начальное заполнение, % вместимости, для кожухотрубных испарителей и воздухоохладителей 80, кожухотрубных конденсаторов и отделителей жидкости 0, линейных ресиверов 50, промежуточных сосудов 30, отделителей, морозильных плиточных аппаратов и жидкостных трубопроводов 100.

При определении массы жидкого хладагента, поступающего в систему, плотность аммиака принимают равной 650 кг/м³, хладона R22 1320 кг/м³, хладона R12 1440 кг/м³. Заполнение холодильной установки хладагентом и дальнейшее ее наполнение в процессе эксплуатации производят через наполнительный (зарядный) клапан на коллекторе регулирующей станции или через специально предусмотренную наполнительную станцию, соединяемую с регулирующей станцией.

В средних и крупных хладоновых установках для заполнения хладагентом на жидкостном трубопроводе между конденсатором и фильтром-осушителем предусмотрен специальный наполнительный клапан. Заполнение хладагентом малых холодильных агрегатов производят через трехходовой клапан на всасывающей стороне компрессора.

Аммиачные холодильные установки заполняют из железнодорожных цистерн или баллонов, хладоновые установки - из баллонов или специальных бочек.

Присоединение емкости, из которой производится наполнение системы, к наполнительному клапану осуществляется при помощи резинового рукава, стальной или отожженной медной трубки (для R12 и R22), испытанных на давление 2 МПа для R717 и R22 и 1,2 МПа для R12.

Резиновые рукава на концах имеют ниппели с накидными гайками или фланцы. Стальные трубки присоединяют к емкости и наполнительному клапану посредством ниппельно-штуцерного соединения или фланцев, а медные трубки - с помощью отбортовки и накидной гайки.

Перед присоединением баллона (цистерны) к системе надо убедиться в том, что в емкости находится именно тот хладагент, который предназначен для данной холодильной установки. Присоединение к системе баллонов с другими газами (особенно с кислородом) категорически запрещается.

При невозможности открыть клапан баллона с аммиаком на штуцер клапана ставят заглушку и баллон с надписью „Неисправный, с аммиаком” отправляют на завод-поставщик.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 16/42

Открывая клапан баллона с аммиаком, проверяют его содержимое при помощи индикаторной бумаги, которая в присутствии аммиака становится красной.

Баллоны с хладоном проверяют, сравнивая давление в баллоне (при температуре баллонов, равной температуре окружающего воздуха) с давлением хладагента при той же температуре по таблице насыщенных паров.

Все работы, связанные с приемкой аммиака (присоединение, отсоединение и продувку баллонов и трубопроводов), выполняют в противогазе, резиновых сапогах, газонепроницаемом костюме и перчатках.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучение теоретической части.
2. Составление хода работы в тетрадь.
3. На подготовленной установке FFDE-19 произвести заправку в линейный ресивер.
4. Выполнить отчет о заправке системы.

Практическое занятие №5. Выполнение первоначальной заправки системы смазочным маслом.

Цель занятия: приобрести практические навыки первоначальной заправки хладагентом.

Использованные источники: конспект

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Теоретическая часть.

Система холодильной установки на фреоне перед наполнением хладагентом заполняется маслом. Общее количество заправляемого в систему масла составляет 5-10% от массы заряжаемого хладагента.

Заполнение маслом производится путем использования вакуума в системе в количестве 75% от расчетного. Остальное количество масла добавляется по мере необходимости во время пробной работы холодильной установки.

Заполнение системы маслом следует производить через вентиль для наполнения систем хладагентом в следующей последовательности:

- Присоединить шланг или трубку к наполнительному вентилю;
- Опустить обводненный конец шланга (трубки) в сосуд с маслом;

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 18/42

3- Проверьте уровень масла: Убедитесь, что уровень смазочного масла соответствует рекомендациям производителя. Если требуется, добавьте масло через соответствующее технологическое отверстие в картере компрессора.

4-Используйте правильный тип масла: Важно использовать смазочное масло, которое рекомендовано производителем вашей холодильной установки. Обычно это специальное масло, разработанное для работы с фреоновыми системами.

5-Осуществите заправку: Откройте технологическое отверстие в картере компрессора для заправки маслом и аккуратно добавьте необходимое количество смазочного масла.

6-Закройте технологическое отверстие на картере компрессора для заправки: После того, как масло добавлено, закройте отверстие, чтобы избежать утечек и попадание воздуха.

7-Проверьте на утечки: Проверьте систему на наличие утечек, особенно в области технологического отверстия для заправки маслом.

8-Проведите тестовый запуск: Запустите холодильную установку и убедитесь, что она работает без перебоев и нет посторонних шумов.

Аммиачная холодильная установка:

1-Подготовьте оборудование: Выключите холодильную установку и оставьте ее остывать. При работе с аммиачной системой обязательно используйте соответствующее защитное снаряжение и соблюдайте все меры предосторожности.

2-Определите место для заправки маслом: Найдите технологическое отверстие в картере компрессора.

3-Проверьте уровень масла: Убедитесь, что уровень смазочного масла соответствует рекомендациям производителя. При необходимости добавьте масло через соответствующее технологическое отверстие.

4-Используйте правильный тип масла: Для аммиачных систем обычно используется специальное аммиачное смазочное масло, которое не реагирует с аммиачной системой.

5-Осуществите заправку: Откройте технологическое отверстие в картере компрессора для заправки маслом и аккуратно добавьте необходимое количество смазочного масла.

6-Закройте технологическое отверстие в картере компрессора: После добавления масла закройте отверстие, чтобы избежать утечек.

7-Проверьте на утечки: Тщательно проверьте систему на наличие утечек после заправки.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 19/42

8-Проведите тестовый запуск: Запустите холодильную установку и убедитесь, что она функционирует правильно.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Составить ход работы в тетрадь.
3. Защитить практическую работу.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 20/42

Практическое занятие № 6. Приготовление рассола и измерение его концентрации.

Цель работы: закрепление полученных теоретических знаний.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11] [17].

Измерительные приборы: Линейка, штангенциркуль.

Теоретическая часть.

Рассолы — водные растворы неорганических и органических соединений (NaCl, CaCl). Основные свойства рассола зависят от концентрации. Например, температуры замерзания. Чем выше концентрация раствора, тем ниже температура замерзания. Критической концентрацией для раствора хлорида кальция — 29,9%, при ней температура замерзания -55 °С. Критическая концентрация у раствора хлорида натрия — 23%, при ней температура замерзания -21,1 °С.

Преимущества:

- низкая температура замерзания;
- низкая удельная теплоемкость;
- низкая теплопроводность.

Хлорид кальция выбирают среди других растворов в качестве рассола. Его недостаток в высокой коррозионной активности, в присутствии кислорода. Это учитывают в открытых охлаждающих системах. Уменьшить коррозионную активность можно добавлением в раствор щелочи (каустической соды), а также использование пассиваторов (фосфорная кислота). Для уменьшения трения и увеличения производительности насоса добавляют полиакриламид.

Условия для хранения соли.

