



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

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

**ПМ.05 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ
ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА**

Методические указания по выполнению практических работ
(для обучающихся)

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ

РАЗРАБОТЧИК

Кузьменков В.И.

ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

Никишин М.Ю.

ГОД РАЗРАБОТКИ

2025

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 2/51

Содержание

Введение	3
Перечень практических занятий	10
Практическое занятие № 1	11
Подготовка медных труб к соединению. Соединение медных трубопроводов.	11
Практическое занятие № 2	15
Процесс развальцовки труб. Резка металлических труб.	15
Практическое занятие № 3	19
Подготовка медных трубопроводов к газовой пайке.	19
Практическое занятие № 4	20
Выбор газосварочного оборудования и материалов.	20
Практическое занятие № 5	22
Расчет и построение циклов холодильных машин.	22
Практическое занятие № 6	29
Составление схемы двухступенчатой холодильной установки.	29
Практическое занятие № 7	35
Подготовка холодильной установки к пуску.	35
Практическое занятие № 9	37
Поддержание оптимального режима работы холодильной установки.	37
Практическое занятие № 10	38
Эксплуатация оборудования необходимого для испытания системы хладагента на герметичность.	38
Практическое занятие № 11	41
Определение неисправностей в работе холодильного оборудования.	41
Практическое занятие № 12	43
Предотвращение аварийных режимов холодильной установки.	43
Практическое занятие № 13	44
Настройка реле аварийной защиты.	44
Практическое занятие № 14	46
Настройка терморегулирующего вентиля.	46
Используемые источники литературы:	50

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 3/51

Введение

Рабочей программой профессионального модуля по МДК.05.01 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:

Н 5.1.01 выполнения слесарных работ необходимых при монтаже, эксплуатации и ремонте холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

Н 5.1.02 выполнения газосварочных работ необходимых при монтаже и ремонте холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха.

Н 5.2.01 выполнения работ (под руководством) по техническому использованию и обслуживанию компрессора согласно требований «Правил технической эксплуатации холодильных установок на судах рыбопромыслового флота Российской Федерации» (ПТЭ) и инструкций завода изготовителя;

Н 5.2.02 выполнения работ (под руководством) по техническому использованию и обслуживанию охлаждающих устройств согласно требований ПТЭ и инструкций завода изготовителя;

Н 5.2.03 выполнения работ (под руководством) по техническому использованию и обслуживанию конденсатора и вспомогательного оборудования согласно требованию ПТЭ и инструкций завода изготовителя;

Н 5.2.04 ведения журнала эксплуатации и технического обслуживания систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности в бумажном и электронном виде;

Н 5.3.01 выполнения работ (под руководством) по ремонту и испытанию компрессора;

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 4/51

Н 5.3.02 выполнения работ (под руководством) по ремонту и испытанию конденсатора;

Н 5.3.03 выполнения (под руководством) по ремонту и испытанию охлаждающих устройств;

Н 5.3.05 выполнения (под руководством) по ремонту и испытанию вспомогательных устройств, насосов и системы трубопроводов;

Н 5.4.01 участия в проведении анализа режимов работы основного и вспомогательного холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

Н 5.4.01 настройки устройств автоматического регулирования и защиты систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности для поддержания оптимальных и безопасных режимов эксплуатации под руководством механика более высокого;

Н 5.6.01 организации и осуществления мероприятий по охране труда при выполнении работ по рабочей профессии «Машинист холодильных установок 2-го разряда».

умениями:

У 5.01.01 под руководством выполнять слесарные работы необходимые при монтаже и ремонте холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

У 5.01.02 под руководством выполнять газосварочные работы необходимые при монтаже и ремонте холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

У 5.01.03 подбирать слесарные инструменты, необходимые при эксплуатации и регулировании систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности;

У 5.02.01 под руководством выполнять работы (под руководством) по техническому использованию и обслуживанию компрессора согласно требований «Правил технической эксплуатации холодильных установок на судах рыбопромыслового флота Российской Федерации» (ПТЭ) и инструкций завода изготовителя;

У 5.02.02 под руководством выполнять работы по техническому использованию и обслуживанию охлаждающих устройств согласно требований ПТЭ и инструкций завода изготовителя;

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 5/51

У 5.02.03 под руководством выполнять работы по техническому использованию и обслуживанию конденсатора и вспомогательного оборудования согласно требованию ПТЭ и инструкций завода изготовителя.

У 5.02.04 соблюдать правила техники безопасности, охраны труда и экологической безопасности при эксплуатации систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности;

У 5.02.05 вести журнал эксплуатации и технического обслуживания систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности в бумажном и электронном виде.

У 5.03.01 под руководством выполнять работы по ремонту и испытанию компрессора;

У 5.03.02 под руководством выполнять по ремонту и испытанию конденсатора;

У 5.03.03 под руководством выполнять по ремонту и испытанию охлаждающих устройств;

У 5.03.04 под руководством выполнять по ремонту и испытанию вспомогательных устройств, насосов и системы трубопроводов.

У 5.04.01 проводить анализ режимов работы основного и вспомогательного холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха.

У 5.05.01 настраивать устройства автоматической защиты и регулирования систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности для поддержания оптимальных и безопасных режимов эксплуатации под руководством механика более высокого разряда;

У 5.06.01 организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при выполнении работ по рабочей профессии «Машинист холодильных установок 2-го разряда».

знаниями:

З 5.01.01 виды слесарных работ необходимых при монтаже и ремонте холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

З 5.01.02 газосварочные работы необходимые при монтаже и ремонте холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

З 5.01.03 оборудование и инструменты, необходимые для выполнения слесарных и газосварочных работ;

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 6/51

3 5.01.04 правила техники безопасности и пожарной безопасности при выполнении слесарных работ и газосварочных работ.

3 5.02.01 основы холодильной техники, термодинамики, теории теплообмена, электротехники и автоматизации;

3 5.02.02 назначение, принцип работы и устройство оборудования систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности;

3 5.02.03 режимы работы холодильных установок различных типов;

3 5.02.04 условные обозначения в принципиальных и функциональных гидравлических и электрических схемах и формулы для расчета производительности и потребляемой мощности систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности;

3 5.02.05 виды и свойства хладагентов;

виды и сорта применяемых смазочных материалов;

3 5.02.06 способы определения утечки различных хладагентов и порядок оповещения персонала;

3 5.02.07 нормативно-технические документы и профессиональные термины, относящиеся к эксплуатации систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности;

3 5.02.08 правила заполнения журнала эксплуатации и технического обслуживания систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности в бумажном и электронном виде;

3 5.02.09 схемы расположения трубопроводов, арматуры;

3 5.02.10 порядок включения и выключения электроприводов холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.

3 5.02.11 назначение и правила применения средств индивидуальной защиты, пожаротушения и первой помощи пострадавшим в результате аварии или нарушения техники безопасности, в том числе при отравлениях хладагентом или поражении им частей тела и глаз;

3 5.02.12 правила охраны труда и основы экологической безопасности, необходимые при эксплуатации систем кондиционирования воздуха,

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 7/51

вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности;

3 5.03.01 способы предупреждения и устранения неисправностей в работе холодильной установки и систем кондиционирования воздуха;

3 5.03.02 технологию ремонта основных механизмов и узлов холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

3 5.03.03 порядок испытания трубопроводов и холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха на прочность и плотность;

3 5.03.04 правила приемки и испытания холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха после ремонта;

3 5.03.05 порядок освидетельствования холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха;

3 5.03.06 правила охраны труда и окружающей среды, соблюдение которых необходимо при ремонте систем кондиционирования воздуха, вентиляционных, теплонасосных и холодильных установок среднего уровня сложности.

3 5.04.01 параметры нормальной и предельно допустимой и аварийной работы холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха.

3 5.05.01 схему расположения приборов автоматического регулирования и контрольно-измерительных приборов;

3 5.05.02 конструкции и принцип действия устройств и средств автоматизации холодильных установок и систем кондиционирования воздуха;

3 5.05.03 принципы настройки устройств и средств автоматизации холодильных установок и систем кондиционирования воздуха, а также параметры их срабатывания;

3 5.06.01 мероприятия по охране труда при выполнении работ по рабочей профессии «Машинист холодильных установок 2-го разряда».

Выполнение заданий на практических занятиях способствует формированию у обучающихся:

общих и профессиональных компетенций

Код	Наименование результата обучения
ПК 5.1	Выполнять основные слесарные и газосварочные работы необходимые при монтаже и ремонте холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха.
ПК 5.2	Участвовать в техническом использовании и обслуживании холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха.
ПК 5.3	Участвовать в проведении ремонта холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха и испытаний после ремонта.
ПК 5.4	Участвовать в проведении анализа режимов работы холодильного оборудования и систем

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 8/51

	кондиционирования воздуха.
ПК 5.5	Проводить работы по настройке устройств и средств автоматизации холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха.
ПК 5.6	Организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при выполнении работ по рабочей профессии «Машинист холодильных установок 2-го разряда».

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

<i>Код</i>	<i>Наименование личностных результатов</i>
ЛР 2	Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости, экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующий и участвующий в деятельности общественных организаций.
ЛР 3	Соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих
ЛР 4	Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде лично и профессионального конструктивного «цифрового следа».
ЛР 13	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
ЛР 15	Готовый к профессиональной конкуренции и конструктивной реакции на критику.
ЛР 17	Содействующий поддержанию престижа своей профессии, отрасли и образовательной организации.
ЛР 18	Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного и социокультурного развития России, готовый работать на их достижение.
ЛР 19	Управляющий собственным профессиональным развитием, рефлексивно оценивающий собственный жизненный опыт, критерии личной успешности, признающий ценность непрерывного образования.
ЛР 21	Самостоятельный и ответственный в принятии решений во всех сферах своей деятельности, готовый к исполнению разнообразных социальных ролей, востребованных бизнесом, обществом и государством
ЛР 25	Эффективно взаимодействующий с коллегами, руководством, клиентами, реализующий тактику сотрудничества в команде.
ЛР 27	Выполняющий требования действующего законодательства, правил и положений внутренней документации организации в полном объеме.
ЛР 28	Добросовестный, соответствующий высоким стандартам бизнес-этики и способствующий разрешению явных и скрытых конфликтов

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 9/51

	интересов, возникающих в результате взаимного влияния личной и профессиональной деятельности. Осознающий ответственность за поддержание морально-психологического климата в коллективе
ЛР 29	Вовлеченный, способствующий продвижению положительной репутации организации
ЛР 30	Способный преобразовывать и оценивать информацию в соответствии с профессиональными нормами и ценностями
ЛР 31	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.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 10/51

Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1	Подготовка медных труб к соединению. Соединение медных трубопроводов.	4
2	Процесс развальцовки труб. Резка металлических труб.	4
3	Подготовка медных трубопроводов к газовой пайке.	4
4	Выбор газосварочного оборудования и материалов.	2
5	Расчёт и построение циклов холодильных машин.	4
6	Составление схемы двухступенчатой холодильной установки.	4
7	Подготовка холодильной установки к пуску.	4
8	Пуск и вывод из действия холодильной установки.	4
9	Поддержание оптимального режима работы холодильной установки.	4
10	Эксплуатация оборудования необходимого для испытания системы хладагента на герметичность.	2
11	Определение неисправностей в работе холодильного оборудования.	4
12	Предотвращение аварийных режимов работы холодильной установки.	2
13	Настройка реле аварийной защиты.	2
14	Настройка терморегулирующего вентиля.	2
Итого		46

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 11/51

Практическое занятие № 1

Подготовка медных труб к соединению. Соединение медных трубопроводов.

