



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

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

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

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

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.02.ПЗ

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 2/59

Содержание

Введение	3
Перечень практических занятий	8
Практическое занятие №1. Испытание на прочность и герметичность системы хладагента судовой холодильной установки.	9
Практическое занятие №2. Испытание под вакуумом системы хладагента судовой холодильной установки.	10
Практическое занятие №3. Испытание на герметичность систем водяного охлаждения и смазочного масла.	12
Практическое занятие №4. Выполнение первоначальной заправки системы хладагентом.	15
Практическое занятие №5. Выполнение первоначальной заправки системы смазочным маслом.	17
Практическое занятие № 6. Приготовление рассола и измерение его концентрации.	20
Практическое занятие №7. Выполнение пробной работы судовой холодильной установки, вывод на заданный режим.	21
Практическое занятие №8. Определение характеристик измерительного прибора. .	22
Практическое занятие № 9. Подбор, настройка механического ТРВ и электронного расширительного вентиля.	30
Практическое занятие №10. Подбор, настройка регуляторов давления. конденсации.	34
Практическое занятие №11. Подбор, настройка регуляторов уровня жидкого хладагента.	38
Практическое занятие №12. Проверка срабатывания системы аварийной защиты. Задание параметров аварийной защиты.	42
Практическое занятие №13. Программирование микроконтроллеров.	47
Практическое занятие №14. Монтаж устройств и средств автоматизации.	50
Практическое занятие №15. Определение причин неисправной работы устройств и средств автоматизации и их устранение.	54
Используемые источники литературы:.....	58

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 3/59

Введение

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:

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;

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 4/59

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;

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;

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 5/59

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;

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

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

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

З 2.3.03 конструкция устройств и средств автоматизации холодильных установок;

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

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

З 2.4.01 основы теории автоматизации холодильных установок;

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 6/59

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.
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

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

Код	Наименование личностных результатов
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 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 21	Самостоятельный и ответственный в принятии решений во всех сферах своей деятельности, готовый к исполнению разнообразных социальных ролей, востребованных бизнесом, обществом и государством
ЛР 26	Эффективно взаимодействующий с коллегами, руководством,

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 7/59

	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 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.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 8/59

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.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 9/59

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

Цель занятия: - изучить тепловую диаграмму для аммиака;

- изучить тепловую диаграмму для хладона;
- получить практические навыки построения процессов в тепловых диаграммах;

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:

- Индивидуальные карточки с задачами;
- Тепловые диаграммы $lgP-i$ для аммиака и хладона;

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить тепловую диаграмму для аммиака.
2. Определить и запомнить, как на диаграмме проходят линии давлений, температуры, энтальпии, энтропии и объемов.
3. Построить на диаграмме процессы: подводимое и отводимое тепло, работа сжатия и расширения.
4. В тетради выполнить построение процессов схематично и приложить тепловую диаграмму с построенными процессами.

Содержание отчета:

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

Вопросы для самопроверки:

1. Найти на тепловой диаграмме области состояния холодильного агента.
2. Определить в каких состояниях может находиться холодильный агент.
3. Как в тепловых диаграммах $lgP-i$ изображаются теплота и работа.

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 10/59

4. Почему при проектировании холодильных машин применяют тепловую диаграмму $lgP-i$.

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

Цель занятия: - получить навыки работы со справочной и учебной литературой;

- приобрести практические навыки по расчету одноступенчатой холодильной машины и определению параметров точек цикла;

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.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Для построения цикла одноступенчатой аммиачной холодильной машины необходимо определить следующие температуры:

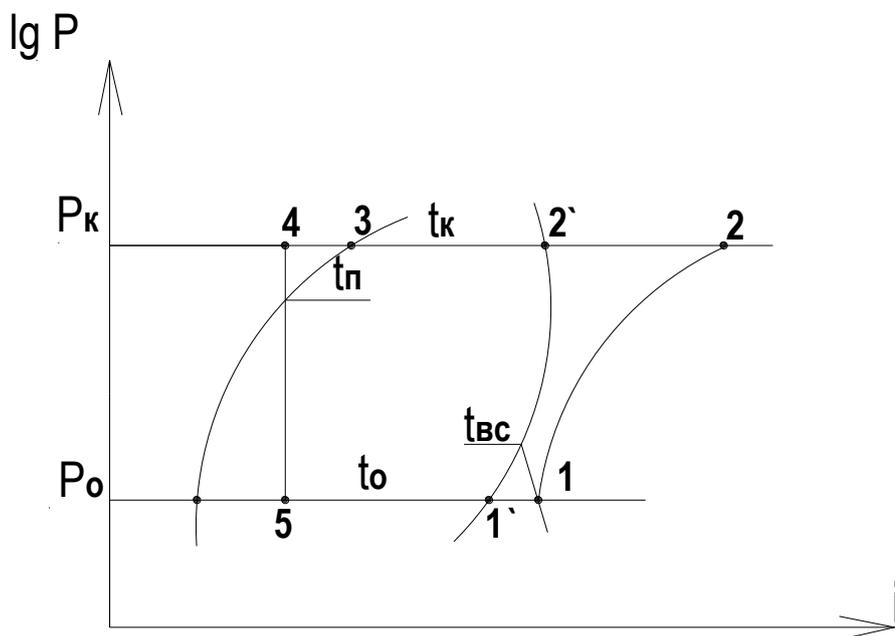
- температуру всасывания паров хладагента в компрессор:

$$t_{вс} = t_0 + (5 \dots 15) [^{\circ}\text{C}];$$

- температуру переохлаждения жидкого аммиака:

$$t_{п} = t_{к} - (3 \dots 5) [^{\circ}\text{C}];$$

2. По температурному режиму t_0 , $t_{к}$, $t_{вс}$ и $t_{п}$ строим цикл одноступенчатой аммиачной холодильной машины на диаграмме.



3. После построения цикла заполняется таблица параметров узловых точек цикла.

Таблица 1

Таблица параметров точек цикла

номер точки цикла	$P,$ [МПа]	$t,$ [°C]	$i,$ [кДж / кг]	$v,$ [м ³ / кг]
1'				
1				
2				
2'				
3				
4				
5				

4. Производится расчет цикла аммиачной одноступенчатой холодильной машины

- удельная массовая холодопроизводительность:

$$q_0 = (i_{1'} - i_5) \text{ кДж/кг}$$

- удельная нагрузка на конденсатор:

$$q_k = (i_2 - i_3) \text{ кДж/кг}$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 12/59

- удельная нагрузка на переохладитель:

$$q_n = (i_3 - i_4) \quad \text{кДж/кг}$$

- удельная работа цикла /компрессора/:

$$l_{км} = (i_2 - i_1) \quad \text{кДж/кг}$$

- холодильный коэффициент:

$$\varepsilon = q_o / l_{км}$$

Содержание отчета:

- Наименование практической работы;
- Цель работы;
- Вариант задания;
- Порядок решения задачи по заданному варианту.