- Сухое помещение; (Соль может слеживаться)
- Использование специальных пайлов;

Метод разведения раствора. В бак заливается чистая вода, засыпается соль из расчета 25 кг на 100 л, а также на каждые 10 кг соли добавляется 0,2 кг соды для профилактики образования ржавчины на трубах и деталях испарителя. Чтобы соль растворялась в воде интенсивнее, можно подогреть рассол паром, а потом дать ему отстояться. Может образоваться осадок, который не должен попасть в испаритель.

Рассол из соли хлористого кальция нужно готовить следующим образом. Перед загрузкой соль CaCl разбить молотом на мелкие куски (при этой операции рабочие должны надевать защитные очки, рукавицы и рабочую обувь); налив в рассольный бак чистую воду, засыпать туда размельченные куски хлористого кальция в соответствии с требуемой концентрацией рассола; для предупреждения ржавления и разъедания соприкасающихся с рассолом металлических частей на каждые 10 кг хлористого кальция добавить 0,05 кг едкого натрия; раствор хорошо перемешать, чтобы хлористый кальций был растворен полностью.

Концентрация рассола определяется ареометром. Ареометр — прибор для измерения плотности жидкостей, принцип работы которого основан на законе Архимеда. Приборы существуют разного типа. Зачастую это емкость 250мл в

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 21/42

которую погружается ареометр с шкалой, ареометр требуется опускать плавно, чтобы не разбить. Замер производится при определенной температуре, которая обычно указана на приборе. Около +20 градусов.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить пройденный лекционный материал.
2. Изучить теоретическую часть к работе.
3. Выполнить ход работы в тетрадь.
4. Защита практической.

Практическое занятие №7. Выполнение пробной работы судовой холодильной установки, вывод на заданный режим.

Цель работы: закрепление полученных теоретических знаний.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11] [17].

Теоретическая часть.

Пробная работа холодильной установки предусматривается для наладки, регулировки, проверки работы установки в целом и её элементов. Для холодильных установок новостроящихся судов и установок после капитального ремонта или модернизации пробная работа предшествует приёмочным испытаниям холодильной установки. Для холодильных установок после остальных видов заводского ремонта пробная работа является завершающим этапом подготовки холодильной установки.

Осуществляют пуск подготовленной (после ремонта) холодильной установки, и смотрят на ее работу.

Пуск холодильной установки (после подготовки её к работе) осуществляется в следующей последовательности:

- 1) запустить электродвигатель насоса охлаждающей воды, открыть вентиль (задвижку) на нагнетании насоса; при необходимости выпустить воздух через воздухопускные краны (пробки) на корпусе фильтра и насоса. Проверить работу насоса по показаниям манометра и мановакуумметра на нагнетании и всасывании, а также по показаниям амперметра (при наличии); убедиться в отсутствии посторонних шумов в насосе и в прохождении воды через охлаждаемое оборудование;
- 2) запустить электродвигатель насоса рассола, открыть вентиль (задвижку) на нагнетании насоса. Проверить работу насоса по показаниям манометра и мановакуумметра на нагнетании и всасывании, а также по показаниям амперметра (при наличии). Убедиться в отсутствии посторонних шумов в насосе;
- 3) запустить вентиляторы трюмных воздухоохладителей;
- 4) запустить насос хладагента и вентиляторы морозильного аппарата (до или после

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 22/42

пуска компрессора). Последовательность пуска зависит от конструктивных особенностей холодильной установки. Как правило, пуск их осуществляется после пуска компрессора;

5) запустить компрессор

В период пробной работы холодильной установки необходимо отрегулировать приборы и устройства автоматической защиты холодильной установки, а также проверить:

- 1) правильность заполнения системы хладагентом и маслом;
- 2) отсутствие утечек хладагента;
- 3) правильность заполнения системы рассолом (одним из важнейших условий нормальной работы системы является отсутствие воздуха в ней);
- 4) отсутствие утечек рассола и охлаждающей воды;
- 5) вибрацию механизмов, аппаратов, трубопроводов;
- 6) отсутствие недопустимого нагрева механизмов и посторонних шумов и стуков;
- 7) обеспечение требуемых рабочих параметров, характеризующих нормальную работу холодильной установки;
- 8) эффективность вентиляции рефрижераторного машинного отделения, помещения хранения запаса хладагента.

Необходимо довести температуру воздуха в охлаждаемых помещениях до заданных значений, произвести пробное охлаждение воды, изготовить лёд и т.д. При этом производится регулирование приборов и устройств дистанционного контроля и автоматического регулирования.

Проверяется работа:

- 1) Систем хладагента, рассола, охлаждающей воды, масляной и других систем.
- 2) Систем выпуска масла, воздуха, хладагента.
- 3) Системы оттаивания.
- 4) Компрессоров, аппаратов, насосов, вентиляторов и других механизмов.
- 5) Резервного оборудования, включая резервные средства подачи охлаждающей воды.
- 6) Приборов и устройств управления, контроля, защиты и регулирования.

Внешним осмотром проверяется состояние изоляции охлаждаемых помещений, аппаратов и трубопроводов холодильной установки. При этом не должно быть промерзания или отпотевания наружной поверхности изоляции, а также течи талой воды из-под изоляции после отепления систем холодильной установки.

По окончании пробной работы устраняются обнаруженные неисправности, и после отепления установки проверяется плотность всех соединений и сальников в системе хладагента.

Продолжительность пробной работы холодильной установки определяется временем, необходимым для выполнения объёма работ, предусмотренного настоящим подразделом.

Перечень работ и проверок при пробной работе холодильной установки после заводского ремонта определяется на основании указаний настоящего подраздела с учётом требований Правил Регистра и состава оборудования, ремонт которого производился.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 23/42

Порядок выполнения работы:

1. Повторить пройденный лекционный материал.
2. Изучить теоретическую часть к работе.
3. Запустить стенд FFDE-19.
4. Вывести стенд на оптимальный режим работы.
5. Вывести КМ из влажного хода.

Практическое занятие №8. Определение характеристик измерительного прибора.

Цель работы: Научиться определять характеристики измерительных приборов.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11] [17].

Теоретическая часть.

Каждый сосуд и самостоятельные полости с разными давлениями должны быть снабжены манометрами прямого действия. На каждом манометре устанавливается обозначение рабочего давления. 2,5 - при рабочем давлении сосуда до 2,5 МПа (25 кгс/см²); 1,5 - при рабочем давлении сосуда свыше 2,5 МПа (25 кгс/см²).

Манометр должен выбираться с такой шкалой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы

На шкале манометра должна быть нанесена красная черта, указывающая максимальное рабочее давление в сосуде. Взамен красной черты разрешается прикреплять к корпусу манометра металлическую пластину, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

Манометр должен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу.

Номинальный диаметр корпуса манометров, устанавливаемых на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения за ними, должен быть не менее 100 мм, на высоте от 2 до 3 м - не менее 160 мм. Установка манометров на высоте более 3 м от уровня площадки не разрешается. На сосудах, работающих под давлением выше 2,5 МПа (25 кгс/см²) или при температуре среды выше 250°С, а также с взрывоопасной средой или вредными веществами 1 и 2 классов опасности, вместо трехходового крана допускается установка отдельного штуцера с запорным органом для подсоединения второго манометра. Манометры и соединяющие их с сосудом трубопроводы должны быть защищены от замерзания.