Цель занятия: Научиться правильно подготавливать трубопроводы перед пайкой. Изучить основной инструмент обработки труб.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.1, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [8].

Исходные материалы и данные:

1. Медные трубы.
2. Инструменты: Ример, наждачная бумага, трубогиб, труборасширитель.
3. Теоретическая часть.
4. Перчатки, закрытая одежда.

Теоретическая часть

Ример.

Римеры бывают в основном двух видов. Ример - устройство для обработки труб в месте отреза. После отрезания, на месте отреза образуются заусенцы, если их не убрать, то движущийся хладагент будет получать завихрение, что сказывается на работе холодильной машины, а также есть шанс получить протертость в корпусе фильтра или изгибе трубопровода. При соединении трубопроводов необходимо зачистить место стыка. В расширенной части, зачищается внутренняя часть, на обычном трубопроводе зачищается наружная часть, которая входит в трубопровод, больше не нужно.

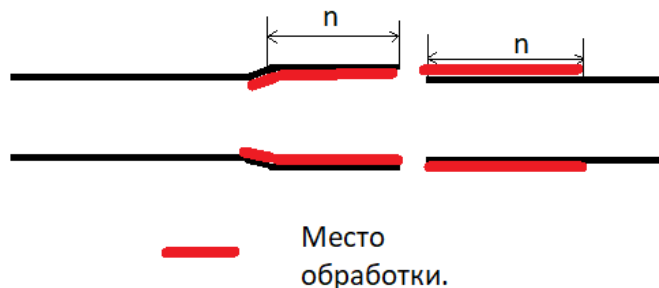


Рисунок 1. Места обработки трубопроводов.



Рисунок 2. Ример для внутренней обработки.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 12/51



Рисунок 3. Пример дву-сторонний.

Обработка трубопровода необходима для удаления лака и коррозии, а также прочих загрязнений. Не удалив их, трубопровод спаяется, но при проверке давлением, скорее всего, даст течь. Дело все в том, что при пайке припой растекается, то есть он полностью находится в жидкой фазе, а лак, который не удален, вскипает, и оставляет микропоры в шве.

Труборасширитель.

Расширение трубопроводов необходимо для качественного паечного соединения. Можно обойтись без расширения, нужно просто воспользоваться специальным фитингом, но вместо одного паечного соединения получится два.

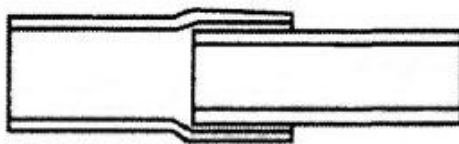


Рисунок 4. Соединение с расширением.



Рисунок 5. Медная муфта для соединения без расширения.



Рисунок 6. Труборасширитель рычажный.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 13/51

Данный инструмент предназначен для расширения сечения трубопровода. Медь считается мягким металлом, потому ее довольно легко деформировать. Для расширения применяются различные расширители, но рычажный обладает огромной скоростью в работе. Если вам предстоит расширение одного или двух сечений, то чем расширять разницы нет. У такого типа расширителя есть очень значительный минус – это его размер, из-за этого его используют только при монтаже, и очень редко на собранной установке.

Как работать расширителем:

1. Открывается инструментальный ящик и вынимается расширитель.
2. Выбирается насадка под нужный диаметр трубопровода.
3. Ручки труборасширителя максимально раскрываются, чтобы убрать толкатель в крайнее положение.
4. Навинчивается насадка.
5. В насадку, все еще с раскрытыми ручками расширителя, вставляется трубопровод.
6. Сжимаются ручки расширителя.
7. Ручки расширителя расжимаются, инструмент отдается от трубопровода.
8. Повторяется процесс для следующего расширения. Если расширение больше не требуется, то инструмент разбирается и убирается в инструментальный ящик.



Рисунок 7. Труборасширитель-экспандер.

Как работать расширителем:

1. Берем расширитель.
2. На полностью открытых ручках вставляем в трубопровод, сторона расширителя с меньшим диаметром.
3. Начинаем сжимать рукоятки, возвратная пружина вернет их в обратное положение, после чего повторяем. Другой рукой в это время проворачиваем трубопровод.
4. После этого проверяем заходит ли в расширение трубопровод. Трубка заходит- инструмент убираем. Трубка не заходит- переворачиваем расширитель на другую сторону с наибольшим диаметром, повторяем действия с расширением.

Трубогиб.

Предназначен для изгиба труб под определенным углом, без деформации и сплющивания. Трубогибы различают на несколько основных типов.



Рисунок 8. Пружинный трубогиб.

Самый простой и дешевый трубогиб. Сгибание происходит с помощью равномерного распределения силы давящего человека на место изгиба. В отличие от других трубогибов, у данного типа имеются значительные минусы – это слишком увеличенная плавность угла, а также отсутствие точности угла.



Рисунок 9. Арбалетный трубогиб.

Зачастую самые дорогие в своем классе инструментов. Сгибание происходит плавно и равномерно. Имеется плашка с показателем угла.



Рисунок 10. Рычажный трубогиб.

Метод использования схож с рычажным труборасширителем.

Форма отчета:

1. Переписанная теоретическая часть в тетрадь для практических.

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 15/51

2. Защита теоретической части.
3. Обработка детали.
4. Расширение детали.

Практическое занятие № 2

Процесс развальцовки труб. Резка металлических труб.

Цель занятия: Изучить процесс вальцовки. Изучить процесс резки трубопроводов. Изучить инструмент.

Получить навык:

1. Вальцевания.
2. Определения качества вальцовочного соединения.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.1, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [8].

Исходные материалы и данные:

1. Медные трубы.
2. Набор инструментов: Труборез, вальцовочник.
3. Теоретическая часть.
4. Перчатки, закрытая одежда.

Теоретическая часть

Труборезы.

Для отрезания труб используют труборезы. Труборезы бывают обычного размера или укороченного, для отрезания трубопроводов в труднодоступных местах, непосредственно на самой установке. Функции выполняют они одинаковые.

Как работать труборезом:

1. Труба вставляется между роликов трубореза.
2. Подкручивается рукоятка для сближения режущего ролика.
3. После соприкосновения ролика и трубопровода, начинаем делать вращательные движения и немного подкручивать ручка. Внимание! Рукоятку запрещено затягивать сильно, иначе произойдет сплющивание трубопровода.
4. После отделения части трубопровода, труборез убирается на свое штатное место, в ящик. При необходимости отчищается от загрязнений.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 16/51



Рисунок 11. Труборез стандартного размера.



Рисунок 12. Труборез укороченный.

Вальцевание труб.

Вальцевание труб применяется для метода соединения трубопроводов с помощью резьбовых соединений. Зачастую такое соединение используют, возле оборудования которое снимается с установки с какой-то периодичностью. Также на герметичных компрессорах, трубка возврата масла в компрессор соединяется с помощью такого соединения. В случаях, если соединение выполняют на трассе хладагента или хладоносителя, то наружная резьба припаивается к медному трубопроводу.

Важно! Перед вальцовкой необходимо на трубопровод надеть гайку.

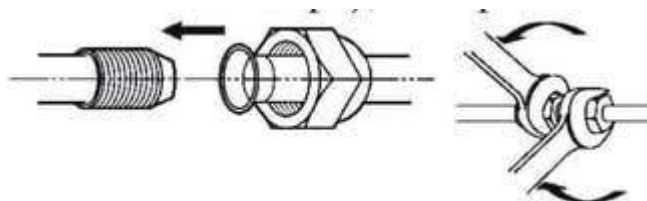


Рисунок 13. Вальцовочное соединение.

Некоторые вальцовочные наборы имеют насадки для расширения трубопровода. Такой набор в качестве труборасширителя применяется в целях экономии денежных средств. Расширение происходит плавно и качественно. Огромный минус такого набора в расширении – огромные затраты времени на расширение, в сравнении с другими инструментами в классе расширителей.



Рисунок 14. Набор вальцовки с насадками для расширения.

Как работать вальцовкой:

1. Выбирается плашка: метрическая или дюймовая.
2. Вставляется трубопровод в плашку.
3. Плашка сжимается с помощью зажимных воротков.
4. На плашку ставится вальцовочник.
5. Производим движение основного воротка по часовой стрелке. При завершении вальцевания нужно обращать внимание на упор конуса, при передавливании есть риск повредить трубопровод, а также инструмент.
6. Раскручиваем вальцовку и разбираем все в обратном порядке относительно сборке.

Как работать расширителем:

1. Снимаем вальцовочный конус. Он закреплен на резьбовое соединение.
2. Вкручиваем насадку расширения под необходимый диаметр.
3. Вставляем трубопровод в плашку. Трубопровод должен выпирать в сторону расширителя на величину чуть больше своего диаметра.
4. Плашка сжимается с помощью зажимных воротков.
5. На плашку ставится вальцовочник.
6. Производим движение основного воротка по часовой стрелке.
7. Величина глубины расширения должна быть примерно равна диаметру трубопровода.

Вальцовка.

Существуют вальцовочники с неразъемным конусом, на таком инструменте нельзя произвести расширение.



Рисунок 15. Вальцовочник с неразъемным конусом.

Как работать вальцовочником:

1. Достается вальцовочник из инструментального ящика и подбирается плашка.
2. Плашка вставляется в вальцовочник неразъемной стороной вперед.
3. Плашка вытягивается максимально из вальцовочника и раскрывается.
4. Помещается трубопровод, после чего плашка сжимается руками.
5. Плашка задвигается в вальцовку. Важно! Необходимо разместить трубопровод под конусом.
6. Закрутить фиксатор. Важно! Фиксатор должен попасть в специальные отверстия, это обеспечивает точность вальцовки, а также говорит о том, что трубопровод находится ровно под конусом.
7. По часовой стрелке проворачивается конусовращатель. Вращение происходит до упора.
8. Конусовращатель выкручивается в обратную сторону.
9. Разбор инструмента происходит в обратном порядке относительно сборки.

Качество выполнения развальцовки трубопровода.

1. Внешняя и внутренняя кромки не повреждены.
2. Ширина развальцованного участка трубы гладкая, зеркальная.
3. Отсутствует деформация окружностей внутренней и внешней кромки.



Рисунок 16. Пример правильно развальцованных трубопроводов.

Форма отчета:

1. Выполненная практическая работа в тетради.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 19/51

2. Защита теоретической части.
3. Выполненная практическая часть: отрезанная часть трубопровода, выполненная вальцовка на одном конце отрезанного трубопровода.

Практическое занятие № 3

Подготовка медных трубопроводов к газовой пайке.

Цель занятия: Изучить процесс подготовки трубопроводов.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.1, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [8].

Исходные материалы и данные:

1. Медные трубопроводы.
2. Мелкозернистый абразив

Теоретическая часть.

При соединении трубопроводов необходимо зачистить место стыка. В расширенной части, зачищается внутренняя часть, на обычном трубопроводе зачищается наружная часть, которая входит в трубопровод, больше не нужно.