Исходные материалы и данные:

1. Раздаточный материал;
2. Индивидуальное задание для практического занятия;
3. Тепловая диаграмма для аммиака;

Вопросы для самопроверки:

1. Показать на диаграмме линии постоянных: давление, температуры, энтальпии, энтропии и объема;
2. Показать на диаграмме пять состояний хладагента;
3. Дать определение холодильного коэффициента

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

Цель занятия: - получить навыки работы со справочной и учебной литературой;

- приобрести практические навыки по расчету одноступенчатой холодильной машины и определению параметров точек цикла;

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 13/59

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.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Для построения цикла одноступенчатой хладоновой холодильной машины необходимо определить следующие температуры:

- температуру всасывания паров хладагента в компрессор:

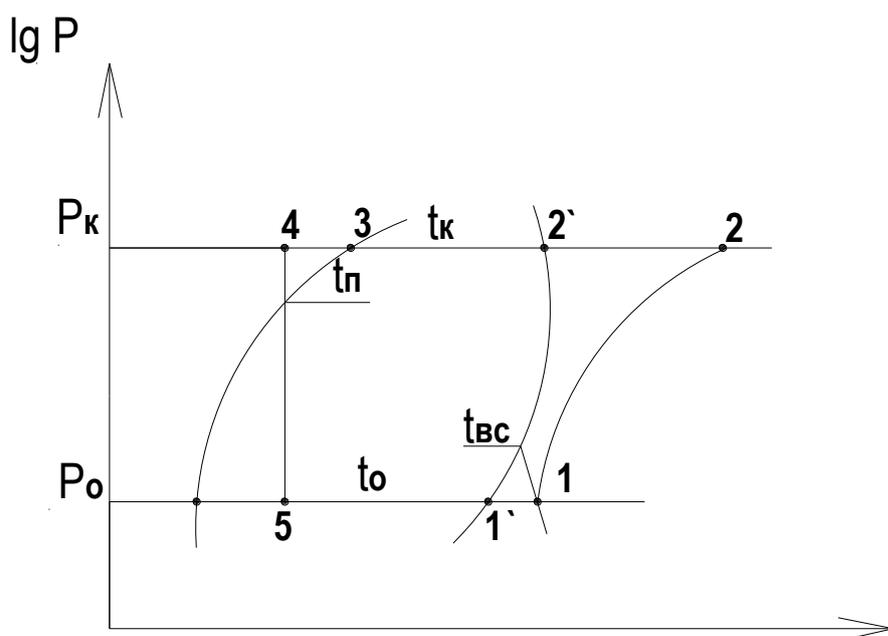
$$t_{вс} = t_o + (20 \dots 30) [^{\circ}\text{C}];$$

- температуру переохлаждения жидкого хладагента определяем по уравнению теплового баланса: $(i_1 - i_1') = (i_3 - i_4)$;

(из этого уравнения находим энтальпию i_4).

примечание: значения энтальпий точек цикла определяют на диаграмме после построения цикла одноступенчатой холодильной машины.

2. По температурному режиму t_o , t_k , $t_{вс}$ и t_n строим цикл одноступенчатой хладоновой холодильной машины на диаграмме.



3. После построения цикла заполняется таблица параметров узловых точек цикла.

Таблица 2

Таблица параметров точек цикла

номер точки цикла	$P,$ [МПа]	$t,$ [°C]	$i,$ [кДж / кг]	$v,$ [м ³ / кг]
1'				
1				
2				
2'				
3				
4				
5				

4. Производится расчет цикла аммиачной одноступенчатой холодильной машины

- удельная массовая холодопроизводительность:

$$q_0 = (i_{1'} - i_5) \text{ кДж/кг}$$

- удельная нагрузка на конденсатор:

$$q_k = (i_2 - i_3) \text{ кДж/кг}$$

- удельная нагрузка на переоохладитель:

$$q_n = (i_3 - i_4) \text{ кДж/кг}$$

- удельная работа цикла /компрессора/:

$$l_{км} = (i_2 - i_1) \text{ кДж/кг}$$

- холодильный коэффициент:

$$\varepsilon = q_0 / l_{км}$$

Содержание отчета:

- Наименование практической работы;
- Цель работы;
- Вариант задания;
- Порядок решения задачи по заданному варианту

Исходные материалы и данные:

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 15/59

1. Раздаточный материал;
2. Индивидуальное задание для практического занятия;
3. Тепловая диаграмма для аммиака

Вопросы для самопроверки:

1. Показать на диаграмме линии постоянных: давление, температуры, энтальпии, энтропии и объема;
2. Показать на диаграмме пять состояний хладагента;
3. Дать определение холодильного коэффициента

Практическое занятие №4. Выполнение первоначальной заправки системы хладагентом.

Цель занятия: - получить навыки работы со справочной и учебной литературой;

- приобрести практические навыки по расчету двухступенчатой холодильной машины и определению параметров точек цикла;

Использованные источники: [11].

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.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. По заданному варианту построить в тепловой диаграмме цикл двухступенчатой аммиачной холодильной машины.
2. Заполнить таблицу параметров точек цикла.
3. Произвести расчет цикла холодильной машины.

Для построения цикла двухступенчатого сжатия необходимо определить следующие величины:

$$P_m = \sqrt{P_0 * P_k} \text{ [МПа]} \quad \text{- промежуточное давление;}$$

$$t_{зам} = t_m + (3 \div 5) \text{ [}^\circ\text{C]} \quad \text{- температура змеевика.}$$

Цикл двухступенчатого сжатия необходимо построить на тепловой диаграмме аммиака и определить основные параметры точек цикла.

Для удобства расчетные данные заносят в следующую таблицу.

Таблица 4

Таблица параметров точек цикла

номер точки	$P,$ [МПа]	$t,$ [°C]	$i,$ [кДж / кг]	$v,$ [м ³ / кг]	$S,$ [кДж / кг * К]
1'					
1					
2					
3					
4					
4'					
5					
6					
7					
8					
9					

Производим расчет цикла с целью определения основных величин.

- удельная массовая холодопроизводительность;

$$q_0 = (i_{1'} - i_9) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная нагрузка на конденсатор:

$$q_k = (i_4 - i_5) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная нагрузка на переохладитель:

$$q_n = (i_5 - i_6) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная нагрузка на змеевик промсосуда:

$$q_{з.м.} = (i_7 - i_8) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная работа сжатия компрессора первой ступени:

$$l_{кМ1} = (i_2 - i_1) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная работа сжатия компрессора второй ступени:

$$l_{кМ2} = (i_4 - i_3) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- холодильный коэффициент:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 17/59

Содержание отчета:

- Наименование практической работы;
- Цель работы;
- Вариант задания;
- Порядок решения задачи по заданному варианту;

Исходные материалы и данные:

1. Раздаточный материал;
2. Индивидуальное задание для практического занятия;
3. Тепловая диаграмма для аммиака

Вопросы для самопроверки:

1. Показать на диаграмме линии постоянных: давление, температуры, энтальпии, энтропии и объема;
2. Показать на диаграмме пять состояний хладагента;
3. Дать определение холодильного коэффициента;
4. В каких случаях применяют циклы двухступенчатых холодильных машин

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

Цель занятия: - получить навыки работы со справочной и учебной литературой;

- приобрести практические навыки по расчету двухступенчатой холодильной машины и определению параметров точек цикла

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.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. По заданному варианту построить в тепловой диаграмме цикл двухступенчатой хладоновой холодильной машины.
2. Заполнить таблицу параметров точек цикла.

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

3. Произвести расчет цикла холодильной машины.

Для построения цикла двухступенчатого сжатия необходимо определить следующие величины:

$$P_m = \sqrt{P_0 * P_k} \text{ [МПа]} - \text{промежуточное давление.}$$

$$\left. \begin{aligned} t_{nx} &= t_m + (5 \div 10) [^{\circ}\text{C}] \\ t_{nx} &= t_{wl} + (3 \div 4) [^{\circ}\text{C}] \end{aligned} \right\} - \text{температура промежуточного охлаждения пара}$$

хладагента в водяном теплообменнике.

Для построения точки (6) составляем уравнение теплового баланса и определяем энтальпию этой точки:

$$(i_1 - i_1') = (i_5 - i_6) \Rightarrow i_6 = i_5 - (i_1' - i_1) \text{ [кДж / кг]};$$

После построения этой точки на диаграмме, находим значения температуры в этой точке, это и будет температура переохлаждения жидкого хладона.

Цикл двухступенчатого сжатия необходимо построить на тепловой диаграмме заданного хладона и определить основные параметры точек цикла.

Для удобства расчетные данные заносят в таблицу.