Манометр не допускается к применению в случаях: когда отсутствует пломба или клеймо с отметкой о проведении проверки; просрочен срок проверки; стрелка при его отключении не возвращается к нулевому показанию шкалы на величину, превышающую половину допускаемой погрешности для данного прибора; разбито стекло или имеются

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 24/42

повреждения, которые могут отразиться на правильности его показаний. Проверка манометров с их пломбированием или клеймением производится не реже одного раза в 12 месяцев. Кроме того, не реже одного раза в 6 месяцев владелец сосуда должен производить дополнительную проверку рабочих манометров контрольным манометром с записью результатов в журнале контрольных проверок. При отсутствии контрольного манометра допускается дополнительную проверку производить проведением рабочим манометром, имеющим с проверяемым манометром одинаковую шкалу и класс точности.

Для проверки работоспособности и замены манометра применяются трехходовые краны, которые позволяют отключать (изолировать) манометр от рабочей среды и проводить разрядку манометра до атмосферного давления – это позволяет контролировать возврат стрелки манометра к нулевому показанию, а также проводить безопасную замену манометра.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Изучить разницу между измерительными приборами.
3. Определить отличие манометров.

Практическое занятие № 9. Подбор, настройка механического ТРВ и электронного расширительного вентиля.

Цель работы: научиться правильно выбирать регулирующее устройство.

Изучить методы настройки.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11].

Теоретическая часть.

Параметры терморегулирующего клапана определяются по:

- типу холодильного агента, его теплофизических характеристик;
- виду испарителя, его производительности, размеру. Для небольшого подходит ТРВ с внутренним выравниваем, мощные промышленные имеют большой перепад давлений на входе и выходе, справиться с которым может клапан с внешним регулированием;
- тип соединения вентиля (резьба, фланец, сварка);
- холодопроизводительность теплообменника, тепловая нагрузка определяет размер расширительной вставки вентиля;
- метод заправки термобаллона (газовый, жидкостной, адсорбционный, МРД);
- тип вентиля, который может быть разборным, неразборным, с возможностью смены расширительной вставки или без.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 25/42

В зависимости от показания давления используют две основные модификации:

- с внутренним выравниванием давления;
- с внешним выравниванием давления.

ТРВ с внутренним выравниванием.

На рисунке 1 показана схема функционирования и векторы давлений, действующих на ТРВ. На мембрану клапана, с одной стороны, действует давление, передаваемое с термобаллона (P1), а с противоположной – сумма давлений в испарителе (P2), и прижимного усилия пружины (P3). При выравнивании этих трех векторов клапан остается открытым, и соответственно, остается постоянным поток проходящего через него хладагента. В этих условиях количество хладагента, поступающего в испаритель, точно соответствует необходимому для восприятия тепловой нагрузки. Если же нагрузка понижается, происходят два процесса:

- холодильного агента становится избыточно много, а его давление повышается;
- понижается температура газа на, величина перегрева уменьшается на выходе из испарителя и пропорционально этому понижается давление в термобаллоне и его капиллярной трубке.

Вследствие этих процессов сумма давлений испарителя и пружины превышает давление, оказываемое на клапан со стороны термобаллона, что приводит к уменьшению зазора для прохождения хладагента.

Если тепловая нагрузка на испаритель возрастает, то давление внутри термобаллона тоже возрастает, следовательно, мембрана давит на шток, который открывает проходное сечение еще больше. В результате подача ж.х.а. увеличивается.

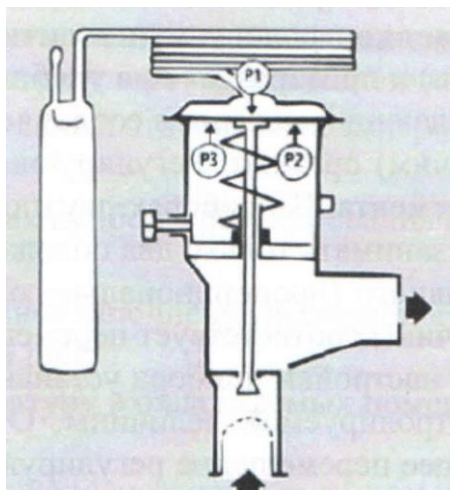


Рисунок 1. Принцип функционирования ТРВ с внутренним выравниванием давления.

ТРВ с внешним выравниванием.

При большом гидравлическом сопротивлении в испарителе давление на выходе ниже, чем на входе. Температура кипения и перегретого пара на выходе становится ниже. Давление в термобаллоне снижается, следовательно, тот же перегрев вызывает меньшую разность давлений и клапан прикрывается. Обеспечить требуемое открытие клапана можно только при увеличенном перегреве, т.е. в

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 26/42

данном случае при недостаточно заполненном испарителе. Поэтому, когда падение давления в испарителе более 2 Bar необходимо применять TRV с внутренним выравниванием. В этом случае давление хладагента после испарителя (отбирается за термобаллоном) по внешней уравнивательной трубке подается под мембрану в герметичную полость. Поскольку давление на выходе более низкое, то разность давлений, воздействующих на мембрану при том же значении перегрева, будет больше.

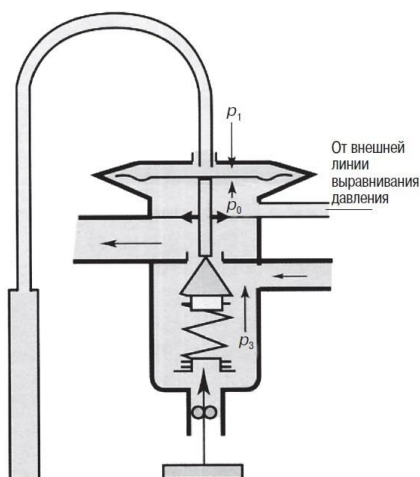


Рисунок 2. Принцип функционирования TRV с внешним уравниванием давления.

Перегрев измеряется в месте крепления термобаллона на всасывающем трубопроводе: он равен разности между температурой термобаллона и температурой кипения в точки крепления термобаллона. Выраженный в градусах Цельсия, перегрев служит сигналом для регулировки впрыска жидкости в испаритель через TRV.

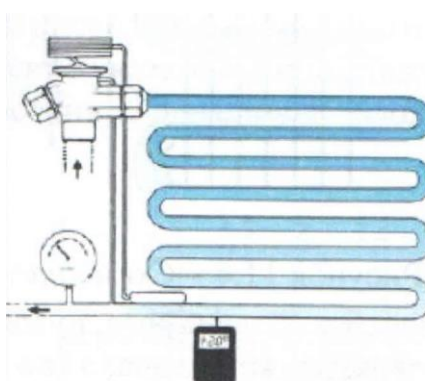


Рисунок 3. Схема измерения перегрева.