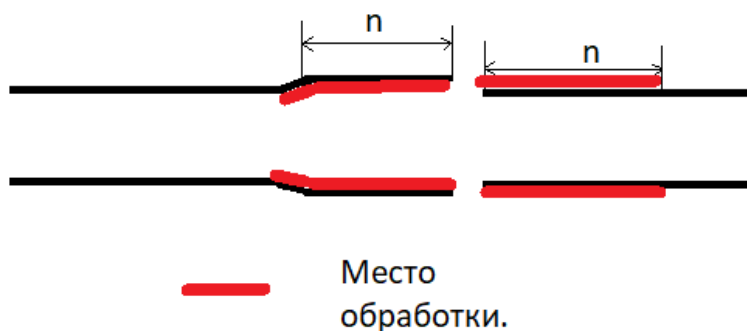


Рисунок 16. Пример обработки трубопровода.

Для лучшего растекания припоя необходимо зачистить поверхность от загрязнений, масла, механических повреждений, краски. Также необходимо снять оксидную плёнку, для этого используют **флюс**. Флюс в виде пасты наносится перед началом нагрева, а порошкообразный флюс необходимо развести до состояния пасты водой. Флюс можно нанести на прутки припоя. Если флюса будет слишком много, излишки могут попасть внутрь трубопровода и вызвать коррозию металлов. При использовании меднофосфорных припоев, при пайке «медь-медь», флюс не требуется.

Форма отчета:

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 20/51

1. Зачистка соединяемых деталей.
2. Защита практической работы.
3. Выполненная практическая работа в тетради.

Практическое занятие № 4 Выбор газосварочного оборудования и материалов.

Цель занятия: Научиться правильно выбирать газосварочное оборудование.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.1, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература:

Исходные материалы и данные:

1. Газосварочное оборудование.
2. Припой.

Теоретическая часть.

Пайка – технологическая операция, включающая в себя нагрев двух деталей и введения между ними **припоя**, для получения неразъемного и герметичного соединения. При монтаже холодильных систем отдается предпочтение именно паянным соединениям, для обеспечения наибольшей герметичности.

Припой – сплав, имеющий более низкую температуру плавления, чем соединяемые детали. Тип припоя определяется соотношением металлов в его составе. Для пайки медных трубопроводов холодильных систем используют **медные твердые припои**.

Для выбора необходимых материалов для пайки, нам необходимо знать какой металл мы будем спаивать, а также в каком месте. Для мест с повышенной вибрацией, а также стали, следует использовать серебряный припой. Чем выше содержание серебра, тем ниже потребуются температура для его растекания. **Серебряным припой**- припой с величиной содержания серебра более 15%.

Перед пайкой необходимо подготовить поверхности сопрягаемых деталей. Соединение для пайки должно состоять из двух трубок: одна из них при этом должна быть развальцована до большего диаметра, таким образом одна трубка будет входить внутрь другой на небольшую глубину и оставлять капиллярный зазор 0,05-0,015 мм.

Для лучшего растекания припоя необходимо зачистить поверхность от загрязнений, масла, механических повреждений, краски. Также необходимо снять оксидную плёнку, для этого используют **флюс**. Флюс в виде пасты наносится перед началом нагрева, а порошкообразный флюс необходимо развести до состояния пасты водой. Флюс можно нанести на прутки припоя. Если флюса будет слишком много, излишки могут попасть внутрь трубопровода

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 21/51

и вызвать коррозию металлов. При использовании меднофосфорных припоев, при пайке «медь-медь», флюс не требуется.

Газосварочное оборудование выбирается из расчета доступности к месту пайки, а также стоимости.



Рисунок 17. Станция для создания смеси «пропан-кислород».

Смесь «пропан-кислород» подходит для пайки трубопроводов большого диаметра, его преимущество в высокой температуре горения. Из минусов можно отметить: риск перегрева трубопровода, отсутствие мобильности.



Рисунок 18. Горелка для МАПП газа.

Высокотемпературная смесь газов для пайки. Такие горелки очень мобильны. Имеется возможность пайки в труднодоступных местах. Горелка отличается от станции «пропан-кислород». В горелку подается лишь одна

среда, в отличие от «пропан-кислород». Также можно отметить компактность. Простое регулирование языка пламени.

Форма отчета:

1. Изучение теоретической части.
2. Защита теоретической части.
3. Сбор и разбор станции пайки.

Практическое занятие № 5

Расчет и построение циклов холодильных машин.

Цель занятия: Научиться строить циклы, а также производить расчет.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.2, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [9]

Исходные материалы и данные:

1. Температура кипения.
2. Температура конденсации.
3. Холодильный агент.

Теоретическая часть.

Тепловые диаграммы $s - T$ и $i - \lg p$. Тепловые диаграммы служат для определения параметров рабочего тела при расчетах циклов холодильных машин.

Разберем диаграмму $s - T$.

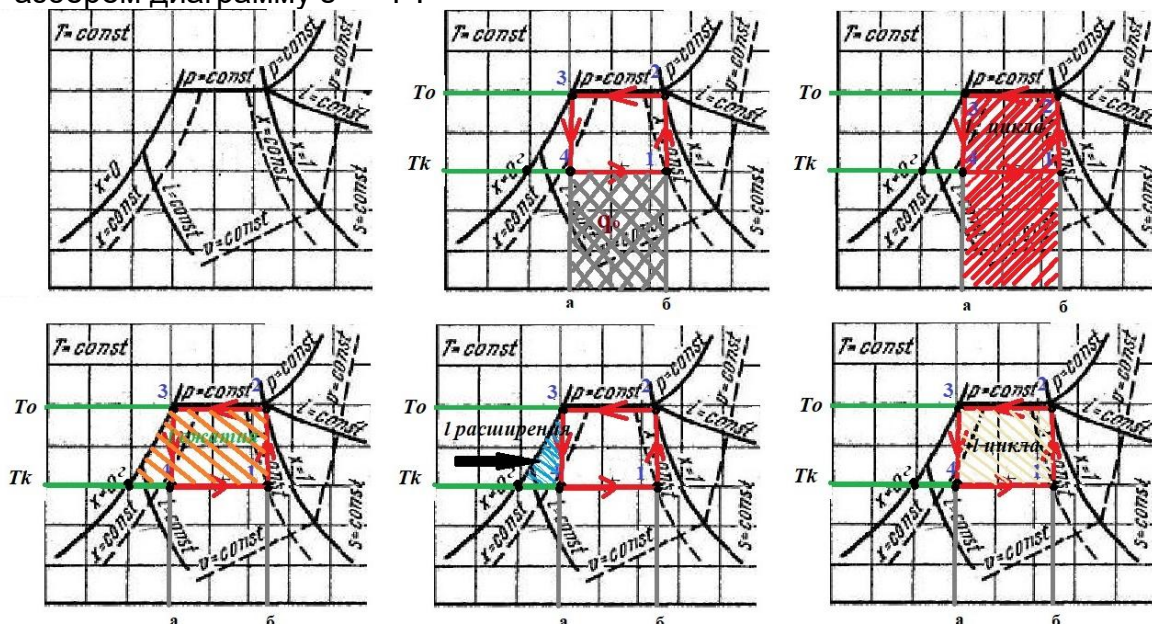


Рисунок 19. Диаграмма S-T.

q_0 – удельная холодопроизводительность. Холодопроизводительность, отнесенная к единице массы хладагента, называется его удельной массовой холодопроизводительностью q_0 (кДж/кг). Площадь: а;б;1;4.

qк – удельная нагрузка на конденсатор. Количество тепла, отнимаемого от 1 кг паров холодильного агента в конденсаторе в процессе конденсации. Площадь: а;б;2;3.

l сжатия - работа компрессора. Площадь: 1;2;3: г.

l расширения - работа расширения в зависимости от объема и давления. Площадь:4;3;г.

l цикла – работа цикла холодильной машины. Площадь: 1;2;3;4.

Обратный цикл Карно лежит в области влажного пара, что приведет к влажному ходу КМ.

Для удобства используют диаграмму **lgP-i**. Основные линии и области диаграммы. Процесс сжатия происходит по $s=\text{const}$. Процесс конденсации по $P=\text{const}$. Процесс дросселирования по $i=\text{const}$. Процесс кипения по $P=\text{const}$.

Сетку диаграммы образуют линии постоянной энтальпии, или изоэнтальпы (вертикальные прямые) и изобары (горизонтальные прямые); при этом по оси ординат принят логарифмический масштаб $\lg p$.

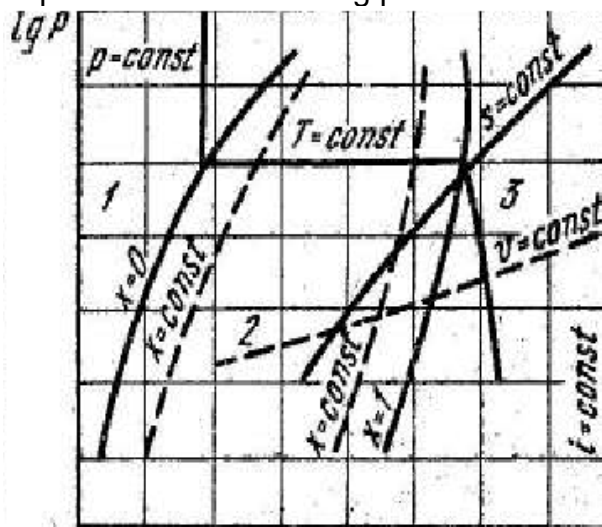


Рисунок 20. Диаграмма LgP-i.

Линии диаграммы:

i const –Такое количество тепла, которое способен отнять 1 кг хладагента от охлаждаемого объекта. Изоэнтальпия. кДж\кг

V const - объем хладагента. Изохора. м3\кг

P const – давление хладагента. Изобара. Bar или Мпа в зависимости от системы измерения.

Tt const – температура хладагента. Со или К в зависимости от системы измерения. Изотерма.

S const - такое количество тепла, которое способен отнять 1кг хладагента от охлаждаемого объекта в 1 градус. Эльтропия или адиабата. КДж\ кг * К.

x const – паросодержание хладагента. X=0 Линия насыщенного холодильного агента. X=1 Линия сухого насыщенного пара.



Рисунок 21. Области состояния хладагента в диаграмме P_i .

Основные понятия и определения.

Рабочее вещество, посредством которого в холодильной машине осуществляется отвод теплоты от охлаждаемой среды называется холодильным агентом (хладагентом).

Количество теплоты, отводимое в единицу времени искусственным охлаждением, называется холодопроизводительностью холодильной машины Q_0 (Вт).

Холодопроизводительность, отнесенная к единице массы хладагента, называется его удельной массовой холодопроизводительностью Q_0 (кДж/кг).

Большинство фреонов имеют хорошую растворимость смазочных материалов, поэтому для них особую роль играет перегрев холодного пара на всасывании, ведь в каплях масла содержится жидкий хладагент, который при попадании в компрессор начнет расширяться и может привести к аварии холодильной машины. При перегреве пара происходит значительное отделение масла.

Для переохлаждения жидкого фреона используют регенеративный теплообменник, конструкция и видоисполнение может отличаться, но факторы, происходящие в данном оборудовании всегда одни:

- 1 Переохлаждение жидкого холодильного агента.
- 2 Перегрев паров перед компрессором.