Таблица 5

Таблица параметров точек цикла

номер точки	P , [МПа]	t , [$^{\circ}\text{C}$]	i , [кДж / кг]	v , [$\text{м}^3 / \text{кг}$]	S , [кДж / кг * К]
1'					
1					
2					
3					
4					
4'					
5					
6					
7					

Производится расчет цикла с целью определения основных величин.

- удельная массовая холодопроизводительность:

$$q_0 = (i_1' - i_7) \text{ [кДж / кг]};$$

- удельная нагрузка на конденсатор:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 19/59

$$q_k = (i_4 - i_5) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная нагрузка на регенеративный теплообменник:

$$q_n = (i_1 - i_{1'}) = (i_5 - i_6) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная нагрузка на промежуточный холодильник:

$$q_{nx} = (i_2 - i_3) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- удельная работа сжатия компрессоров первой и второй ступени:

$$l_{KM1} = (i_2 - i_1) [\text{кДж} / \text{кг}]; \quad l_{KM2} = (i_4 - i_3) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

- холодильный коэффициент:

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l_{KM1} + l_{KM2}};$$

Содержание отчета:

- Наименование практической работы;
- Цель работы;
- Вариант задания;
- Порядок решения задачи по заданному варианту;

Исходные материалы и данные:

1. Раздаточный материал;
2. Индивидуальное задание для практического занятия;
3. Тепловая диаграмма для аммиака

Вопросы для самопроверки:

1. Показать на диаграмме линии постоянных: давление, температуры, энтальпии, энтропии и объема;
2. Показать на диаграмме пять состояний хладагента;
3. Дать определение холодильного коэффициента;
4. В каких случаях применяют циклы двухступенчатых холодильных машин;
5. Почему в хладоновых двухступенчатых холодильных машинах применяют неполное промежуточное охлаждение между компрессорами первой и второй ступенями.

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 20/59

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.

Поршневой компрессор (ПКМ) – один из самых распространенных энергетических машин, используется для сжатия хладагента и перемещению его по холодильной системе. ПКМ является машиной возвратно-поступательного действия. Компрессия достигается за счет политропного уменьшения объема газа при движении поршня. Большинство ПКМ имеют схожее строение с двигателем внутреннего сгорания (ДВС), а элементы шатунно-поршневой группы (ШПГ) являются идентичными. На компрессоры с чугунным отливом, могут подходить детали от ДВС тех же годов. Рабочим веществом компрессора является хладагент.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить пройденный лекционный материал.
2. Изучить теоретическую часть к работе.
3. Выполнить эскизы деталей ШПГ с указанием всех размеров: коленчатый вал, шатун с разборной головкой, вкладыш, поршневой палец, поршень (непрямоточный), поршневые кольца, шатунные болты и стопорные кольца.
4. Выполнить сборку-эскиз с деталями ШПГ.
5. Выполнить эскизы деталей клапанной группы: клапанная доска, клапана и механизм их управления (розетки), клапанная крышка, уплотнения.
6. Выполнить сборку-эскиз клапанной группы.
7. Выполнить эскизы деталей поршня прямоточного компрессора.
8. Выполнить сборку-эскиз поршня прямоточного компрессора.
9. Выполнить эскиз ложной крышки и описать принцип действия.

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 21/59

10. Выполнить эскиз шестеренчатого масляного насоса. Указать его назначение.

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.

Винтовые компрессоры относятся к группе компрессоров объемного сжатия. Основные детали компрессора: корпус, ведущий и ведомый роторы, опорные и упорные подшипники, регулятор холодильной мощности и сальник.

Роторы вращаются в противоположных направлениях и практически не соприкасаются между собой и с корпусом. Ведущий ротор выполнен с выпуклыми зубьями, а ведомый с вогнутыми.

Окна всасывания и нагнетания расположены диагонально: окно всасывания сверху, окно нагнетания снизу.

Винтовые компрессоры бывают сухими и маслозаполненными. В холодильной технике применяют преимущественно винтовые маслозаполненные компрессоры для работы на R717, R12 и R22.

В этих компрессорах предусмотрен впрыск масла в рабочую полость компрессора. Масло предназначено: для уплотнения зазоров между роторами, между роторами и корпусом; для отвода части теплоты сжатия; для смазывания обкатывающихся профилей зубьев роторов; для снижения уровня шума. Масло имеет температуру не выше 45 градусов.

Конструктивная особенность винтовых компрессоров - малые зазоры в сопрягаемых деталях. Так, торцевой зазор со стороны нагнетания 0,1 мм, со стороны всасывания 0,5 мм, радиальный зазор между ротором и корпусом 0,1-0,25 мм.

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 22/59

Винтовые компрессоры по сравнению с поршневыми имеют следующие преимущества:

- высокие надежность и моторесурс (до 40 000 ч);
- отсутствие деталей с возвратно-поступательным движением;
- высокую частоту вращения, которая определяет лучшие

массогабаритные показатели;

- отсутствие быстроизнашивающихся деталей (клапанов, поршневых колец);

• малые газодинамические потери из-за отсутствия всасывающих и нагнетательных клапанов; высокую степень повышения давления в низкой ступени.

- Не боится гидроудара.
- Возможность дозарядки напрямую в роторную секцию.

Недостатки:

• Более сложная конструкция и цена производства, чем у поршневых агрегатов. Запчасти для винтовых компрессоров также стоят дороже.

- Некоторые узлы невозможно отремонтировать на судне.
- Для обслуживания роторов требуются квалифицированные специалисты.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить пройденный лекционный материал.
2. Изучить теоретическую часть к работе.
3. Выполнить эскиз секций компрессора s3. Обозвать секции.
4. Выполнить эскиз роторной пары. Дать описание роторам.
5. Выполнить эскиз узла производительности. Описать принцип его работы.
6. Выполнить схему подачи масла в компрессор s3.

Практическое занятие №8. Определение характеристик измерительного прибора.

Цель работы: Научиться выбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 23/59

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.

Подбор компрессора необходим для точного определения затрат и экономии.

Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

1. Записать данные холодильной машины.

Дано:

$t_0 =$

$t_k =$

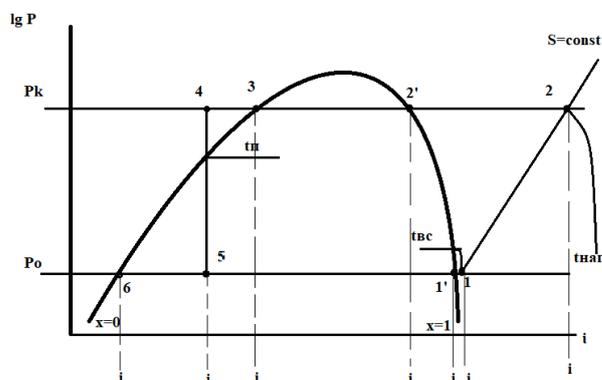
$t_n =$

$t_{вс} =$

х.а.-

$Q_0 =$

2. Построить цикл в тетради и на диаграмме lgP-i.



3. Построить таблицу точек цикла и внести показания.

Таблица параметров точек цикла

номер точки	$P,$ [МПа]	$t,$ [°C]	$i,$ [кДж / кг]	$v,$ [м ³ / кг]	$S,$ [кДж / кг * К]
1'					
1					
2					
2'					
3					
4					
5					

4. Произвести расчет цикла.

- удельная массовая холодопроизводительность:

$$q_0 = (i_{1'} - i_5) \text{ кДж/кг}$$

- удельная нагрузка на конденсатор:

$$q_k = (i_2 - i_3) \text{ кДж/кг}$$

- удельная нагрузка на переохладитель:

$$q_n = (i_3 - i_4) \text{ кДж/кг}$$

- удельная работа цикла /компрессора/:

$$l_{км} = (i_2 - i_1) \text{ кДж/кг}$$

- холодильный коэффициент:

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l_{км}}$$

5. Произвести расчет поршневого компрессора.