Переохлаждение определяется как разность между температурой жидкого хладагента и температурой на входе в TRV. Переохлаждение выражается в градусах Цельсия. Оно необходимо для избежания образования пузырей газа в жидкости. Пар в жидкости значительно снижает КПД холодильной машины, т.к. пар вскипеть еще раз не может. В большинстве случаев избежать паровых пузырей можно при величине переохлаждения 4-5 °С.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 27/42

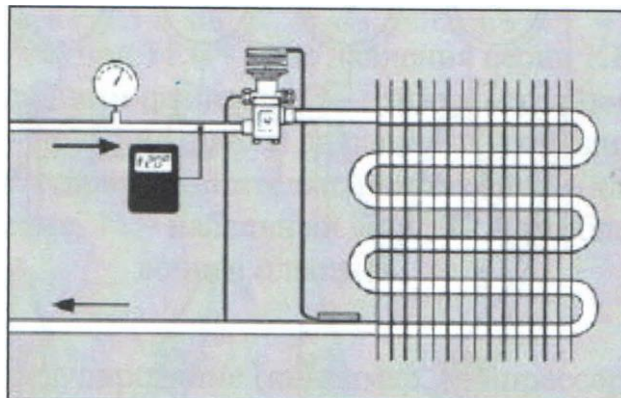


Рисунок 4. Схема измерения переохлаждения.

Настройка ТРВ.

С настройками, выполненными при заводе, ТРВ может работать практически во всех установках. Если возникает необходимость дополнительной регулировки, нужно использовать регулировочный винт (Рисунок 38). При вращении винта по часовой стрелке (вправо) перегрев увеличивается, при вращении влево (против часовой) уменьшается. Для ТРВ типа T2\TE2 один полный оборот регулировочного винта изменяет температуру перегрева на 4 °С при температуре кипения 0 °С.

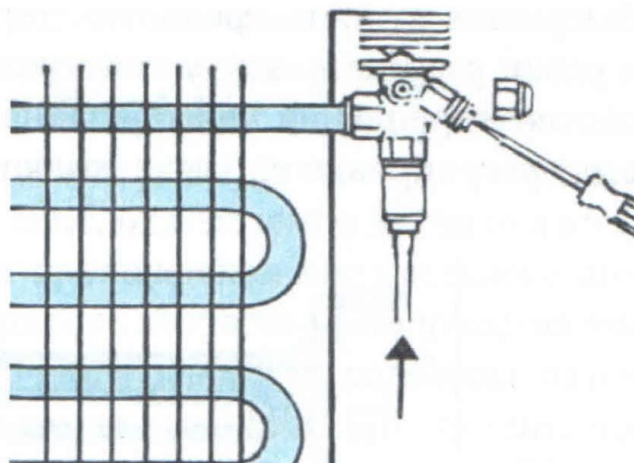


Рисунок 5. Настройка ТРВ. Изменение положения регулировочного винта.

Чтобы избежать колебаний перегрева, нужно действовать следующим образом: вращая регулировочный винт вправо (по часовой стрелке), повышайте перегрев до прекращения колебаний (Рисунок 39). Затем понемногу вращайте винт влево до появления колебаний. После этого поверните винт вправо практически на один оборот (Для ТРВ T2\TE2 1¼ оборота). При такой настройке колебания перегрева прекращаются, и испаритель работает в оптимальном режиме. Изменение перегрева на 1 градус Цельсия не рассматриваются как колебания.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 28/42

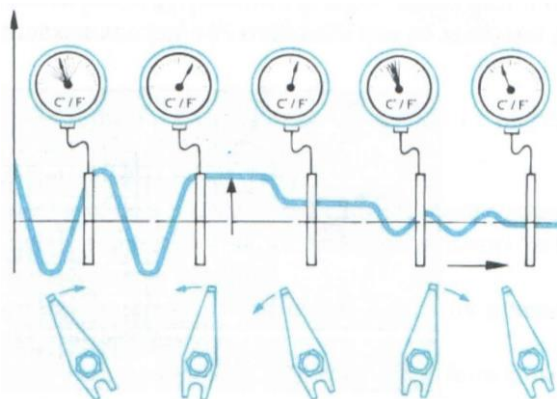


Рисунок 6. Колебания при перегреве ТРВ.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Повторить пройденный материал.
3. Защитить практическую работу.

Практическое занятие №10. Подбор, настройка регуляторов давления конденсации.

Цель работы: Научиться определять правильный подбор регуляторов давления.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11].

Теоретическая часть.

Подбор и настройка регулятора давления конденсации являются важными процессами в системах холодильного оборудования, таких как холодильники, кондиционеры и промышленные холодильные установки.

Перед подбором регулятора давления конденсации необходимо учесть следующие параметры:

1. Давление конденсации: необходимо определить максимальное давление конденсации, которое может возникнуть в системе. Это может зависеть от температуры окружающей среды и нагрузки на систему.
2. Расход пара: необходимо учесть расход пара в системе, так как это влияет на выбор регулятора давления конденсации.
3. Тип системы: в зависимости от типа системы (например, прямая расширительная клапанная система или система с термостатическим расширительным клапаном) может потребоваться различный тип регулятора давления конденсации.

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 29/42

4. Требования по степени автоматизации: необходимо определить, нужна ли автоматическая настройка регулятора давления конденсации или это будет делаться вручную. После, определения этих параметров можно приступить к подбору и настройке регулятора

давления конденсации:

1. Подбор регулятора: на основе определенных параметров выбирается подходящий регулятор давления конденсации. Это может быть электронный, механический или пневматический регулятор.

2. Монтаж: регулятор давления конденсации устанавливается на соответствующем месте в системе. При монтаже необходимо учесть правильное подключение и герметичность установки.

3. Настройка: после монтажа регулятора давления конденсации необходимо выполнить

его настройку. Это может включать в себя установку желаемого давления конденсации и

параметров автоматической регулировки.

4. Тестирование: после настройки регулятора давления конденсации необходимо провести тестирование системы для проверки его работоспособности. Это может включать в себя проверку давления конденсации, расхода пара и других параметров.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Повторить пройденный материал.
3. Защитить практическую работу.

Практическое занятие №11. Подбор, настройка регуляторов уровня жидкого хладагента.

Цель работы:

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11].

Теоретическая часть.

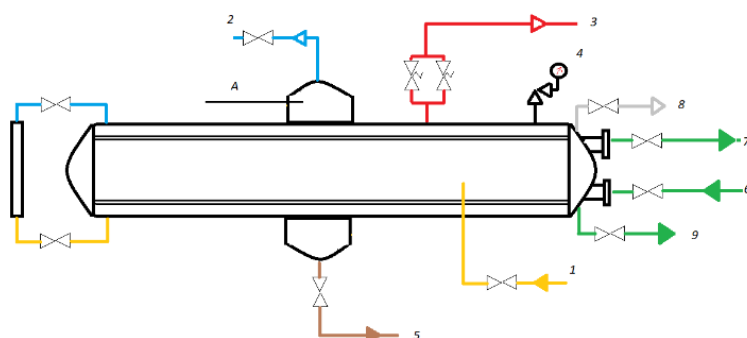
Кожухотрубный тип испарителя подходит для широкого спектра хладагентов: аммиак, фреоны. Это изделие представляет собой стальной цилиндр, внутри которого проходит множество трубок диаметром около двух сантиметров.