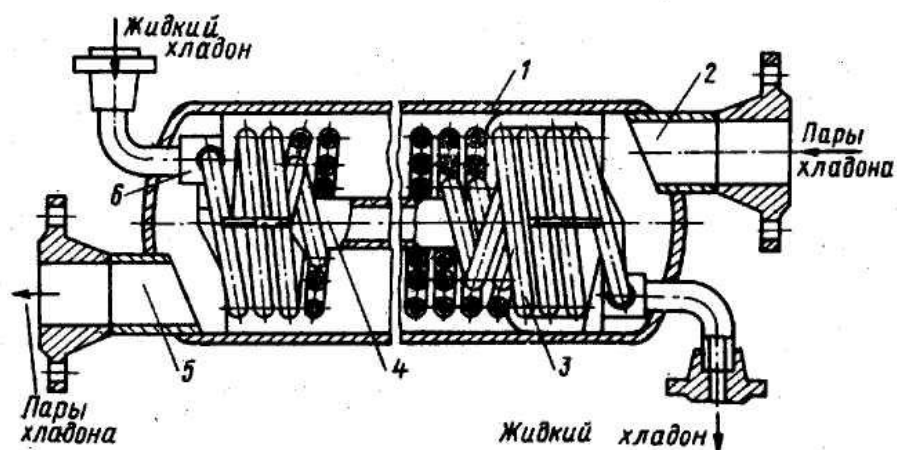


Рисунок 22. Регенеративный теплообменник.

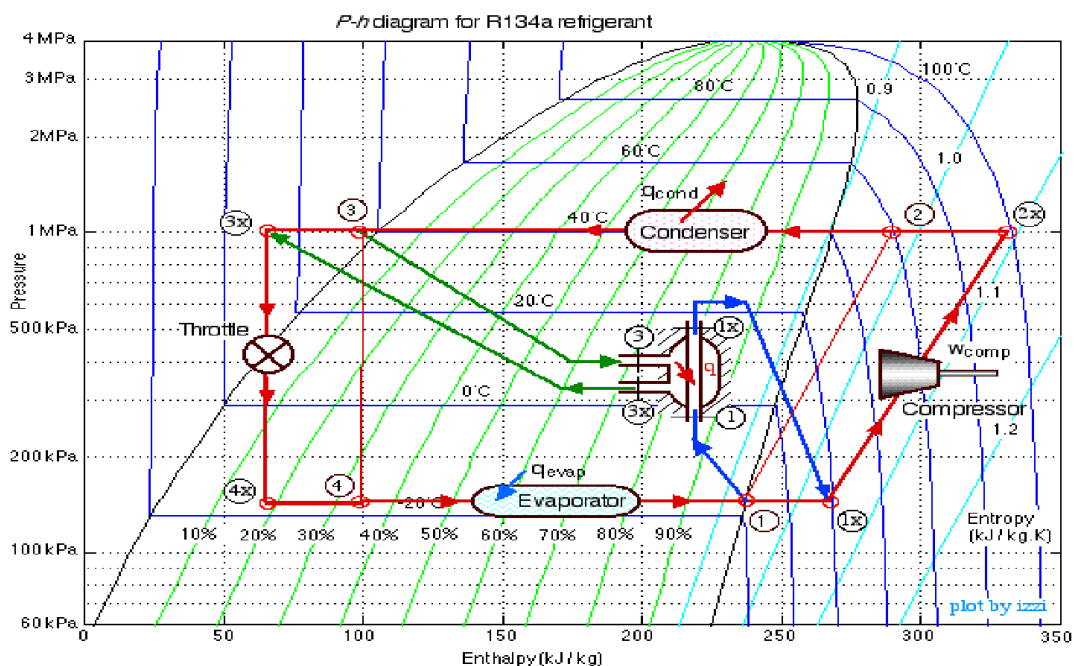
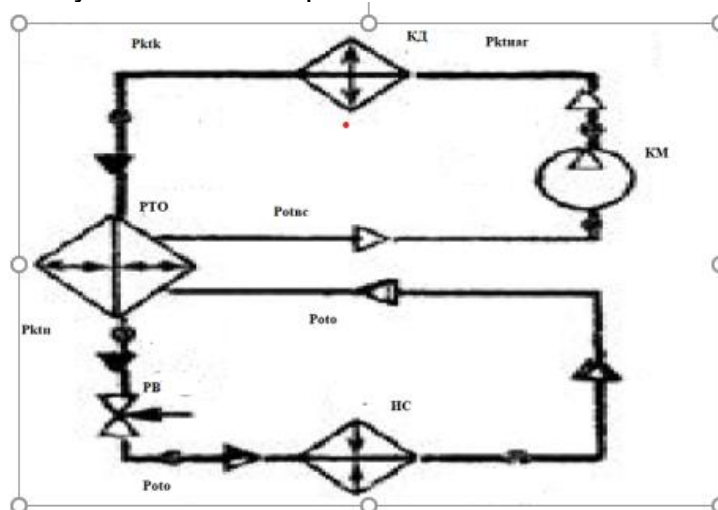


Рисунок 24. Наглядный пример работы ТО в диаграмме. Цифры с буквой x показывают работу ТО, простые показывают работу машины без него.

Как работает ТО: Пар идет из испарителя и входит в РТО, в противоположенную сторону по змеевику идет жидкий хладагент от КД (противоток сред). Соприкасаясь с поверхностью змеевика, пар перегревается т.к жидкий хладагент с положительной температурой. Жидкость в свою очередь переохлаждается т.к пар с отрицательной температурой. Устройство похоже на ПО, но вместо воды в противотоке используется пар хладагента от испарителя. Такое оборудование значительно улучшает термодинамические качества холодильной машины, а также холодильный коэффициент. Для улучшенной безопасности в работе после РТО ставят ОЖ.

Построение цикла в диаграмме и его расчет.

Ход работы:

1. Записываем тему и цель работы.
2. Записываем дано.
3. Строим цикл в тетради. Обозначаем точки.
4. Записываем процессы цикла
5. Строим таблицу
6. Производим расчет цикла.

Построение цикла

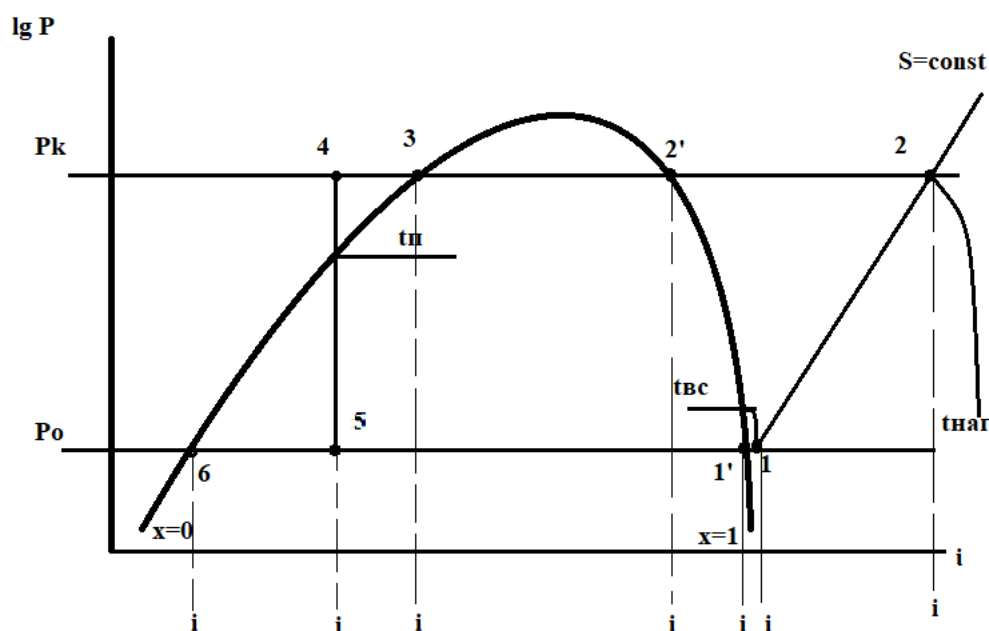


Рисунок 25. Построение одноступенчатого цикла.

Дано: t_o t_k R

1. Строим цикл в тетради. Записываем дано. Находим температуры на диаграмме, зная что давление постоянно, проводим линии.
2. Для построения точки 1 необходимо рассчитать температуру всасывания, которая равна (условно) $t_{вс} = t_o + (20 \dots 30)$.
3. Процесс сжатия (1-2) происходит по $S = \text{const}$. Зная это проводим линию до пересечения линии P_k и ставим точку 2.

4. Для построения точки 4 необходимо рассчитать уравнение теплового баланса и найти интальпию точки.

Уравнение теплового баланса $(i_1 - i_1') = (i_3 - i_4)$ исходя из этого равенства можно найти интальпию 4 точки $i_4 = i_3 - (i_1 - i_1')$

5. Процесс дросселирования (4-5) происходит по $i = \text{const}$. Зная это мы просто ведем перпендикулярную линию от точки 4 к линии P_0 и ставим точку 5.

Записываем процессы цикла.

5-1 процесс кипения в испарителе.

1'-1 перегрев паров в регенеративном теплообменнике перед компрессором.

1-2 сжатие и нагнетание холодильного агента.

2- 2'-3 Процессы в конденсаторе

2-2' Резкий сбив перегрева пара холодильного агента.

2'-3 Конденсация пара холодильного агента.

3-4 Процесс переохлаждения в регенеративном теплообменнике.

4-5 Дросселирование в РВ.

(*) 6 Состояние жидкого хладагента на входе в испаритель.

Строим таблицу и вносим в нее показания.

Таблица 1. Парметры основных точек цикла.

п/п	P МПа	t °C	I кДж/кг	V м³/кг
1'	P_0	t_0		
1	P_0	$t_{\text{вс}}$		
2	P_k	$t_{\text{наг}}$		
2'	P_k	t_k		
3	P_k	t_k		
4	P_k	t_n		
5	P_0	t_0		
6	P_0	t_0		

Расчет цикла.

Определяем удельную холодопроизводительность. $q_0 = i_1' - i_5$ кДж/кг

Определяем удельную нагрузку на конденсатор $q_k = i_2 - i_3$ кДж/кг

Определяем нагрузку на регенеративный теплообменник $q_p = i_3 - i_4$ кДж/кг

Определяем удельную работу сжатия компрессора $L_{\text{км}} = i_2 - i_1$ кДж/кг

Определяем холодильный коэффициент $E = q_0 / L_{\text{км}}$.

Таблица 2. Варианты практической работы.

Вариант	t_0 °C	t_k °C
1	-17	23
2	-27	25
3	-24	22
4	-17	30
5	-28	30

6	-30	30
7	-30	25
8	-15	23
9	-17	20
10	-18	28

11	-14	25
12	-20	24
13	-13	25
14	-11	23
15	-12	21
16	-16	18
17	-13	25
18	-8	24
19	-10	23
20	-11	21
21	-14	23
22	-16	18
23	-18	26
24	-9	20
25	-8	30
26	-8	26
27	-9	28
28	-12	25
29	-16	17
30	-18	26

Контрольные вопросы:

1. Какая линия показывает давление?
2. Какая линия показывает температуру?

3. Какая линия показывает количество тепла, отнимаемое одним кг хладагента?
4. Какая линия показывает объем?
5. Какая линия показывает паросодержание?
6. Где находится область влажного пара?
7. Где находится область переохлажденной жидкости?
8. Где находится область сухого насыщенного пара?
9. Какую линию называют адиабатой? Что она показывает?
10. Основные свойства R22.
11. Что такое удельная холодопроизводительность?

Форма отчетности:

1. Тетрадь по практическим с заданием.
2. Защита практической.

Практическое занятие № 6

Составление схемы двухступенчатой холодильной установки

Цель занятия: Научиться составлять схему двухступенчатой холодильной установки.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.2, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [9].