Определяем количество хладагента, циркулирующего по схеме:

$$G_{x.a.} = \frac{Q_0}{q_0} [\text{кг} / \text{с}];$$

Определяем теоретическую подачу компрессора:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 25/59

$$V_g = G_{x.a.} * v_1 [M^3 / c]; \text{ где } V_1 \text{ - объем точки всасывания в КМ;}$$

Определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре:

$$\lambda_i = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} - c \left(\frac{P_k + \Delta P_{наг}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} \right);$$

где $\Delta P_{вс} = 0,005 \text{ МПа}$ - депрессия всасывающего клапана;

$\Delta P_{наг} = 0,01 \text{ МПа}$ - депрессия нагнетательного клапана;

$c = (0,03 \div 0,05)$ для R717 - величина объемного мертвого пространства

ПКМ

$c = (0,05 \div 0,08)$ для R

Определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре:

$$\lambda_w' = \frac{T_0}{T_k} = \frac{t_0 + 273}{t_k + 273};$$

где: t_0 - температура кипения хладагента.

t_k - температура конденсации хладагента.

Определяем коэффициент подачи компрессора:

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_w';$$

Определяем действительный объем, описываемый поршнем компрессора:

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda} [M^3 / кВт];$$

Определяем адиабатическую мощность компрессора:

$$N_{ад} = G_{x.a.} * l_{KM} [кВт];$$

Определяем индикаторный к.п.д. компрессора:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 26/59

$$\eta_i = \lambda'_{w1} + b * t_0; \text{ где } b - \text{ эмпирический коэффициент;}$$

$b = 0.001$ для аммиачных компрессоров,

$b = 0.0025$ для хладоновых компрессоров,

$t_0 \Rightarrow$ температура кипения хладагента с соответствующим знаком (+);

Определяем индикаторную мощность компрессора:

$$N_i = \frac{N_{ad}}{\eta_i} [\text{кВт}];$$

Определяем эффективную мощность компрессора:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{мех}} [\text{кВт}]; \text{ где } \eta_{мех} = (0,82 \div 0,9) - \text{ механический к.п.д.}$$

Определяем мощность двигателя компрессора:

$$N_{дв} = \frac{N_e}{\eta_{дв}} [\text{кВт}]; \text{ где } \eta_{дв} = (0,96 \div 0,99) - \text{ к.п.д. двигателя КМ}$$

Определяем тепловую нагрузку на конденсатор:

$$Q_k = G_{x.a} * q_k [\text{кВт}];$$

$$Q_k = Q_0 + N_i [\text{кВт}];$$

Из двух величин для расчета конденсаторов выбираем наибольшую.

По расчетным данным V_h и $N_{дв}$ выбираем марку стандартного поршневого компрессора и выписываем его техническую характеристику в табличной форме.

Расчет винтового компрессора.

Порядок выполнения работы:

1. Записать данные холодильной машины.

Дано:

$$t_0 =$$

$$t_k =$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
		С. 27/59

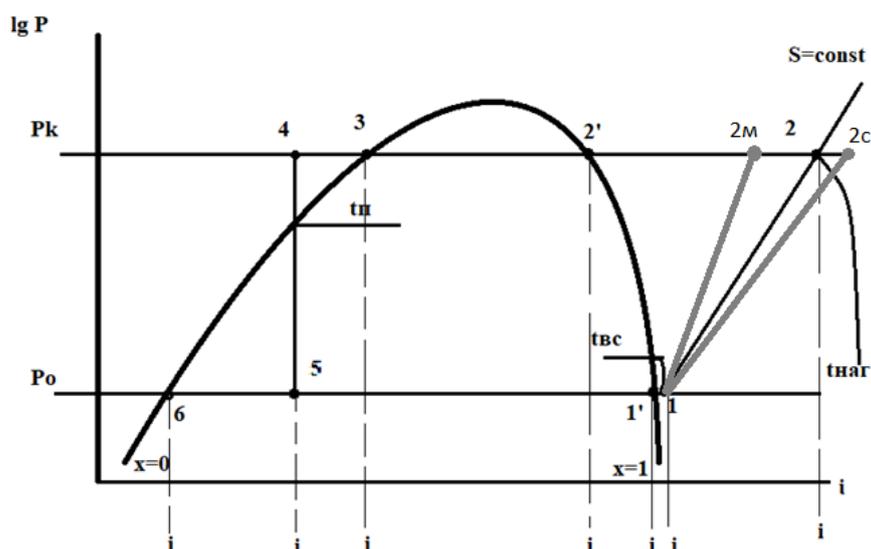
$$t_n =$$

$$t_{вс} =$$

х.а.-

$$Q_0 =$$

2. Построить цикл в тетради и на диаграмме lgP-i.



Цикл в диаграмме для винтового компрессора строится аналогично циклу поршневого компрессора. Затем для построения политроп (1-2с) и (1-2м) необходимо определить параметры точек (2с) и (2м);

(1-2с) - политропа сжатия винтового КМ сухого сжатия,

(1-2м) - политропа сжатия маслозаполненного винтового КМ.

Положение точки (2с) определяется по энтальпии i_{2c} :

$$\eta_{пол} = \frac{l_{ад}}{l_{пол}} = \frac{(i_2 - i_1)}{(i_{2c} - i_1)} \Rightarrow \text{из уравнения определяем энтальпию точки}$$

$$i_{2c} = i_1 + \frac{(i_2 - i_1)}{\eta_{пол}} \text{ [кДж / кг]}; \text{ где } \eta_{пол} = 0,8 \text{ к.п.д. политропы.}$$

Положение точки (2м) определяется по температуре $t_{2м}$:

$$T_{2m} = T_{вс} * \varepsilon_{нар}^{\frac{m-1}{m}} ; \quad t_{2m} = T_{2m} - 273 [^{\circ}C];$$

где $\varepsilon_{нар} = \frac{P_{\kappa}}{P_0}$ — наружная степень сжатия,

$m = (1.1 \div 1.3)$ — показатель политропы,

$$T_{вс} = (t_1 + 273) [K];$$

3. Построить таблицу точек цикла и внести показания.

номер точки	$P,$ [МПа]	$t,$ [$^{\circ}C$]	$i,$ [кДж / кг]	$v,$ [$m^3 / кг$]	$S,$ [кДж / кг * K]
1'					
1					
2					
2'					
3					
4					
5					
2 _c					
2 _m					

Таблица параметров точек цикла

4. Произвести расчет цикла.

- удельная массовая холодопроизводительность:

$$q_0 = (i_{1'} - i_5) \text{ кДж/кг}$$

- удельная нагрузка на конденсатор:

$$q_{\kappa} = (i_2 - i_3) \text{ кДж/кг}$$

- удельная нагрузка на переохладитель:

$$q_n = (i_3 - i_4) \text{ кДж/кг}$$

- удельная работа цикла /компрессора/:

$$l_{км} = (i_2 - i_1) \text{ кДж/кг}$$

- холодильный коэффициент:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 29/59

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l_{км}}$$

5. Произвести расчет и подбор винтового компрессора.

Определяем количество хладагента, циркулирующего по схеме:

$$G_{x.a.} = \frac{Q_0}{q_0} \text{ [кг / с];}$$

Определяем теоретическую подачу компрессора:

$$V_g = G_{x.a.} * v_1 \text{ [м}^3 \text{ / с];}$$
 где V_1 -объем точки всасывания в КМ;

После построения цикла работы холодильной машины с винтовым компрессором определяем величины V_h и $N_{об}$, аналогично расчету поршневого компрессора.