В аппаратах с большой теплопередающей поверхностью хладагент подводится от общего коллектора в нескольких точках по длине испарителя. Отвод пара также осуществляется через несколько патрубков, объединенных одним

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 30/42

коллектором 4, что обеспечивает равномерное омывание поверхности потоком хладагента.

Достоинства горизонтальных кожухотрубных испарителей: простота применения и компактность конструкции, эффективность теплопередачи, возможность применения в закрытых рассольных системах охлаждения.



Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Повторить пройденный материал
3. Подписать линии на схеме горизонтального испарителя.
4. Установить на схеме регулятор уровня ж.х.а.

Практическое занятие №12. Проверка срабатывания системы аварийной защиты. Задание параметров аварийной защиты.

Цель работы: Научиться настраивать реле давлений.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11].

Теоретическая часть.

Реле давления используются для систем регулирования, контроля и аварийной сигнализации в промышленных установках. (Рисунок).

Реле серии КР пригодны для установок, в которых используют жидкие и газообразные среды. Они снабжены однополюсной перекидной контактной системой

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 31/42

(SPDT). Выполняются в двух исполнениях: низкого давления, у которых контакты размыкаются при понижении давления и высокого с размыканием контактов при повышении давления.

Реле низкого давления РД1 предназначено для контроля давления всасывания, чтобы оно не понижалось ниже установленного по шкале. Регулирование величины давления и его дифференциала осуществляется соответственно винтами 1 и 2 путем натяжения пружины 4 или 5, упорные гайки которых связаны с соответствующей шкалой. Пружины уравнивают усилие, передаваемое давлением из системы посредством сильфона 6. Вращая соответствующий винт происходит перемещение указателей и выставление необходимого давления и дифференциала. Пластина 13 фиксирует положение винтов после регулировки.

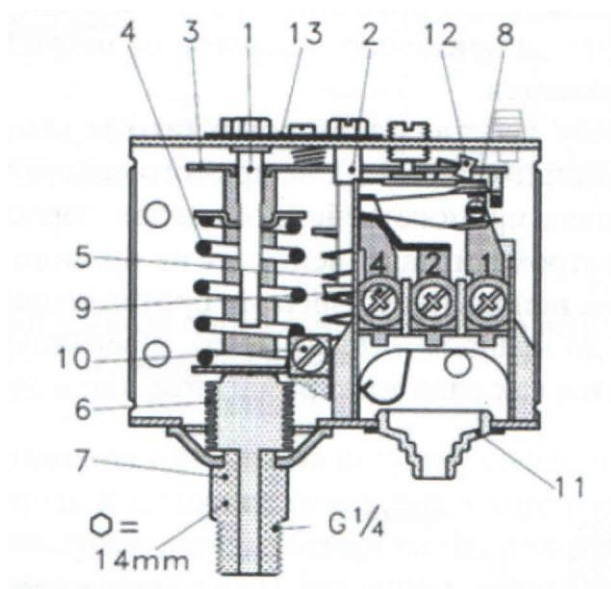


Рисунок . Реле давления серии КР.

1 - винт настройки заданного давления, 2 – винт настройки дифференциала, 3 – основной рычаг, 4 – пружина шкалы давления, 5 – пружина шкалы дифференциала, 6 – сильфон, 7 – присоединительный штуцер, 8 – клеммная панель, 9 – клемма, 10 – заземление, 11 – кабельный вход, 12 – тумблер, 13 – блокировочная пластина.

При нарушении регулирования (например, компрессор своевременно не отключился по сигналу регулятора температуры ТС или РТ) может произойти понижение давления и соответственно температуры кипения, что вызовет недопустимое снижение температуры в объекте охлаждения и может привести к замерзанию теплоносителя. Кроме того, резкое снижение давления всасывания (например, в случае прекращения подачи жидкого хладагента в испаритель) приводит к вспениванию и выбросу масла из картера компрессора, а в герметичных компрессорах – к перегреву обмотки встроенного электродвигателя. Реле низкого давления также позволяет обеспечить щадящий режим работы компрессора и исключает влажный ход при пуске в режиме работы пуск – стоп.

Реле высокого давления РД2 предназначено для контроля давления нагнетания и аварийного отключения компрессора могут быть с автоматическим или

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 32/42

ручным возвратом. Недопустимо высокое давление конденсации (нагнетания) может привести к нарушению герметичности системы и выходу из строя компрессора. При работе установки давление конденсации может повыситься в случае уменьшения расхода охлаждающей воды или воздуха, а также переполнения конденсатора жидким хладагентом, загрязнений внутренней или наружной поверхности теплообмена.

Ход работы:

1. Снять пластиковый корпус с реле низкого давления.
2. Снять стопорную пластину.
3. Настроить реле на заданные параметры.
4. Подать питание на электропит.
5. Открыть запорные клапана на компрессоре.
6. Закрыть клапан на линейном ресивере.
7. Запустить компрессор.
8. Проверить давления.
9. При не точной настройке отключить компрессор и питание от щита. Дорегулировать реле. Повторить проверку.

Форма отчета:

1. Изучить теоретическую часть и защитить ее.
2. В практической работе показать ход проверки реле.
3. На стенде FFDE-19 настроить параметры по своему варианту.
4. Проверить срабатывание реле низкого давления.

Вариант	РНД	
	Срабатывание	Сброс
1	1 Bar	2 Bar
2	1.2 Bar	2.1 Bar
3	1.3 Bar	2.3 Bar
4	2 Bar	3 Bar

Практическое занятие №13. Программирование микроконтроллеров.

Цель работы: *изучить процесс программирования микроконтроллеров.*

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11].

Теоретическая часть.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 33/42

В соответствии с требованиями Регистра морского судоходства в настоящее время все современные суда должны оснащаться системами автоматизации технических средств.

Для классификации автоматизированных судов введены специальные знаки:

A1 – для автоматизированных судов с безвахтенным обслуживанием машинных отделений и центральных постов управления (ЦПУ);

A2 – автоматизированные суда с дистанционным обслуживанием машинных отделений из ЦПУ.

К бортовой аппаратуре судовых и корабельных технических систем предъявляются существенно более жесткие требования по сравнению с аналогами, предназначенными для эксплуатации в общепромышленных условиях.

Это накладывает определенный отпечаток на проектирование, технологию изготовления и особенности эксплуатации такой аппаратуры.

Новые электротехнические материалы и технологии создания силовых полупроводниковых структур позволяют находить новые оптимизированные схемотехнические и конструктивные решения, разрабатывать новые алгоритмы управления и создавать специализированное программное обеспечение для аппаратуры. В целом, оказывает существенное влияние на судовую электротехнику, электроэнергетику и системы управления техническими средствами судна

Элементная база современных микропроцессорных систем (МПС) развивается в двух основных направлениях:

-микропроцессоры (МП), как средства цифровой обработки данных и БИС памяти для вычислительных систем, ЭВМ, компьютеров.