Исходные материалы и данные:

1. Оборудование для составления принципиальной схемы.
2. Лист А4.
3. Карандаши цветные.
4. Карандаш простой.

Теоретическая часть.

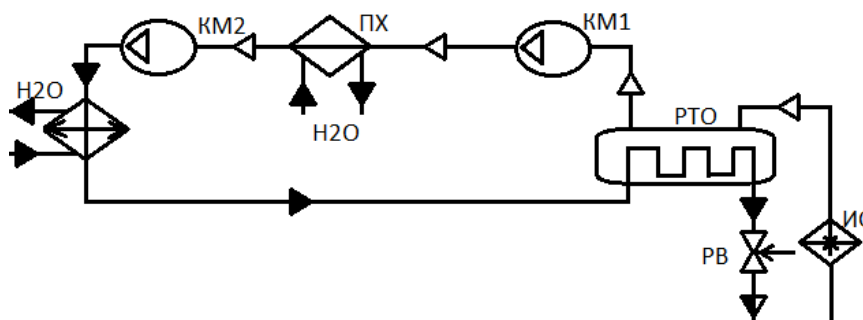


Рисунок 26. Простейшая схема двухступенчатой холодильной машины.

ПХ- промежуточный холодильник, предназначенный для неполного охлаждения горячего пара с компрессора низкой ступени. Неполное охлаждение подразумевает, что пар останется перегретым, но с менее низкой температурой.

Охлаждение происходит за счет соприкосновения с змеевиком, по которому протекает заборная вода.

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

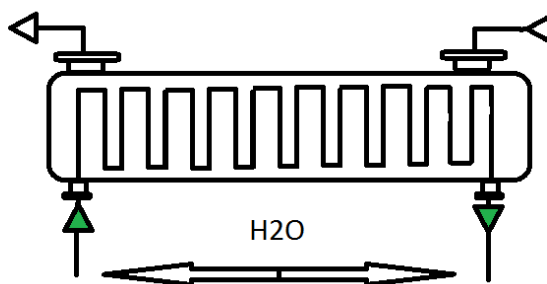


Рисунок 27. Промежуточный теплообменник.

Работа схемы

В испарителе кипит жидкий хладагент с параметрами P_{0to} , холодный влажный пар отсасывается компрессором через РТО (регенративный теплообменник). Влажный пар соприкасается с змеевиком, по которому идет жидкий хладагент с более высокой температурой и перегревается. Жидкий хладагент в свою очередь переохлаждается. Пар после РТО с параметрами $P_{otwс}$ направляется в компрессор низкой ступени, где сжимается и нагнетается с параметрами $P_{mtnaг1}$ в промежуточный холодильник. В холодильнике происходит частичный сбив перегрева и охлаждение за счет соприкосновения с змеевиком, по которому проходит забортная вода. После промежуточного охлаждения горячий пар получает параметры P_{mtnx} и направляется в компрессор высокой ступени. В компрессоре высокой ступени происходит сжатие паров до параметров $P_{ktnaг}$ и нагнетается в конденсатор. Горячий пар конденсируется в конденсаторе за счет соприкосновения с трубной полостью по которой проходит забортная вода. Сконденсировавшийся хладагент получает параметры P_{ktk} и идет в РТО, где переохлаждается до параметров P_{ktp} . После чего дросселируется в РВ до параметров P_{0to} и уходит в испарительную систему.

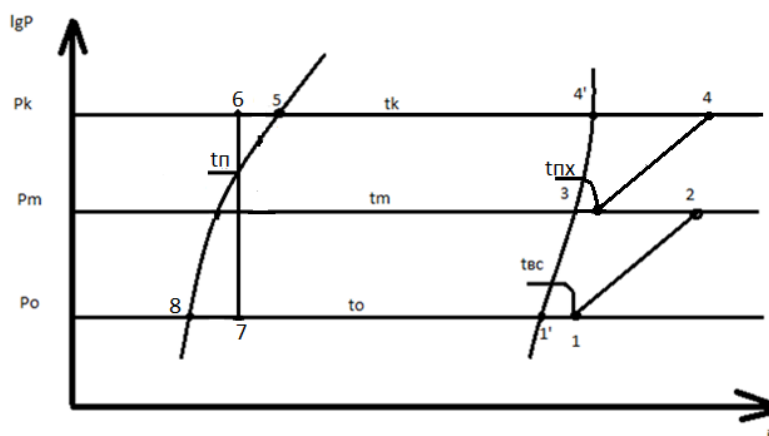


Рисунок 28. Построение цикла в диаграмме.

Для построения цикла необходимо определить промежуточное давление P_m $P_m = \sqrt{P_o * P_k}$; (*1) $t_{wс} = t_o + (20...30) ^\circ C$; (*3) $t_{nx} = t_m + (5...10)$; (*6) по уравнению теплового баланса $i_6 = i_5 - (i_1 - i_1')$. Найти t_k $t_k = (t_{w1} + t_{w2}/2) + (5...7)$. $t_{w2} = t_{w1} + (3...5)$.

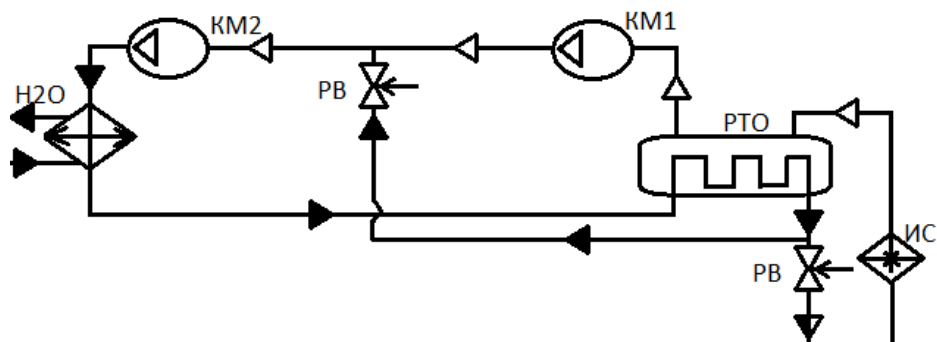


Рисунок 29. Один из способов промежуточного охлаждения.

Самый лучший способ промежуточного охлаждения для фреона. После теплообменника по магистрали жидкого хладагента, отводится трубопровод, который идет в промежуточный трубопровод. Перед попаданием в трубопровод промежуточного давления, фреон дросселируется, а затем впрыскивается форсункой, для того чтобы занять большую площадь охлаждения. Такой способ не подразумевает наличия дорогостоящего и громоздкого оборудования, но происходит увеличение энергопотребления компрессорами, т.к в промежуточном трубопроводе вырастает давление. С помощью программирования автоматики настраивают эту магистраль так, что при повышении температуры нагнетания высокой ступени до определенного значения отдается сигнал блоку управления, который в свою очередь подключает магистраль с помощью отдачи сигнала на селеноид, после чего происходит промежуточное охлаждение.

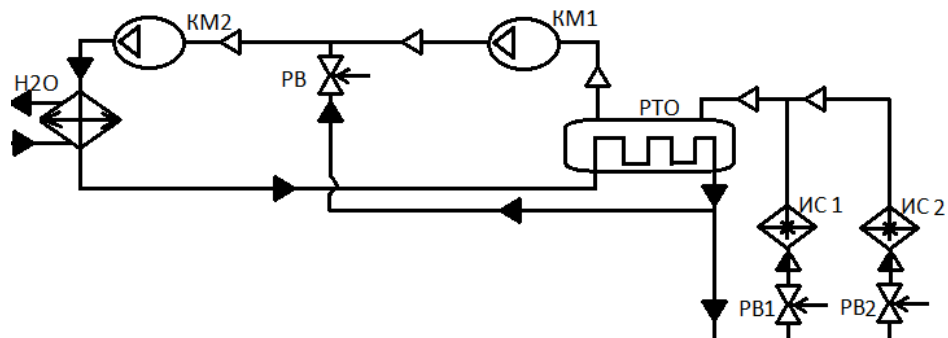


Рисунок 30. Холодильная машина с двумя различными температурами кипения.

Различные температуры в испарителях достигаются путем регулирования дросселирующего устройства. $t_o = (t_{o1} + t_{o2}) / 2$ (так как 2 температуры). $P_o = (P_{o1} + P_{o2}) / 2$.

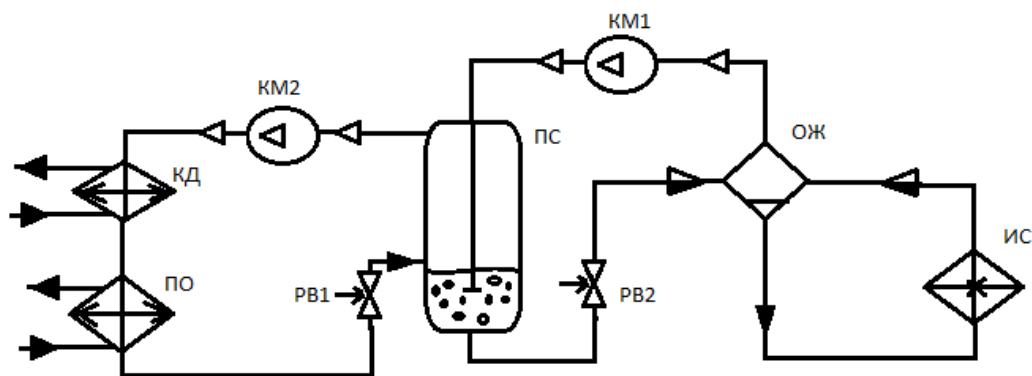


Рисунок 31. Принципиальная схема простейшей аммиачной машины.

ИС- испаритель

ОЖ- отделитель жидкости

КМ1- компрессор низкой ступени

ПС- промсосуд

КМ2- компрессор высокой ступени

КД- конденсатор

ПО- переохладитель

РВ1- первое дросселирование

РВ2- второе дросселирование.

В испарителе кипит жидкий хладагент с параметрами P_{0to} , холодный влажный пар отсасывается компрессором через отделитель жидкости. В отделителе жидкости влажный пар становится сухим насыщенным. Сухой пар попадает в компрессор низкой ступени с параметрами P_{0tws} , где сжимается и нагнетается с параметрами P_{mtna} в промсосуд. **Промсосуд** предназначен для промежуточного охлаждения горячего пара. В промсосуде жидкий переохлажденный хладагент барбатирует из-за попадания в него принудительно горячего пара через патрубок, который в свою очередь покрывает жидкий хладагент. Охладившийся горячий пар отправляется к компрессору высокой ступени с параметрами P_{mtm} , где сжимается до состояния P_{ktna} и нагнетается в конденсатор. В конденсаторе горячий пар конденсируется и получает параметры P_{ktk} , после чего сконденсировавшийся хладагент отправляется в переохладитель, где переохлаждается за счет противотока сред и получает параметры P_{ktp} . После переохладителя жидкий хладагент попадает в первичное дросселирование для охлаждения горячего пара с низкой ступени, а также поддержания нужного уровня в промсосуде и отделения вредного пара после дросселирования, после дросселирования жидкий хладагент получает параметры P_{mtm} и отправляется на вторичное дросселирование, где получает параметры P_{0to} .