Примечание:

- Коэффициент подачи винтового компрессора λ и эффективный к.п.д. η_e необходимо определить графическим способом;

При определении эффективной мощности в формулу вместо точки (2) необходимо построить энтальпию точек (2с) или (2м) в зависимости от хладагента:

$$N_e = \frac{G_{x.a.} (i_{2c} - i_1)}{\eta_e} \text{ [кВт];}$$
 или

$$N_e = \frac{G_{x.a.} (i_{2м} - i_1)}{\eta_e} \text{ [кВт];}$$

Необходимо определить количество масла, циркулирующего по винтовому агрегату:

$$V_{масла} = \frac{Q_{масла}}{Cp_{масла} * \rho_{масла} * \Delta T_{масла}} \text{ [м}^3 \text{ / с];}$$

где $Cp_{масла} = 2,1 \text{ [кДж / кг * К]}$ – теплоемкость масла;

$$\rho_{масла} = 0,8 * 10^3 \text{ [кг / м}^3 \text{]} –$$
 плотность масла;

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 30/59

$Q_{\text{масла}} = G_{\text{х.а.}} * (i_{2c} - i_{2m}) [кВт]$ – количество тепла, отводимого маслом;

$\Delta T_{\text{масла}} = (t_{2c} - t_{2m}) [K]$ – разность температур масла в процессе отвода теплоты в винтовом компрессоре.

По расчетным данным V_h и $N_{\text{об}}$ выбираем марку стандартного винтового компрессора и выписываем его техническую характеристику в табличной форме.

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

Цель работы: Научиться подбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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 компрессора необходим для точного определения затрат и экономии. Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

1. Записать данные.
2. Построить цикл двуступенчатой холодильной машины в зависимости от состава оборудования. (Практическая работа 2,3,4,5)
3. Построить таблицу точек цикла и внести параметры в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
4. Произвести расчет цикла в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 31/59

5. Произвести расчет поршневых компрессоров.

Расчет поршневого компрессора на 1 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 1 ступени:

$$G_1 = \frac{Q_0}{q_0} [\text{кг} / \text{с}];$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 1 ступени:

$$V_{\partial 1} = G_1 * v_{\partial c} [\text{м}^3 / \text{с}]; \quad \text{где} \quad v_{\partial c} = v_1;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{i_1} = \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{\text{наг}}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda'_{w1} = \frac{T_0}{T_m} = \frac{t_0 + 273}{t_m + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 1 ступени:

$$\lambda_1 = \lambda_{i_1} * \lambda'_{w1};$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 1 ступени:

$$V_{h1} = \frac{V_{\partial 1}}{\lambda_1} [\text{м}^3 / \text{кВт}];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 1 ступени:

$$\eta_{i1} = \lambda'_{w1} + b * t_0;$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{a\partial 1} = G_1 * l_{KM1} [\text{кВт}];$$

- определяем индикаторную мощность компрессора 1 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 32/59

$$N_{i1} = \frac{N_{ad1}}{\eta_{i1}} [\text{кВт}];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{e1} = \frac{N_{i1}}{\eta_{mex1}} [\text{кВт}];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial e1} = \frac{N_{e1}}{\eta_{\partial e1}} [\text{кВт}];$$

Расчет поршневого компрессора на 2 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 2 ступени:

$$G_2 = G_1 \quad \text{- для хладонов,}$$

$$G_2 = G_1 + G_1 * \frac{(i_2 - i_3)}{(i_3 - i_7)} [\text{кг/с}] \quad \text{- для аммиака;}$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 2 ступени:

$$V_{\partial 2} = G_2 * v_{вс} [\text{м}^3/\text{с}]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_3;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{нас}}{P_m} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda'_{w2} = \frac{T_m}{T_k} = \frac{t_m + 273}{t_k + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 2 ступени:

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} * \lambda'_{w2};$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 2 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 33/59

$$V_{h2} = \frac{V_{\partial 2}}{\lambda_2} [м^3 / кВт];$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{a\partial 2} = G_2 * l_{KM2} [кВт];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 2 ступени:

$$\eta_{i2} = \lambda'_{w2} + b + t_m;$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{i2} = \frac{N_{a\partial 2}}{\eta_{i2}} [кВт];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{e2} = \frac{N_{i2}}{\eta_{Mex2}} [кВт];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial 62} = \frac{N_{e2}}{\eta_{\partial 62}} [кВт]$$

Определение нагрузки на конденсатор

Расчет нагрузки на конденсатор производится после расчета компрессора второй ступени.

- определяем нагрузку на конденсатор первым способом:

$$Q_k = Q_0 + N_{i1} + N_{i2} [кВт];$$

- определяем нагрузку на конденсатор вторым способом:

$$Q_k = G_2 * q_k [кВт];$$

Если обе величины нагрузки на конденсатор примерно или точно равны, то все расчеты циклов и компрессоров выполнены правильно.

Если значения нагрузки получились разными в небольших пределах, то для расчета конденсатора выбираем наибольшее значение.

Подбор компрессоров 1 и 2 ступеней

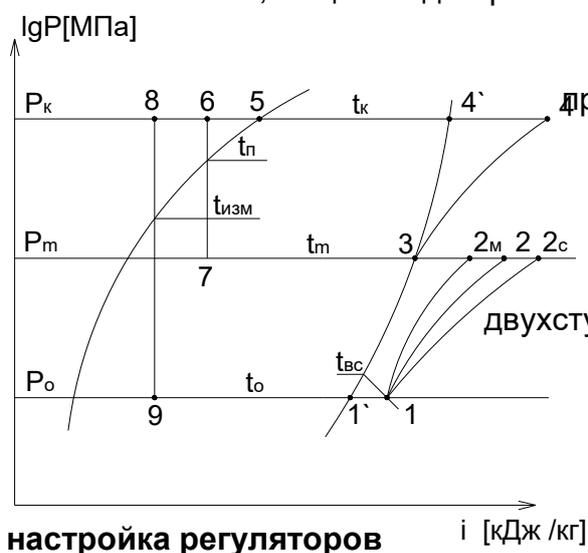
По расчетным данным подбираем стандартные компрессоры на каждую ступень отдельно:

ПКМ на 1 ступень – по расчетным значениям V_{h1} и $N_{дв1}$;

ПКМ на 2 ступень – по расчетным значениям V_{h2} и $N_{дв2}$;

Примечание: Если при расчете двухступенчатого агрегата необходимо на 1 ступень поставить винтовой компрессор, на 2 ступень поставить поршневой компрессор

, то цикл в диаграмме будет выглядеть так



В этом случае необходимо

производить расчет так:

- 1 ступень – расчет винтового одноступенчатого компрессора,
- 2 ступень – расчет второй ступени двухступенчатого поршневого компрессора.

Практическое занятие №10. Подбор, давления. конденсации.

Цель работы: Научиться подбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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 компрессора необходим для точного определения затрат и экономии. Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

6. Записать данные.

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 35/59

7. Построить цикл двуступенчатой холодильной машины в зависимости от состава оборудования. (Практическая работа 2,3,4,5)
8. Построить таблицу точек цикла и внести параметры в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
9. Произвести расчет цикла в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
10. Произвести расчет поршневых компрессоров.