-микроконтроллеры (МК), как средства автоматики, способные самостоятельно решать четко ограниченный круг задач в непосредственной близости к объектам контроля или управления.

Основные функции и разнообразие микропроцессорных систем в электроэнергетике

Микропроцессоры и микроконтроллеры – это универсальные или специализированные средства автоматизации обработки данных.

Современные возможности автоматизированной обработки дискретных и аналоговых сигналов с помощью МП и МК определяют 3 основные функции их использования: контроль, измерение и управление. Перечисленные функции являются базовыми, на основе которых строятся все без исключения технические системы, в том числе общепромышленные, судовые и транспортные.

На рис. 1 упрощенно и условно представлены конкретизированные функции и системы на основе применения микроконтроллеров и МПС.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 34/42

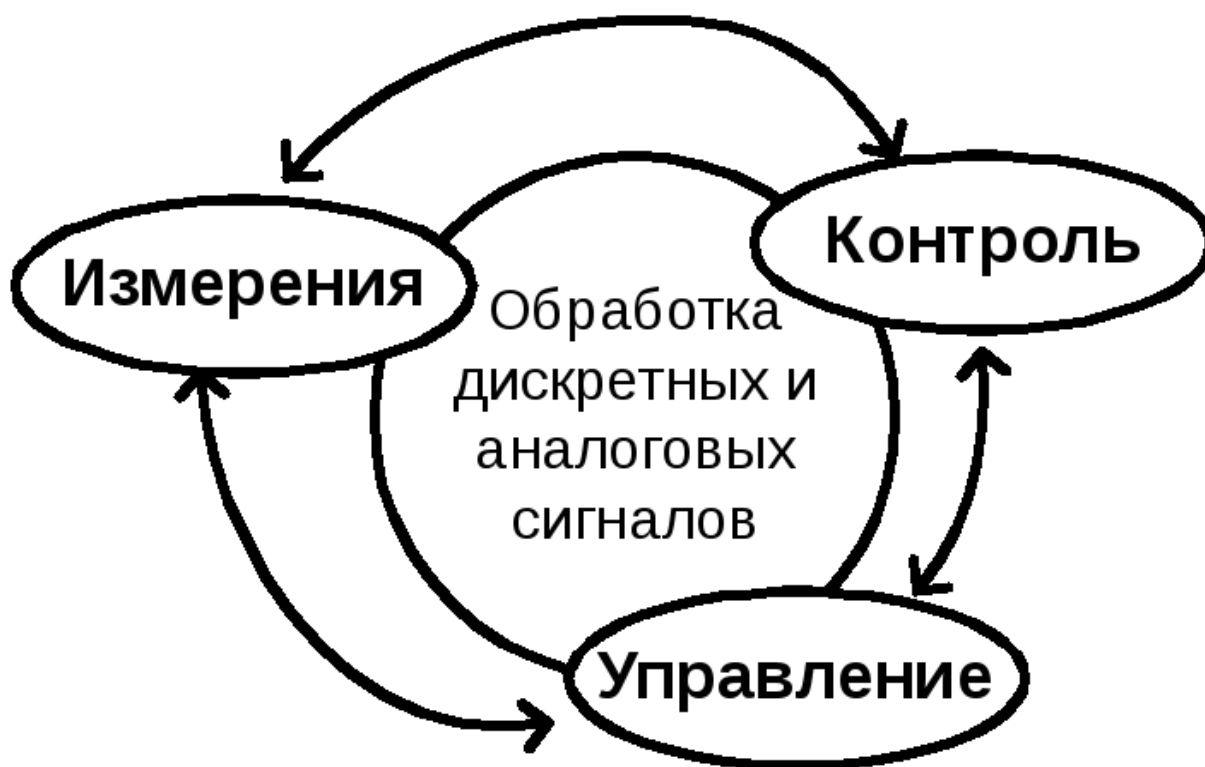


схема расположения систем с использованием МП и МК (рис. 2) условно показывает возрастающую их сложность и поглощение простых систем более сложными (по вертикали). Кроме этого существуют и другие взаимосвязи – по горизонтали и перекрестные. На практике, в условиях программно-аппаратной реализации четких границ между указанными системами может не существовать, часто одна система поглощает другую, поскольку не может быть реализована без нее. Например, функция отображения состояния объекта может быть реализована простейшими средствами типа светодиодных индикаторов для построения цветных мнемосхем на лицевых панелях щитов и в то же время может быть реализована сложнейшими средствами, включая цифровую обработку сигналов, для получения аналогичных мнемосхем на экранах мониторов систем управления теплообменными аппаратами. Точно также возможны различные реализации приборов и индикаторов для отображения режимных параметров работы теплообменных аппаратов.

Широкое внедрение микропроцессорных средств измерений для получения объективной информации об объекте является основой для всего последующего развития электроэнергетических систем (ЭЭС). Поэтому, в первую очередь, следует обратить внимание на функции измерения и контроля параметров объекта – токов, напряжений, температуры, давления и т. д. Это позволяет рассматривать возможность реализации нового поколения систем предупредительной сигнализации, регистрации и осциллографирования режимных параметров, без которых немыслима эксплуатация большинства современных энергообъектов.

Порядок выполнения:

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМПК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 35/42

1. Изучить теоретическую часть.
2. Изучить электросхему FFDE-19.
3. Настроить микроконтроллеры на стенде.
4. Проверить работу контроллеров.

Практическое занятие №14. Монтаж устройств и средств автоматизации.

Цель работы: получить навык монтажа реле давлений на стенд FFDE-19.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11].

Теоретическая часть.

При подключении настенного реле давления к холодильной системе следует обратить особое внимание на то, что реле высокого давления, отвечающие требованиям безопасности (например, "KP7 W ", "KP7B ", "KP7S ", "KP7BS "), всегда подключаются с помощью прямого трубопровода с внутренним диаметром не менее 4 мм. Другими словами, необходимо использовать медную трубу диаметром 6 мм. Конечно, можно также использовать специальные пластиковые соединительные линии для холодильных систем, как это стало популярным в последние 15 лет, с внутренним диаметром полиэтиленовые трубы не менее 4 мм.

Форма отчета:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Изучить электросхему FFDE-19.
3. Произвести монтаж реле НД и реле ВД с проводами, согласно электросхеме.

Практическое занятие №15. Определение причин неисправной работы устройств и средств автоматизации и их устранение.

Цель работы: отработать практический навык поиска неисправностей на стенде FFDE-19.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР26, ЛР28, ЛР29, ЛР30, ЛР31.

Использованные источники: [1], [5], [11].

Теоретическая часть. Перечень рекомендуемых неисправностей в холодильном контуре

1. Низкое давление всасывания при работе в режиме охлаждения. Установка отключается по реле низкого давления (4, PSL). Моделирование неисправности: прикрыть вентиль ШВ5 на подаче жидкого хладагента в испаритель.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 36/42

Симптомы неисправности: смотровое стекло СС1 заполнено полностью (хладагента достаточно). В смотровом стекле СС2 наблюдается движение хладагента. На дисплее контроллера отображается степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт).

Устранение неисправности: Открыть вентиль ШВ5.