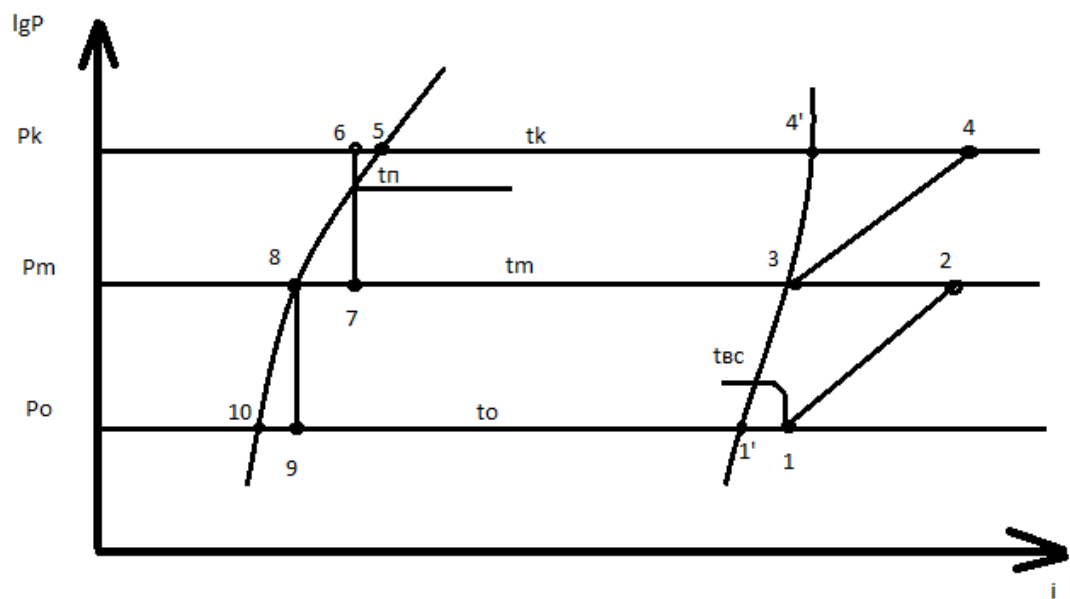
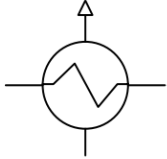
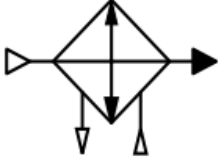
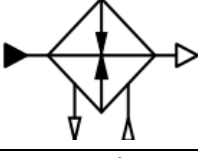
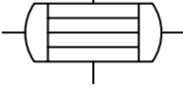
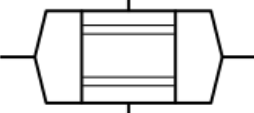
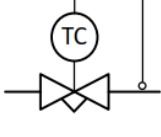
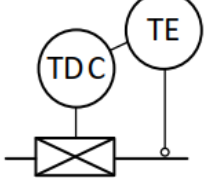
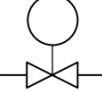
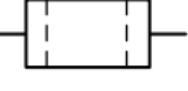
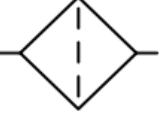
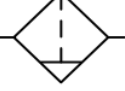


Рисунок 32. Цикл в диаграмме.
 Для построения цикла необходимо определить промежуточное давление P_m $P_m = \sqrt{P_o * P_k}$;(*1) $t_{вс}= t_o+(5....15) \text{ }^{\circ}\text{C}$;(*6) $t_n= t_k- (3....5)$
 Таблица 3. Обозначение оборудования на принципиальной схеме.

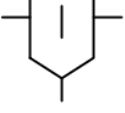
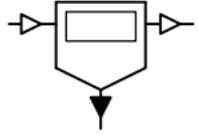
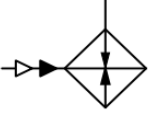
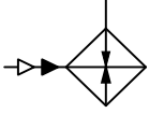
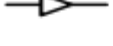
Устройство	Буквенное обозначение	Графическое обозначение	
		EN	ГОСТ
Компрессор (общее обозначение)	КМ		
Поршневой	ПКМ		

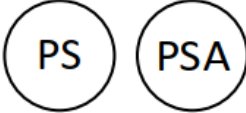
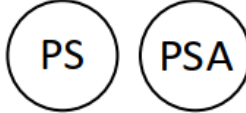
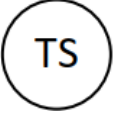
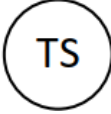
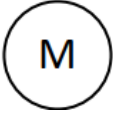
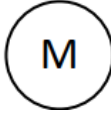
Продолжение таблицы 3.

Ротационный	РКМ		
Винтовой	ВКМ		
Насос (общее обозначение)	Н		

Конденсатор воздушного охлаждения	КД		
Испаритель, Воздухоохладитель	И		
Кожухотрубный теплообменник	КТО		
Терморегулирующий венитиль	ТРВ		
Кран шаровый	КШ		
Соленоидный клапан	КС		
Ресивер	РЛ		
Фильтр	Ф		
Фильтр осушитель	ФО		

Продолжение таблицы 3.

Маслоотделитель	МО		
Отделитель жидкости	ОЖ		
Направление потока пара	-		
Направление потока жидкости	-		

Парожидкостная смесь	-		
Теплоизоляция трубопровода	-		
Датчик давления	PE		
Реле давления	PS		
Датчик температуры	TS		
Электродвигатель	M		

Также к принципиальным схемам должен прилагаться список со всеми условными обозначениями, использованными в схеме. Обычно список располагают рядом с самой схемой. Необходимо указать основные технические характеристики системы: холодопроизводительность, хладагент, температуру кипения, температуру конденсации, теплоноситель, потребляемую мощность, характеристики электропитания и т.д.

Предлагаемое оборудование для построения схемы:

1. Компрессор.
2. Конденсатор.
3. Испаритель.
4. Дросселирующее устройство.
5. Регенеративный теплообменник.
6. Промежуточный теплообменник.
7. Промсосуд.

Форма отчетности:

1. Схема на листе А4 в цвете.
2. Список условных обозначений на схеме.
3. Защита схемы.

Практическое занятие № 7 Подготовка холодильной установки к пуску.

Цель занятия: Получить навык предпусковых действий.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.2, ПК5.6.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 36/51

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература:

Исходные материалы и данные: [3], [4], [6].

Стенд FFDE-19.

Теоретическая часть.

Перед пуском холодильных машин, производится подготовка к пуску. В практической работе 7, разберем пуск малой холодильной машины. Перед пуском необходимо проверить холодильную установку на отсутствие механических повреждений, подтеков масла, наличие масла в картере компрессора. Следует проверить работоспособность вентиляторов на теплообменном оборудовании, достаточно проверить вручную.

Порядок действий перед пуском стенда FFDE-19:

1. Осмотр холодильной машины.
2. Проверка теплообменного оборудования.
3. Проверка масла в картере компрессора.
4. Проверка всех запорных клапанов по ходу движения хладагента.
5. Проверка электропитания к щиту управления.
6. Включение потребителя холода.
7. Подготовка компрессора к пуску, открытие нагнетательного вентиля.

Форма отчетности:

1. Подготовить холодильную машину к пуску.

Практическое занятие № 8

Пуск и вывод из действия холодильной установки.

Цель занятия: Научиться пускать и останавливать холодильную машину.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.2, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература:

Исходные материалы и данные:

Стенд FFDE-19.

Теоретическая часть.

Так как холодильная машина была на длительной стоянке, то в испарителе вскипели остатки хладагента, создав высокое давление перед компрессором. Следовательно, при пуске компрессора следует дросселировать пар из испарителя, путем прикрытия или открытия вентиля всасывания. Вентиль выхода холодильного агента из ресивера должен быть закрыт, сначала следует откачать пары из испарителя.

Порядок действий перед пуском стенда FFDE-19:

1. Осмотр холодильной машины.
2. Проверка теплообменного оборудования.
3. Проверка масла в картере компрессора.
4. Проверка всех запорных клапанов по ходу движения хладагента.
5. Проверка электропитания к щиту управления.
6. Включение потребителя холода.
7. Подготовка компрессора к пуску, открытие нагнетательного вентиля.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 37/51

8. Частичное открытие всасывающего вентиля.
9. Пуск компрессора.
10. По мере снижения давления всасывания, уменьшать дросселирование всасывающего вентиля.
11. Открытие вентиля выхода жидкого хладагента из ресивера линейного.
12. Контролирование параметров холодильной машины.

Остановка холодильной машины:

1. Закрыть вентиль выхода хладагента из линейного ресивера.
2. Дождаться снижения давления кипения, а также вскипания ж.х.а в смотровом стекле.
3. Остановить компрессор.
4. Перекрыть вентили компрессора.
5. Отключить электропитание от щита управления.

Форма отчетности:

1. Изучить и защитить знание принципиальной схемы FFDE-19.
2. Пуск холодильной машины.
3. Остановка холодильной машины.

Практическое занятие № 9

Поддержание оптимального режима работы холодильной установки.

Цель занятия: Научиться управлять параметрами холодильной машины.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.2, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [6].

Исходные материалы и данные:

Стенд FFDE-19.

Теоретическая часть.

Оптимальный режим работы - это наиболее экономичный и безопасный режим работы, который определяется перепадом температур в теплообменных аппаратах и температурным режимом работы компрессора.

Для оптимального режима работы холодильной установки необходимо поддерживать чистоту теплопередающих поверхностей. Воздушные теплообменные аппараты, следует чаще прочищать от пыли и прочих загрязнений. Воздушные испарители, работающие на отрицательные температуры, должны быть вовремя отчищены от снеговой шубы. Снеговая шуба убирается механическим путем или через оттайку горячим паром внутри испарителя. Также применяют электротены. В оптимальном режиме работы отсутствуют посторонние шумы, хрусты. Масло в смотровом стекле не пенится, работа системы смазки ненарушена.

На стенде FFDE-19 за параметры холодильной машины отвечает блок управления. На таких машинах ее управление производится через блок.

Форма отчетности:

1. Изучить блок управления.
2. Вернуть сбитые параметры в исходное положение.

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 38/51

Практическое занятие № 10

Эксплуатация оборудования необходимого для испытания системы хладагента на герметичность.

Цель занятия: Научиться проводить испытания после монтажа.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.3, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [6].

Исходные материалы и данные:

- 1.Стенд FFDE-19.
- 2.Вакуумный насос.
- 3.Манометрическая рейка.
- 4.Емкость для сбора хладагента.

Теоретическая часть.

После монтажа холодильную машину испытывают на неплотности. Существует два испытания:

- 1.Низким давлением.
- 2.Высоким давлением.

Испытание высоким давлением производится с помощью азота или углекислоты. При заводской сборке теплообменных аппаратов, их проверяют сжатым воздухом, разогретым до 80 градусов Цельсия, такая температура обеспечивает отсутствие большого количества влаги.

Испытание высоким давлением.

Давление для проведения испытаний на прочность указывается в технической документации конкретной холодильной установки и зависит от области её применения и типа хладагента. На установках с отсутствующей документацией принимается давление испытания выше рабочего на 2 кгс/см²

При испытаниях холодильной установки на прочность используется следующее оборудование:

1. Манометры (2 шт.) класса точности не ниже 1,5 с диаметром корпуса не менее 160 мм и шкалой с максимальным значением, равным 4/3 измеряемого давления;
2. Баллоны с азотом;
3. Редуктор с предохранительным клапаном, предназначенный для работы с азотом.

Испытания холодильного контура на прочность проводятся путем заполнения магистралей сухим (точка росы не выше -40 °С) азотом под давлением.