Расчет поршневого компрессора на 1 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 1 ступени:

$$G_1 = \frac{Q_0}{q_0} \text{ [кг / с]};$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 1 ступени:

$$V_{\partial 1} = G_1 * v_{\partial c} \text{ [м}^3 \text{ / с]}; \quad \text{где} \quad v_{\partial c} = v_1;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{i_1} = \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{\text{наг}}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{w_1}' = \frac{T_0}{T_m} = \frac{t_0 + 273}{t_m + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 1 ступени:

$$\lambda_1 = \lambda_{i_1} * \lambda_{w_1}';$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 1 ступени:

$$V_{h1} = \frac{V_{\partial 1}}{\lambda_1} \text{ [м}^3 \text{ / кВт]};$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 1 ступени:

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 36/59

$$\eta_{i1} = \lambda'_{w1} + b * t_0;$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{ad1} = G_1 * l_{KM1} [\kappa Bm];$$

- определяем индикаторную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{i1} = \frac{N_{ad1}}{\eta_{i1}} [\kappa Bm];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{e1} = \frac{N_{i1}}{\eta_{me1}} [\kappa Bm];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial e1} = \frac{N_{e1}}{\eta_{\partial e1}} [\kappa Bm];$$

Расчет поршневого компрессора на 2 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 2 ступени:

$$G_2 = G_1 \quad \text{- для хладонов,}$$

$$G_2 = G_1 + G_1 * \frac{(i_2 - i_3)}{(i_3 - i_7)} [кг / с] \quad \text{- для аммиака;}$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 2 ступени:

$$V_{\partial 2} = G_2 * v_{вс} [м^3 / с]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_3;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{нас}}{P_m} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 2 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 37/59

$$\lambda_{w2}' = \frac{T_m}{T_k} = \frac{t_m + 273}{t_k + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 2 ступени:

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} * \lambda_{w2}';$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 2 ступени:

$$V_{h2} = \frac{V_{\partial 2}}{\lambda_2} [м^3 / кВт];$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{a\partial 2} = G_2 * l_{KM2} [кВт];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 2 ступени:

$$\eta_{i2} = \lambda_{w2}' + b + t_m;$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{i2} = \frac{N_{a\partial 2}}{\eta_{i2}} [кВт];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{e2} = \frac{N_{i2}}{\eta_{Mex2}} [кВт];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial 2} = \frac{N_{e2}}{\eta_{\partial 2}} [кВт]$$

Определение нагрузки на конденсатор

Расчет нагрузки на конденсатор производится после расчета компрессора второй ступени.

- определяем нагрузку на конденсатор первым способом:

$$Q_k = Q_0 + N_{i1} + N_{i2} [кВт];$$

- определяем нагрузку на конденсатор вторым способом:

$$Q_k = G_2 * q_k \text{ [кВт]};$$

Если обе величины нагрузки на конденсатор примерно или точно равны, то все расчеты циклов и компрессоров выполнены правильно.

Если значения нагрузки получились разными в небольших пределах, то для расчета конденсатора выбираем наибольшее значение.

Подбор компрессоров 1 и 2 ступеней

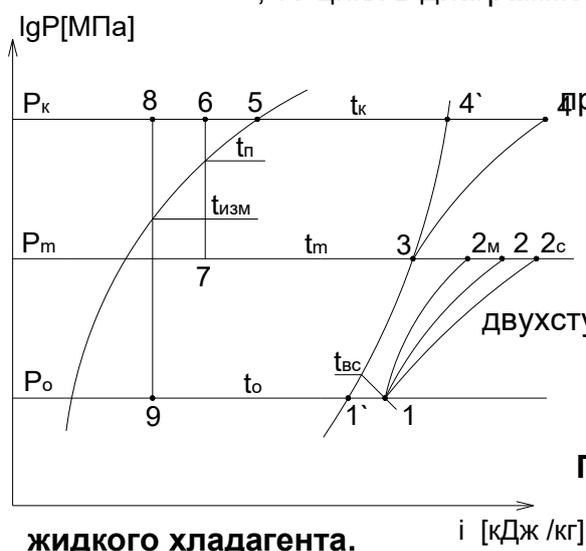
По расчетным данным подбираем стандартные компрессоры на каждую ступень отдельно:

ПКМ на 1 ступень – по расчетным значениям V_{h1} и $N_{дв1}$;

ПКМ на 2 ступень – по расчетным значениям V_{h2} и $N_{дв2}$;

Примечание: Если при расчете двухступенчатого агрегата необходимо на 1 ступень поставить винтовой компрессор, на 2 ступень поставить поршневой компрессор

, то цикл в диаграмме будет выглядеть так



В этом случае необходимо

производить расчет так:

- 1 ступень – расчет винтового одноступенчатого компрессора,
- 2 ступень – расчет второй ступени двухступенчатого поршневого компрессора.

Практическое занятие №11. Подбор, настройка регуляторов уровня

жидкого хладагента.

Цель работы: Научиться подбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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].

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 39/59

Теоретическая часть.

Подбор компрессора необходим для точного определения затрат и экономии. Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

11. Записать данные.
12. Построить цикл двухступенчатой холодильной машины в зависимости от состава оборудования. (Практическая работа 2,3,4,5)
13. Построить таблицу точек цикла и внести параметры в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
14. Произвести расчет цикла в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
15. Произвести расчет поршневых компрессоров.

Расчет поршневого компрессора на 1 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 1 ступени:

$$G_1 = \frac{Q_0}{q_0} [\text{кг} / \text{с}];$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 1 ступени:

$$V_{\partial 1} = G_1 * v_{вс} [\text{м}^3 / \text{с}]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_1;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{i_1} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{наг}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{w1}' = \frac{T_0}{T_m} = \frac{t_0 + 273}{t_m + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 1 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 40/59

$$\lambda_1 = \lambda_{i_1} * \lambda'_{w_1};$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 1 ступени:

$$V_{h1} = \frac{V_{\partial 1}}{\lambda_1} [м^3 / кВт];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 1 ступени:

$$\eta_{i1} = \lambda'_{w1} + b * t_0;$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{a\partial 1} = G_1 * l_{KM1} [кВт];$$

- определяем индикаторную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{i1} = \frac{N_{a\partial 1}}{\eta_{i1}} [кВт];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{e1} = \frac{N_{i1}}{\eta_{Mex1}} [кВт];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial e1} = \frac{N_{e1}}{\eta_{\partial e1}} [кВт];$$

Расчет поршневого компрессора на 2 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 2 ступени:

$$G_2 = G_1 \quad \text{- для хладонов,}$$

$$G_2 = G_1 + G_1 * \frac{(i_2 - i_3)}{(i_3 - i_7)} [кг / с] \quad \text{- для аммиака;}$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 2 ступени:

$$V_{\partial 2} = G_2 * v_{вс} [м^3 / с]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_3;$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 41/59

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{нас}}{P_m} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda'_{w2} = \frac{T_m}{T_k} = \frac{t_m + 273}{t_k + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 2 ступени:

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} * \lambda'_{w2};$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 2 ступени:

$$V_{h2} = \frac{V_{\partial 2}}{\lambda_2} [л^3 / кВт];$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{a\partial 2} = G_2 * l_{KM2} [кВт];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 2 ступени:

$$\eta_{i2} = \lambda'_{w2} + b + t_m;$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{i2} = \frac{N_{a\partial 2}}{\eta_{i2}} [кВт];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{e2} = \frac{N_{i2}}{\eta_{Mex2}} [кВт];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial 2} = \frac{N_{e2}}{\eta_{\partial 2}} [кВт]$$

Определение нагрузки на конденсатор

Расчет нагрузки на конденсатор производится после расчета компрессора второй ступени.

- определяем нагрузку на конденсатор первым способом:

$$Q_k = Q_0 + N_{i1} + N_{i2} \text{ [кВт]};$$

- определяем нагрузку на конденсатор вторым способом:

$$Q_k = G_2 * q_k \text{ [кВт]};$$

Если обе величины нагрузки на конденсатор примерно или точно равны, то все расчеты циклов и компрессоров выполнены правильно.

Если значения нагрузки получились разными в небольших пределах, то для расчета конденсатора выбираем наибольшее значение.