2. Низкое давление всасывания при работе в режиме охлаждения. Установка отключается по реле низкого давления (4, PSL).

Моделирование неисправности: откачать часть хладагента из системы. В смотровом стекле СС1 наблюдается паровая фракция. В смотровом стекле СС2 наблюдается движение хладагента. На дисплее контроллера отображается степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт).

Не достаточно хладагента. Дозаправить фреоном.

3 Низкое давление всасывания при работе в режиме охлаждения. Установка отключается по реле низкого давления (4, PSL). Имитация засорения фильтра-осушителя.

Моделирование неисправности: прикрыть роталок РТ3 (вентиль ШВ4 закрыт). Засорился фильтр-осушитель ФО1. Симптомы неисправности: В смотровом стекле СС1 наблюдается паровая фракция. В смотровом стекле СС2 наблюдается слабое движение хладагента. На дисплее контроллера отображается степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт).

Устранение неисправности: Открыть роталок РТ3. Примечание При реальных условиях корпус фильтра ФО1 холодный, процесс дросселирования начинается уже в фильтре-осушителе. Заменить фильтр-осушитель.

4. Низкое давление всасывания при работе в режиме охлаждения.

Моделирование неисправности: отключить насос.

Симптомы неисправности: Смотровое стекло СС1 заполнено полностью (Хладагента достаточно). В смотровом стекле СС2 наблюдается слабое движение хладагента. На дисплее контроллера отображается малая степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт).

Устранение неисправности: подключить насос.

5. Низкое давление всасывания при работе в режиме охлаждения.

Моделирование неисправности: отключить фанкойл ФН. Симптомы неисправности: Смотровое стекло СС1 заполнено полностью (хладагента достаточно). В смотровом стекле СС2 наблюдается слабое движение хладагента. На дисплее контроллера отображается малая степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт).

Устранение неисправности: включить фанкойл с пульта.

6. Высокое давление конденсации при работе в режиме охлаждения

Моделирование неисправности: перезаправить установку.

Симптомы неисправности: при включении стенда вентилятор воздушного конденсатора работает на максимальных оборотах. Холодильная установка (компрессор) практически сразу отключается по высокому давлению. Устранение неисправности: откачать лишний фреон.

7. Высокое давление конденсации при работе в режиме охлаждения

Моделирование неисправности: Не корректная настройка параметров работы вентилятора, табл.2 - уставка нагрева FHS=20бар, реле высокого давления (PSH, 5) установлено на 15бар <20бар.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 37/42

Симптомы неисправности: при работе станда вентилятор воздушного конденсатора не работает. Холодильная установка (компрессор) отключается по высокому давлению.

Устранение неисправности: настроить контроллер.

8. Установка не может нагреть теплоноситель до установленного значения, в режиме «Нагрев»

Моделирование неисправности: откачать часть фреона. На контроллере установлено заводское значение температуры теплоносителя 40°C
Симптомы неисправности: Низкое давление всасывания.

В смотровом стекле СС2 наблюдается паровая фракция. В смотровом стекле СС1 наблюдается слабое движение хладагента. На дисплее контроллера отображается степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт). Не достаточно хладагента.

Устранение неисправности: Дозаправить фреоном.

9. Перегрев компрессора, в режиме «Нагрев».

Моделирование неисправности: Прикрыть роталок РТ1.

Симптомы неисправности: при длительной работе корпус компрессора горячий. Давление всасывания низкое. Смотровое стекло СС2 заполнено полностью (хладагента достаточно). В смотровом стекле СС1 наблюдается слабое движение хладагента. На дисплее контроллера отображается степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт).

Устранение неисправности: Открыть роталок РТ1.

10. Перегрев паров перед компрессором минимальный.

Моделирование неисправности: ослабить крепление датчика температуры (2) или установить не по схеме.

Симптомы неисправности: Компрессор работает влажным ходом (Внимание! Возможен гидравлический удар). Давление кипения высокое.

Устранение неисправности: Закрепить датчик по схеме с плотным прижатием к всасывающему трубопроводу.

11. Холодильная установка в режиме охлаждения работает не с полной нагрузкой (не достаточно хладагента).

Моделирование неисправности: закрыть вентили ШВ3 и ШВ6, роталоки РТ3 и РТ4. Вентили ШВ4 и ШВ7 должны быть открыты (работа без ресиверов).

Симптомы неисправности: В смотровом стекле СС1 наблюдается паровая фракция. В смотровом стекле СС2 наблюдается слабое движение хладагента. На дисплее контроллера отображается степень открытия ЭРВ (ЭРВ работает, открыт).

Устранение неисправности: Открыть вентили ШВ3 и ШВ6, роталоки РТ3 и РТ4. Вентили ШВ4 и ШВ7 закрыть.

12. Высокое давление конденсации при работе в режиме охлаждения.

Моделирование неисправности: вентили ШВ3 и ШВ7, роталоки РТ3 и РТ4 закрыть. Вентили ШВ4, ШВ6 и роталок РТ3 открыты.

Симптомы неисправности: Установка отключается по реле высокого давления.

Устранение неисправности: Вернуть систему в нормальный режим работы. Вентили ШВ4 и ШВ7 закрыть, роталоки РТ3, РТ4 и вентили ШВ3 и ШВ6 открыть.

В электрической схеме холодильной машины

1. Не включается установка (компрессор). *Моделирование неисправности:* вынуть предохранитель из держателя или установить заведомо неисправный.

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 38/42

стенда есть.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Установить предохранитель или заменить неисправный предохранитель.

2. Не включается компрессор.

Моделирование неисправности: Реле высокого давления подключить не по схеме.

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе стенда есть. Предохранитель установлен, исправен.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Подключить реле по схеме.

3. Не включается вентилятор конденсатора.

Моделирование неисправности: Отключить эл.питание вентилятор в клеммной коробке устройства или на общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления.

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе стенда есть. Предохранитель установлен, исправен.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Подключить вентилятор.

4. Не включается насос.

Моделирование неисправности: Отключить эл. питание насоса в клеммной коробке устройства или на общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления.

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе стенда есть. Предохранитель установлен, исправен.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Подключить насос.

5. Не включается фанкойл.

Моделирование неисправности: Отключить эл.питание фанкойла в клеммной коробке устройства или на общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления.

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе стенда есть. Предохранитель установлен, исправен.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Подключить фанкойл.

6. Не переключается в режим «Нагрев».

Моделирование неисправности: Отключить эл. питание на катушке четырехходового клапана (ЧХК, У1).

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе стенда есть. Предохранитель установлен, исправен.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Подключить катушку.

7. Не регулируются обороты вентилятора конденсатора

Моделирование неисправности подключить регулятор скорости вращения вентилятора (СРМ 2,5Ш) не по схеме.

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе стенда есть. Предохранитель установлен, исправен.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Подключить СРМ 2,5Ш по схеме.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 39/42

8. Не регулируется подача холодильного агента электронным регулирующим вентилем.

Моделирование неисправности: Отключить эл. питание на катушке электронного расширительного вентиля ЭРВ (ETS).