Испытания необходимо проводить в следующей последовательности:

1. Установить один манометр был установлен после запорного вентиля у источника давления, а второй—в самой удаленной точке системы.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 39/51

2. В холодильном контуре открыть запорные вентили и, при необходимости, электромагнитные клапаны так, чтобы каждый участок контура имел возможность подачи и сброса азота.

3. Поднять давление в контуре до величины давления испытания. Подъем следует осуществлять со скоростью не выше 1 бар в минуту. При достижении давления, равного 0,3 и 0,6 давления испытания, необходимо прекратить повышение давления и провести промежуточный осмотр и проверку наружной поверхности контура.

4. Не производить никаких манипуляций с установкой в течение не менее 3 часов для выравнивания температур внутренней и наружной среды. Зафиксировать давление в контуре и температуру окружающей среды.

5. Выдержать установку под давлением не менее 12 часов. По прошествии данного времени проверить давление в контуре. Изменений давления, кроме вызванных колебаниями температуры окружающей среды, быть не должно. Эти изменения определяются следующей зависимостью: $P_1/P_2 = T_1/T_2$, где P_1 , P_2 – абсолютные значения давления газа в контуре, бар, T_1 , T_2 – термодинамическая температура газа в контуре, К.

6. Если во время испытаний не произошло разрывов, видимых деформаций, падения давления по показаниям манометра, их результаты признаются удовлетворительными.

7. При обнаружении утечек, деформаций, разрывов необходимо сбросить давление из контура, выполнить работы по устранению неисправностей и повторить предыдущие операции.

Испытание низким давлением.

1. Вакуумирование холодильного контура проводится для удаления воздуха из агрегатов и трубопроводов и осушения холодильного контура после завершения ремонтных работ, а также после проведения испытаний на прочность и/или плотность.

2. Вакуумирование проводится до восстановления теплоизоляции, нарушенной при проведении ремонтных работ.

3. Использовать для вакуумирования компрессор холодильной установки категорически запрещено. Подавать напряжение на компрессор и проверять целостность его цепей в процессе выполнения работ по вакуумированию запрещено.

4. Исходное состояние холодильной установки перед вакуумированием зависит от вида выполненного ремонта и характеризуется изолированностью участка холодильного контура, на котором выполнялись ремонтные работы, от остальной схемы холодильной установки. В этой связи выбор сервисных штуцеров для подключения вакуумного оборудования, используемого в процессе вакуумирования, производится оператором в зависимости от участка, который требуется вакуумировать.

Для проведения вакуумирования применяют следующее оборудование:

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 40/51

1. Манометрический коллектор*;
2. комплект гибких шлангов*;
3. вакуумный насос;
4. вакуумметр.

Оборудование, помеченное *, должно быть предназначено для работы с применяемыми в установке хладагентом и маслом и иметь соответствующую маркировку.

- 5.
6. Порядок действий при вакуумировании:

7. Произвести сборку схемы вакуумирования с таким расчетом, чтобы расстояние между вакуумным насосом и холодильной установкой было как можно меньшим, а диаметр соединительных шлангов как можно большим.

8. Подключить манометрический коллектор к контуру и убедиться в отсутствии избыточного давления. При наличии избыточного давления, понизить его до атмосферного и проконтролировать его рост.

9. Подключить вакуумный насос к сервисным штуцерам вакуумируемого участка холодильного контура.

10. Подключить вакуумметр в наиболее отдаленной от места установки вакуумного насоса точке.

11. Открыть вентиль перед вакуумным насосом и, при необходимости, электромагнитные клапаны так, чтобы каждый участок подлежащего вакуумированию контура имел возможность подключения вакуумного насоса.

12. Включить насос и отвакуумировать холодильный контур до остаточного давления

13. Остаточное давление следует принять 1 кПа (8 мм рт.ст.). Вакуумирование рекомендуется проводить при нормальных температурных условиях в помещениях (20°C), в крайнем случае, при температуре в помещениях с холодильным оборудованием не ниже 5°C.

При низких температурах (ниже 2°C) рекомендуется проводить обогрев помещения, в которых размещен вакуумируемый участок контура.

При протяженных трассах трубопроводов рекомендуется разбить подлежащий вакуумированию участок на несколько подучастков (с помощью запорных вентилях) и проводить вакуумирование по подучасткам.

Запрещается подогревать участки холодильного контура открытым пламенем.

После достижения величины остаточного давления, следует продолжить вакуумирование в течении 18 часов. После этого следует закрыть вентиль и выключить вакуумный насос.

Форма отчета:

1. Изучить теоретическую часть и перенести порядок испытаний в тетрадь.
2. Защитить практическую работу.
3. Испытать стенд низким давлением.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 41/51

4. Внести показания в тетрадь.

Практическое занятие № 11

Определение неисправностей в работе холодильного оборудования.

Цель занятия: Научиться определять простейшие неисправности.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.3, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [6], [10].

Исходные материалы и данные:

Стенд FFDE-19.

Теоретическая часть.

При работе холодильной машины могут возникнуть неисправности:

- недостаток хладагента в системе;
- низкий уровень масла в картере компрессора;
- замерзание влаги ЭРВ;

Недостаток хладагента в системе связан в первую очередь с образованием утечек в результате вибрации аппаратов и трубопроводов установки при работе. Явным признаком которых, является появление масляных пятен. Как известно в фреоновых установках масло циркулирует по трубопроводам и аппаратам вместе с холодильным агентом. При возникновении утечки фреон испаряется, а масло остается на месте возникновения утечки.

Проверяемые места протирают ветошью, смоченной в растворителе (бензин, ацетон, четыреххлористый углерод. и т.п), и обвертывают чистой бумагой. Появление на бумаге масляных пятен свидетельствует об утечке фреона.

Для определения точного места утечки применяют также обмыливание крепким мыльным раствором или электронный течеискатель.

При обмыливание утечка обнаруживается по появлению пузырьков.

Для возврата масла нужно обеспечить необходимую скорость движения паромасляной смеси. Подача жидкого фреона в испаритель регулируется таким образом, чтобы из испарителей выходил пар в состоянии, очень близком к насыщенному. При недостаточной подаче холодильного агента в испаритель невозможен возврат масла в компрессор. Концентрация масла в маслофреоновом растворе, находящемся в испарителе, значительно повышается (выше 10-15%), что ухудшает условия работы испарительной системы.

Унос масла вместе с паром фреона из компрессора в конденсатор не компенсируется равным возвратом масла из испарительной системы, в результате чего в картере компрессора оказывается недостаточное количество масла. Поэтому при понижении уровня масла в картере фреонового компрессора не следует немедленно в него добавлять свежее

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 42/51

масло. Необходимо выяснить причину плохого возврата масла из испарительной системы в компрессор. Следует увеличить подачу ж.х.а., путем увеличения проходного сечения в дросселирующем устройстве. При пуске компрессора возможно сильное вспенивание масла и унос его из компрессора, что приведет к резкому уменьшению количества растворенного масла во фреоне при уменьшении давления в картере. Для избежания вспенивания и уноса масла необходимо предварительно прогреть масло в картере с помощью электрогрелок, снижая таким образом количество растворенного фреона в масле, или не допускать быстрого снижения давления в картере компрессора при его пуске.

Замерзание влаги в ЭРВ связано в первую очередь с неправильно проведенными работами по пусконаладке или заправкой некачественным фреоном, в результате чего в систему, может попасть влага.

Одним из признаков засорения фильтра-осушителя является низкая температура корпуса фильтра (холодный). Это означает, что в нем происходит дросселирование жидкого хладагента за счет увеличения внутреннего сопротивления. Засорение может произойти за счет накоплений механических примесей или насыщения осушителя водой.

Вода, попавшая в установку, не растворяется во фреонах и при температурах ниже 0 оС замерзает. Вследствие замерзания воды и образования ледяных пробок происходит закупорка регулирующих устройств, в которых осуществляется дросселирование. Уменьшенное или полное прекращение подачи хладагента в испарительную систему приводит к значительному ухудшению работы испарительной системы, вплоть до полной потери холодопроизводительности. Кроме того, нарушается нормальная циркуляция масла. Масло скапливается в испарителях и конденсаторе. Компрессор, оставаясь без масла, может выйти из строя.

Признаком наличия воды в системе является прекращение подачи жидкого хладагента через регулирующее устройство, причем после его прогрева, например, горячей водой, пропускная способность на какое-то время восстанавливается.

Для возобновления нормальной работы необходимо заменить фильтр-осушитель. При сильных обводнениях, также заменяют хладагент.

Для удобства выполнения работ желательно установить манометры на всасывающий и нагнетательный вентили. По давлению всасывания и нагнетания можно легко определить причины отклонений от оптимального режима.

После устранения всех неисправностей необходимо включить установку и наблюдать за работой компрессора, следить за уровнем масла в картере, характером шума, а после выходе на режим за заполнением испарителя и нагрузкой на конденсатор.

При необходимости дозаправить установку хладагентом и маслом. Дозаправка фреоном производят при работающей машине. Баллон с фреоном предварительно взвешивается. Вентиль на всасывании поворачивается

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 43/51

против часовой стрелки до упора, снимается заглушка и на ее место крепится заправочная трубка с баллоном. Накидную гайку крепления к вентилю при этом полностью не затягивать, для того чтобы осуществить продувку заправочной трубки. После продувки гайка затягивается.

Заправку контролировать по смотровому стеклу. Отсутствие паровой фазы (пузырьков) указывает на достаточное количество хладагента. Рекомендуется после исчезновения паровой фазы в смотровом стекле еще дозаправить хладагента, но не больше 0.5 от объема ресивера, чтобы был запас на случай возникновения возможных утечек.

При полном заполнении системы хладагентом испаритель должен полностью обмерзнуть. Обмерзание всасывающего трубопровода должно заканчиваться на выходе из испарителя. Затем необходимо произвести настройку регулятора температуры на требуемый температурный режим и добиться цикличной работы установки.

Форма отчета:

1. Изучение теоретической части.
2. Защита теоретической части.
3. Определение и устранение неисправности на стенде FFDE-19.

Практическое занятие № 12

Предотвращение аварийных режимов холодильной установки.

Цель занятия: Научиться эксплуатировать холодильную машину без аварийных режимов работы.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.4, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература:

Исходные материалы и данные: [3], [4], [6], [10]
Стенд FFDE-19.

Теоретическая часть.

Аварийный режим холодильной установки – это такой режим работы, при котором происходит повышенный износ оборудования, а также увеличенный расход электропотребления.

Обычно, большая часть аварийных режимов приводит к значительному нанесению урону компрессору. В некоторых же случаях, аварийные режимы способны привести к негерметичности теплообменных аппаратов, а также к потере хладагента или хладоносителя.

Разберем пример предотвращения влажного хода. Если теплопередающая поверхность чистая, теплоноситель (воздух) поступает исправно, то проблема заключается в неисправности дросселирующего устройства. Для начала, чтобы в этом убедиться, нужно откачать испаритель. Перекрывается ближайший вентиль входа жидкого хладагента в испаритель. Испаритель полностью откачивается, давление всасывания стремится к 0 Bar.

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 44/51

По мере понижения давления, чтобы исключить аварию низкого давления, стоит дросселировать вентилем подачу, опираясь на полученные сведения с манометра низкого давления. Таким способом регулируем подачу в испаритель, если через короткое время получится открыть полностью вентиль входа жидкого хладагента, а давление будет оптимальным, то регулирующее устройство исправно. В таком случае, придется снова обратить внимание на теплообменный аппарат или хладоноситель.