Подбор компрессоров 1 и 2 ступеней

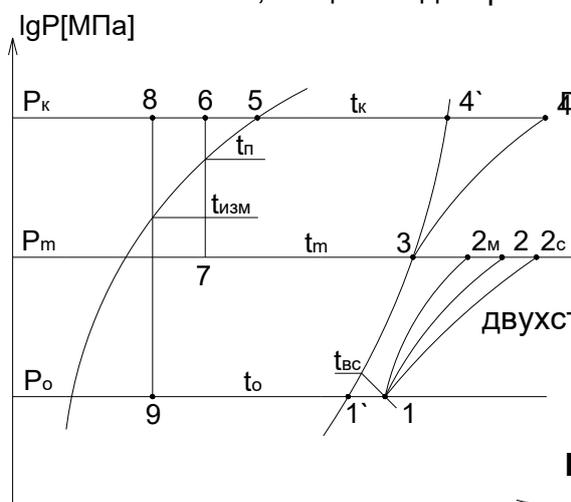
По расчетным данным подбираем стандартные компрессоры на каждую ступень отдельно:

ПКМ на 1 ступень – по расчетным значениям V_{h1} и $N_{дв1}$;

ПКМ на 2 ступень – по расчетным значениям V_{h2} и $N_{дв2}$;

Примечание: Если при расчете двухступенчатого агрегата необходимо на 1 ступень поставить винтовой компрессор, на 2 ступень поставить поршневой компрессор

, то цикл в диаграмме будет выглядеть так



В этом случае необходимо

производить расчет так:

- 1 ступень – расчет винтового одноступенчатого компрессора,
- 2 ступень – расчет второй ступени двухступенчатого поршневого компрессора.

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 43/59

Цель работы: Научиться подбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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 компрессора необходим для точного определения затрат и экономии. Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

16. Записать данные.
17. Построить цикл двухступенчатой холодильной машины в зависимости от состава оборудования. (Практическая работа 2,3,4,5)
18. Построить таблицу точек цикла и внести параметры в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
19. Произвести расчет цикла в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
20. Произвести расчет поршневых компрессоров.

Расчет поршневого компрессора на 1 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 1 ступени:

$$G_1 = \frac{Q_0}{q_0} \text{ [кг / с]};$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 1 ступени:

$$V_{\partial 1} = G_1 * v_{вс} \text{ [м}^3 \text{ / с]}; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_1;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{i_1} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{наг}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} \right);$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 44/59

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{w1}' = \frac{T_0}{T_m} = \frac{t_0 + 273}{t_m + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 1 ступени:

$$\lambda_1 = \lambda_{i1} * \lambda_{w1}';$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 1 ступени:

$$V_{h1} = \frac{V_{\partial 1}}{\lambda_1} [m^3 / кВт];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 1 ступени:

$$\eta_{i1} = \lambda_{w1}' + b * t_0;$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{a\partial 1} = G_1 * l_{KM1} [кВт];$$

- определяем индикаторную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{i1} = \frac{N_{a\partial 1}}{\eta_{i1}} [кВт];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{e1} = \frac{N_{i1}}{\eta_{me1}} [кВт];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial e1} = \frac{N_{e1}}{\eta_{\partial e1}} [кВт];$$

Расчет поршневого компрессора на 2 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 2 ступени:

$$G_2 = G_1 \quad - \text{ для хладонов,}$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 45/59

$$G_2 = G_1 + G_1 * \frac{(i_2 - i_3)}{(i_3 - i_7)} [\text{кг} / \text{с}] \quad \text{- для аммиака};$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 2 ступени:

$$V_{\partial 2} = G_2 * v_{вс} [\text{м}^3 / \text{с}]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_3;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{нас}}{P_m} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{w2}' = \frac{T_m}{T_k} = \frac{t_m + 273}{t_k + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 2 ступени:

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} * \lambda_{w2}';$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 2 ступени:

$$V_{h2} = \frac{V_{\partial 2}}{\lambda_2} [\text{м}^3 / \text{кВт}];$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{a\partial 2} = G_2 * l_{KM2} [\text{кВт}];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 2 ступени:

$$\eta_{i2} = \lambda_{w2}' + b + t_m;$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{i2} = \frac{N_{a\partial 2}}{\eta_{i2}} [\text{кВт}];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{e2} = \frac{N_{i2}}{\eta_{мex2}} [\kappa Bm];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{дв2} = \frac{N_{e2}}{\eta_{дв2}} [\kappa Bm]$$

Определение нагрузки на конденсатор

Расчет нагрузки на конденсатор производится после расчета компрессора второй ступени.

- определяем нагрузку на конденсатор первым способом:

$$Q_k = Q_0 + N_{i1} + N_{i2} [\kappa Bm];$$

- определяем нагрузку на конденсатор вторым способом:

$$Q_k = G_2 * q_k [\kappa Bm];$$

Если обе величины нагрузки на конденсатор примерно или точно равны, то все расчеты циклов и компрессоров выполнены правильно.

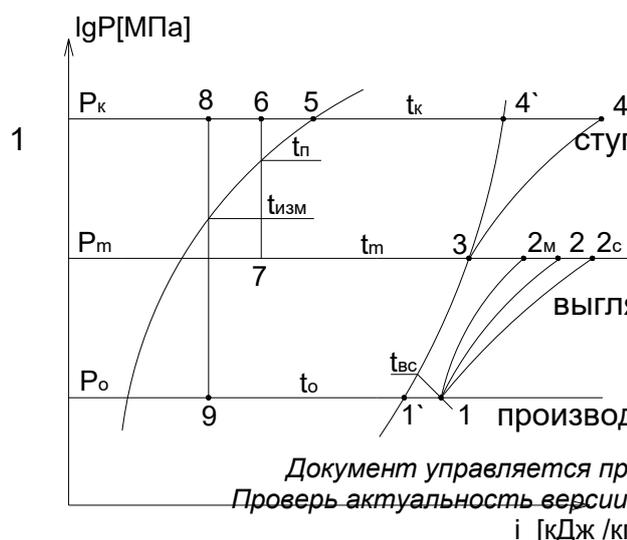
Если значения нагрузки получились разными в небольших пределах, то для расчета конденсатора выбираем наибольшее значение.

Подбор компрессоров 1 и 2 ступеней

По расчетным данным подбираем стандартные компрессоры на каждую ступень отдельно:

ПКМ на 1 ступень – по расчетным значениям V_{h1} и $N_{дв1}$;

ПКМ на 2 ступень – по расчетным значениям V_{h2} и $N_{дв2}$;



Примечание: Если при расчете двухступенчатого агрегата необходимо на ступень поставить винтовой компрессор, на 2 ступень поставить поршневой компрессор, то цикл в диаграмме будет выглядеть так
В этом случае необходимо производить расчет так:

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж
i [кДж /кг]

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 47/59

- 1 ступень – расчет винтового одноступенчатого компрессора,
- 2 ступень – расчет второй ступени двухступенчатого поршневого компрессора.

Практическое занятие №13. Программирование микроконтроллеров.

Цель работы: Научиться подбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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 компрессора необходим для точного определения затрат и экономии. Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

21. Записать данные.
22. Построить цикл двухступенчатой холодильной машины в зависимости от состава оборудования. (Практическая работа 2,3,4,5)
23. Построить таблицу точек цикла и внести параметры в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
24. Произвести расчет цикла в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
25. Произвести расчет поршневых компрессоров.

Расчет поршневого компрессора на 1 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 1 ступени:

$$G_1 = \frac{Q_0}{q_0} [кг / с];$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 1 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 48/59

$$V_{\partial 1} = G_1 * v_{\partial c} \left[\text{м}^3 / \text{с} \right]; \quad \text{где} \quad v_{\partial c} = v_1;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{i_1} = \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{\text{наг}}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda'_{w1} = \frac{T_0}{T_m} = \frac{t_0 + 273}{t_m + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 1 ступени:

$$\lambda_1 = \lambda_{i_1} * \lambda'_{w1};$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 1 ступени:

$$V_{h1} = \frac{V_{\partial 1}}{\lambda_1} \left[\text{м}^3 / \text{кВт} \right];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 1 ступени:

$$\eta_{i1} = \lambda'_{w1} + b * t_0;$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{a\partial 1} = G_1 * l_{KM1} \left[\text{кВт} \right];$$