Симптомы неисправности: Индикаторная лампочка L1 горит, эл. питание на входе стенда есть. Предохранитель установлен, исправен.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить неисправность. Подключить катушку ЭРВ.

9. Нет индикации «Питание».

Моделирование неисправности: Отключить цепь к индикатору «Питание»

Симптомы неисправности: При подаче питания соответствующий индикатор не горит.

Устранение неисправности: Проверить подключение по схеме, рис.2. Устранить неисправность.

10. Нет индикации «Авария низкое давления».

Моделирование неисправности: Отключить цепь к индикатору «Авария низкое давления»;

Симптомы неисправности: При подаче питания соответствующий индикатор не горит.

Устранение неисправности: Проверить подключение по схеме, рис.2. Устранить неисправность.

11. Нет индикации «Авария высокое давления».

Моделирование неисправности: Отключить цепь к индикатору «Авария высокое давления»;

Симптомы неисправности: При подаче питания соответствующий индикатор не горит.

Устранение неисправности: Проверить подключение по схеме, рис.2. Устранить неисправность.

12. При включении переключателя «Пуск» S1 компрессор включается и через несколько секунд выключается

Моделирование неисправности: Отключить питание от реле протока.

Симптомы неисправности: Компрессор включается и через несколько секунд выключается.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2. Подключить реле протока по схеме.

13. При включении переключателя «Пуск» S1 компрессор уходит на вакуум.

Моделирование неисправности: Реле низкого давления подключить не по схеме.

Симптомы неисправности: при работе установка уходит на вакуум.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2. Подключить реле по схеме.

14. На общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления перепутаны подключение вентилятора и фанкойла.

Моделирование неисправности: Поменять местами подключение вентилятора с фанкойлом.

Симптомы неисправности: не регулируется частота вращения вентилятора. Нет возможности стабилизировать давление конденсации. Фанкойл работает не стабильно.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 40/42

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2. Подключить фанкойл и вентилятор по схеме.

15. На общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления перепутаны подключение вентилятора и насоса.

Моделирование неисправности: Поменять местами подключение вентилятора с насосом.

Симптомы неисправности: не регулируется частота вращения вентилятора. Нет возможности стабилизировать давление конденсации. Насос работает не стабильно.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2. Подключить насос и вентилятор по схеме.

16. На общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления перепутаны провода подключения датчиков температуры TE-L, TE-in, TE-out.

Моделирование неисправности: поменять местами провода подключения одного или нескольких датчика TE-L, TE-in, TE-out.

Симптомы неисправности: нет индикации соответствующей температуры на дисплее контроллера.

Устранение неисправности: определить перепутанные провода и подключить согласно схемы.

17. На общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления перепутаны подключения датчиков температуры TE-L, TE-in, TE-out между собой.

Моделирование неисправности: поменять местами подключения одного или нескольких датчика TE-L, TE-in, TE-out между собой.

Симптомы неисправности: на дисплее контроллера будут индцироваться значения температуры, не совпадающие со схемой, при запуске установки будут нарушены функции управления, т. е. установка не выйдет на рабочий режим, регулирование параметрами будет нарушена.

Устранение неисправности: определить перепутанные датчики и подключить согласно схемы.

18. На общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления перепутаны провода подключения ЭРВ.

Моделирование неисправности: поменять местами провода подключения ЭРВ в общей колодке подключения.

Симптомы неисправности: работа ЭРВ не будет согласованна с индикацией на дисплее контроллера.

Устранение неисправности: определить неправильно подключенные провода и подключить согласно схеме.

19. Неправильно подключено реле давления.

Моделирование неисправности: на реле переключить один из проводов на свободную клемму.

Симптомы неисправности: при подаче питания к установке, загорится индикаторная лампа авария высокое или низкое давление (в зависимости от смоделированной неисправности).

Устранение неисправности: определить неправильное подключение проводов и подключить согласно схеме.

20. Неправильно подключены переключателей S1 и S2.

Моделирование неисправности: поменять местами провода «33» и «34» на контроллере.

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 41/42

Симптомы неисправности: при переключении установки в режим пуск - на индикаторе контроллера сменится режим работы, но установка при этом не запустится; при переключении режима работы на «нагрев» - установка запустится.

Устранение неисправности: определить неправильное подключение проводов и подключить согласно схеме.

21. Не включается устройство.

Моделирование неисправности: Нарушить эл. контакт на любом из устройств в клеммной коробке или на общей клеммой колодке подключения внешних устройств в щите управления. Открутить соответствующий провод изолировать его и закрутить в клемму.

Симптомы неисправности: Не включается устройство.

Устранение неисправности: Прозвонить цепь управления по схеме, рис.2, определить и устранить неисправность.

Порядок выполнения.

1. Определить неисправность.
2. Устранить неисправность.
3. Выполнить отчет о проделанной работе, описать неисправность.
4. Записать порядок действий своей работы

Используемые источники литературы:

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
Основные	1. Правила классификации и постройки морских судов [Электронный ресурс]: нормативно-технический документ / Российский морской регистр судоходства. - Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства, 2016 - Ч. XII: Холодильные установки: Взамен НД 2-020101-095; Введ. с 01.01.2018 г. - 2018. 2. Правила классификации и постройки морских судов [Электронный ресурс]: нормативно-технический документ /

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО-15 02 06-ПМ.02.- МДК 02.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.02 Испытание, пусконаладка и программирование судового холодильного оборудования	С. 42/42

	Российский морской регистр судоходства. - Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства, 2015 - Ч. XV: Автоматизация: Взамен НД 2-020101-095; Введ. с 01.01.2018 г. - 2018. 3. Правила технической эксплуатации холодильных установок судов флота рыбной промышленности. – М.: Моркнига, 2023.
Дополнительные, в т.ч. курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения практических занятий и самостоятельных работ	4. Сластухин Ю.Н., Ейдеюс А.И., Елисеев Э.Е. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок. – М.: Моркнига, 2014. 5. Правила классификации и постройки морских судов. Том 2. – СПб: РМРС, 2012. 6. Прохоренков, А. М. Автоматизация судовых холодильных установок [Текст]: учебное пособие для вузов / А. М. Прохоренков. - М.: Моркнига, 2012. 7. РД 31.21.30-97 Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций. Нормативный документ. Дата введения 1997-07-01. ЗАО "ЦНИИМФ", 1997. 8. Правила эксплуатации систем и устройств автоматизации на судах ФРП России. -СПб.: ГИПРОРЫБФЛОТ, 2000. 9. Курс лекций преподавателей по специальности.
Электронные образовательные ресурсы	10. ЭБС «Book.ru», https://www.book.ru 11. ЭБС «ЮРАЙТ», https://www.biblio-online.ru 12. ЭБС «Академия», https://www.academia-moscow.ru 13. Издательство «Лань», https://e.lanbook.com 14. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://www.biblioclub.ru
Периодические издания	15. Вестник международной академии холода; 16. Журнал «Эксплуатация морского транспорта»; 17. Журнал «Морской Флот»; 18. Журнал «Стандарты и качество». 19. Морские вести России.