Разберем работу с повышенным давлением конденсации. Первая причина аварии – неплотность на стороне низкого давления, из-за чего в систему попал воздух. Воздух собирается в верхней части конденсатора. Для того чтобы проверить наличие или отсутствие воздуха в конденсаторе:

1. Закрыть выход ж.х.а. из линейного ресивера, тем самым собрать хладагент.
2. Остановить компрессор, по мере понижения давления.
3. Принудительно оставить включенным вентилятор конденсатора.
4. Если давление конденсации не падает, то в верхней части конденсатора находится воздух. Воздух относится к неконденсируемым примесям. Если давление конденсации понижается, то происходит конденсация паров хладагента. В случае наличия воздуха, необходимо произвести поиск утечек по холодильному контуру.

При отсутствии в системе воздуха, следует сделать следующие выводы: 1. По ходу движения хладагента имеется препятствие. 2. Проблема с теплообменным аппаратом.

В малых системах кондиционирования, как например FFDE-19, отсутствует клапан выпуска воздуха из конденсатора. В таком случае откачивается фреон в емкость сбора хладагента, после чего установка вакуумируется и заправляется новым хладагентом. Старый хладагент должен отстояться в баллоне, после чего следует сдросселировать какую-то его часть через клапан, тем самым выпустить воздух из баллона, так как он окажется в верхней части.

Форма отчетности:

1. Изученная теоретическая часть.
2. Записанное определение «аварийный режим работы».
3. Описание двух режимов, а также методы борьбы с ними.
4. Исправление одного из режимов на стенде FFDE-19.

Практическое занятие № 13 Настройка реле аварийной защиты.

Цель занятия: Научиться настраивать реле аварийной защиты.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.5, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [5], [7].

Исходные материалы и данные:

Стенд FFDE-19.

Теоретическая часть.

Реле давления.

Реле давления используются для систем регулирования, контроля и аварийной сигнализации в промышленных установках. (Рисунок 33).

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

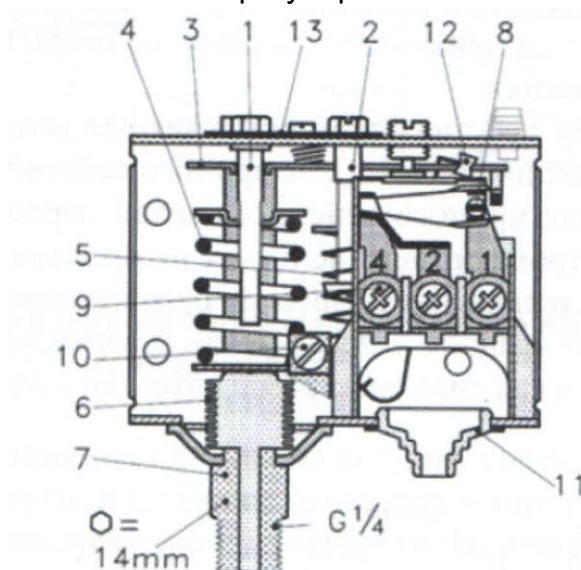


Рисунок 33. Реле давления серии КР.

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 46/51

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 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.

Форма отчета:

1. Изучить теоретическую часть и защитить ее.
2. На стенде FFDE-19 вернуть оптимальные настройки реле.

Практическое занятие № 14 **Настройка терморегулирующего вентиля.**

Цель занятия: Понять основной принцип работы ТРВ. Научиться настраивать ТРВ.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК5.5, ПК5.6.

Формируемые личностные результаты: ЛР 25, ЛР 27, ЛР 28, ЛР 29, ЛР 30, ЛР 31.

Используемая литература: [3], [4], [5], [7].

Исходные материалы и данные:

1. Стенд FFDE-19.
2. Различные ТРВ вне холодильной машины.
3. ТРВ в разрезе с возможностью регулирования.

Теоретическая часть.

В зависимости от показания давления используют две основные модификации:

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

ТРВ с внутренним выравниванием.

На рисунке 34 показана схема функционирования и векторы давлений, действующих на ТРВ. На мембрану клапана, с одной стороны, действует давление, передаваемое с термобаллона (Р1), а с противоположной – сумма давлений в испарителе (Р2), и прижимного усилия пружины (Р3). При выравнивании этих трех векторов клапан остается открытым, и соответственно, остается постоянным поток проходящего через него

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 47/51

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.

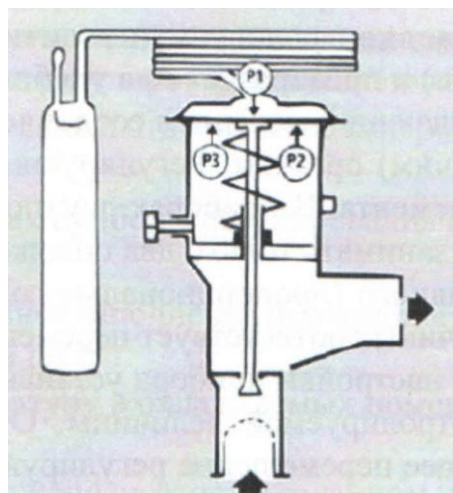


Рисунок 34. Принцип функционирования ТРВ с внутренним уравниванием давления.

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 данном случае при недостаточно заполненном испарителе. Поэтому, когда падение давления в испарителе более 2 Bar необходимо применять ТРВ 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.

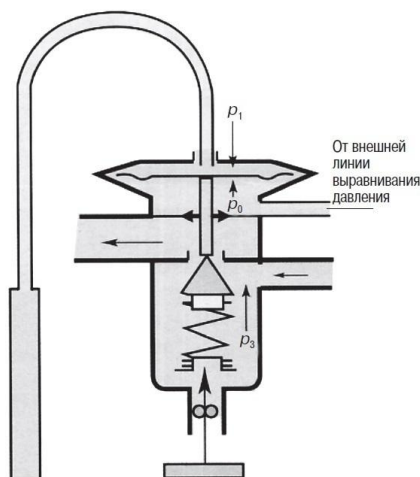


Рисунок 35. Принцип функционирования ТРВ с внешним уравниванием давления.

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 ТРВ.

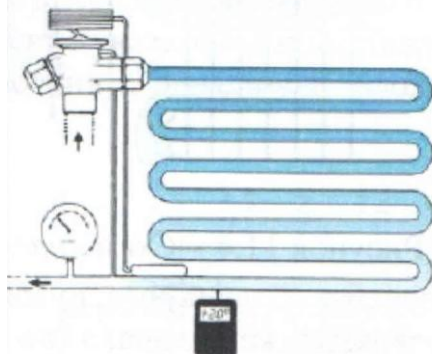


Рисунок 36. Схема измерения перегрева.

Переохлаждение определяется как разность между температурой жидкого хладагента и температурой на входе в ТРВ. 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.

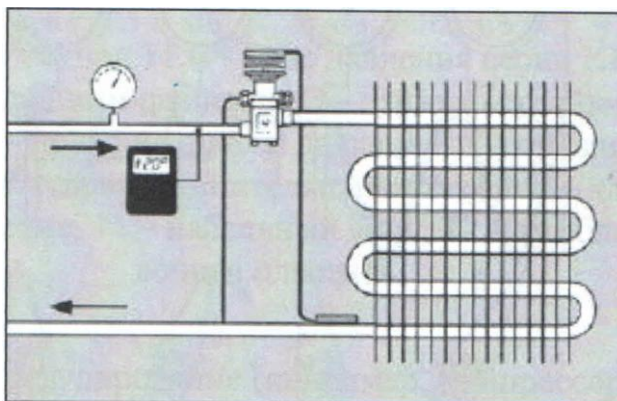


Рисунок 37. Схема измерения переохлаждения.

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.

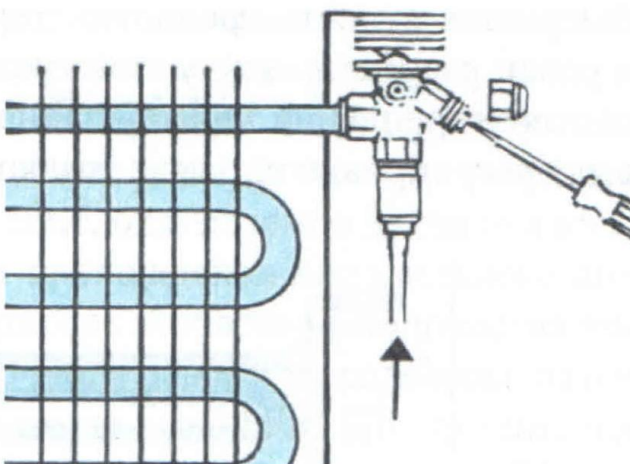


Рисунок 38. Настройка ТРВ. Изменение положения регулировочного винта.

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 1/4 оборота). При такой настройке колебания перегрева прекращаются, и испаритель работает в оптимальном режиме. Изменение перегрева на 1 градус Цельсия не рассматриваются как колебания.

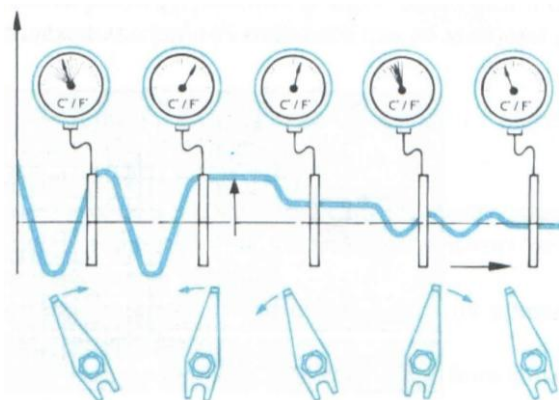


Рисунок 39. Колебания при перегреве ТРВ.

Форма отчета:

1. Самостоятельно изученная теоретическая часть.
2. Выполненная практическая в тетради.
3. Защита практической у ТРВ в разрезе.

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 / Российский морской регистр судоходства. - Санкт-Петербург:

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

МО-15 02 06-ПМ.05.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ МАШИНИСТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 2-ГО РАЗРЯДА	С. 51/51

	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. – СПб.: Транспорт, 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., Ейдеус А.И., Елисеев Э.Е. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок. – М.: Моркнига, 2014. 5. Прохоренков, А. М. Автоматизация судовых холодильных установок [Текст]: учебное пособие для вузов / А. М. Прохоренков. - М.: Моркнига, 2012. 6. РД 31.21.30-97 Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций. Нормативный документ. Дата введения 1997-07-01. ЗАО "ЦНИИМФ", 1997. 7. Полевой А.А. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – М: Профессия, 2010. 8. Антипов А.В., Дубровин И.А. Монтаж и эксплуатация хладоновых установок, 2009. 9. Колиев И.Д. Судовые холодильные установки. – Од.: Феникс, 2009. 10. Антипов А.В., Дубровин И.А. Диагностика и ремонт торговой холодильной техники, 2008. 11. Курс лекций преподавателей по специальности.
Электронные образовательные ресурсы	12. ЭБС «Book.ru», https://www.book.ru 13. ЭБС «ЮРАЙТ», https://www.biblio-online.ru. 14. ЭБС «Академия», https://www.academia-moscow.ru 15. Издательство «Лань», https://e.lanbook.com 16. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://www.biblioclub.ru
Периодические издания	17. Вестник международной академии холода; 18. Журнал «Эксплуатация морского транспорта»; 19. Журнал «Морской Флот»; 20. Журнал «Стандарты и качество». 21. Морские вести России.