- определяем индикаторную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{i1} = \frac{N_{a\partial 1}}{\eta_{i1}} \left[\text{кВт} \right];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{e1} = \frac{N_{i1}}{\eta_{\text{мех1}}} \left[\text{кВт} \right];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 49/59

$$N_{\partial e1} = \frac{N_{e1}}{\eta_{\partial e1}} [\kappa B m];$$

Расчет поршневого компрессора на 2 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 2 ступени:

$$G_2 = G_1 \quad \text{- для хладонов,}$$

$$G_2 = G_1 + G_1 * \frac{(i_2 - i_3)}{(i_3 - i_7)} [кг / с] \quad \text{- для аммиака;}$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 2 ступени:

$$V_{\partial 2} = G_2 * v_{вс} [м^3 / с]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_3;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{нас}}{P_m} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{w2}' = \frac{T_m}{T_k} = \frac{t_m + 273}{t_k + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 2 ступени:

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} * \lambda_{w2}';$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 2 ступени:

$$V_{h2} = \frac{V_{\partial 2}}{\lambda_2} [м^3 / \kappa B m];$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{a\partial 2} = G_2 * l_{KM2} [\kappa B m];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 2 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 50/59

$$\eta_{i2} = \lambda'_{w2} + b + t_m;$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{i2} = \frac{N_{ad2}}{\eta_{i2}} [\text{кВт}];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{e2} = \frac{N_{i2}}{\eta_{mex2}} [\text{кВт}];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{дв2} = \frac{N_{e2}}{\eta_{дв2}} [\text{кВт}]$$

Определение нагрузки на конденсатор

Расчет нагрузки на конденсатор производится после расчета компрессора второй ступени.

- определяем нагрузку на конденсатор первым способом:

$$Q_k = Q_0 + N_{i1} + N_{i2} [\text{кВт}];$$

- определяем нагрузку на конденсатор вторым способом:

$$Q_k = G_2 * q_k [\text{кВт}];$$

Если обе величины нагрузки на конденсатор примерно или точно равны, то все расчеты циклов и компрессоров выполнены правильно.

Если значения нагрузки получились разными в небольших пределах, то для расчета конденсатора выбираем наибольшее значение.

Подбор компрессоров 1 и 2 ступеней

По расчетным данным подбираем стандартные компрессоры на каждую ступень отдельно:

Практическое занятие №14. Монтаж устройств и средств автоматизации.

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 51/59

Цель работы: Научиться подбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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 компрессора необходим для точного определения затрат и экономии. Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

26. Записать данные.

27. Построить цикл двухступенчатой холодильной машины в зависимости от состава оборудования. (Практическая работа 2,3,4,5)

28. Построить таблицу точек цикла и внести параметры в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)

29. Произвести расчет цикла в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)

30. Произвести расчет поршневых компрессоров.

Расчет поршневого компрессора на 1 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 1 ступени:

$$G_1 = \frac{Q_0}{q_0} \text{ [кг / с]};$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 1 ступени:

$$V_{\partial 1} = G_1 * v_{вс} \text{ [м}^3 \text{ / с]}; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_1;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{i_1} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{наг}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} \right);$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 52/59

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda'_{w1} = \frac{T_0}{T_m} = \frac{t_0 + 273}{t_m + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 1 ступени:

$$\lambda_1 = \lambda_{i1} * \lambda'_{w1};$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 1 ступени:

$$V_{h1} = \frac{V_{\partial 1}}{\lambda_1} [м^3 / кВт];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 1 ступени:

$$\eta_{i1} = \lambda'_{w1} + b * t_0;$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{a\partial 1} = G_1 * l_{KM1} [кВт];$$

- определяем индикаторную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{i1} = \frac{N_{a\partial 1}}{\eta_{i1}} [кВт];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{e1} = \frac{N_{i1}}{\eta_{me1}} [кВт];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial e1} = \frac{N_{e1}}{\eta_{\partial e1}} [кВт];$$

Расчет поршневого компрессора на 2 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 2 ступени:

$$G_2 = G_1 \quad \text{- для хладонов,}$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 53/59

$$G_2 = G_1 + G_1 * \frac{(i_2 - i_3)}{(i_3 - i_7)} [\text{кг} / \text{с}] \quad \text{- для аммиака};$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 2 ступени:

$$V_{\partial 2} = G_2 * v_{вс} [\text{м}^3 / \text{с}]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_3;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{нас}}{P_m} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda_{w2}' = \frac{T_m}{T_k} = \frac{t_m + 273}{t_k + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 2 ступени:

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} * \lambda_{w2}';$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 2 ступени:

$$V_{h2} = \frac{V_{\partial 2}}{\lambda_2} [\text{м}^3 / \text{кВт}];$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{a\partial 2} = G_2 * l_{KM2} [\text{кВт}];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 2 ступени:

$$\eta_{i2} = \lambda_{w2}' + b + t_m;$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{i2} = \frac{N_{a\partial 2}}{\eta_{i2}} [\text{кВт}];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 54/59

$$N_{e2} = \frac{N_{i2}}{\eta_{Mex2}} [\text{кВт}];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{дв2} = \frac{N_{e2}}{\eta_{дв2}} [\text{кВт}]$$

Определение нагрузки на конденсатор

Расчет нагрузки на конденсатор производится после расчета компрессора второй ступени.

- определяем нагрузку на конденсатор первым способом:

$$Q_k = Q_0 + N_{i1} + N_{i2} [\text{кВт}];$$

- определяем нагрузку на конденсатор вторым способом:

$$Q_k = G_2 * q_k [\text{кВт}];$$

Если обе величины нагрузки на конденсатор примерно или точно равны, то все расчеты циклов и компрессоров выполнены правильно.

Если значения нагрузки получились разными в небольших пределах, то для расчета конденсатора выбираем наибольшее значение.

Подбор компрессоров 1 и 2 ступеней

По расчетным данным подбираем стандартные компрессоры на каждую ступень отдельно:

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

Цель работы: Научиться подбирать компрессор, исходя из данных работы цикла холодильной машины. Понять принцип действия подбора холодильного оборудования, а также научиться определять основные критерии подбора.

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.

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

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 55/59

Подбор компрессора необходим для точного определения затрат и экономии.
Подбор производится по теоретической подаче и мощности электродвигателя.

Порядок выполнения работы:

31. Записать данные.
32. Построить цикл двухступенчатой холодильной машины в зависимости от состава оборудования. (Практическая работа 2,3,4,5)
33. Построить таблицу точек цикла и внести параметры в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
34. Произвести расчет цикла в зависимости от особенностей цикла. (Практическая работа 2,3,4,5)
35. Произвести расчет поршневых компрессоров.

Расчет поршневого компрессора на 1 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 1 ступени:

$$G_1 = \frac{Q_0}{q_0} [\text{кг} / \text{с}];$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 1 ступени:

$$V_{\partial 1} = G_1 * v_{\partial c} [M^3 / \text{с}]; \quad \text{где} \quad v_{\partial c} = v_1;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda_{i_1} = \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{\text{наг}}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{\partial c}}{P_0} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 1 ступени:

$$\lambda'_{w_1} = \frac{T_0}{T_m} = \frac{t_0 + 273}{t_m + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 1 ступени:

$$\lambda_1 = \lambda_{i_1} * \lambda'_{w_1};$$

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 56/59

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 1 ступени:

$$V_{h1} = \frac{V_{\partial 1}}{\lambda_1} \left[\text{м}^3 / \text{кВт} \right];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 1 ступени:

$$\eta_{i1} = \lambda'_{w1} + b * t_0;$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{a\partial 1} = G_1 * l_{KM1} \left[\text{кВт} \right];$$

- определяем индикаторную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{i1} = \frac{N_{a\partial 1}}{\eta_{i1}} \left[\text{кВт} \right];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 1 ступени:

$$N_{e1} = \frac{N_{i1}}{\eta_{Mex1}} \left[\text{кВт} \right];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial e1} = \frac{N_{e1}}{\eta_{\partial e1}} \left[\text{кВт} \right];$$

Расчет поршневого компрессора на 2 ступени

- определяем количество хладагента, поступающего на компрессор 2 ступени:

$$G_2 = G_1 \quad \text{- для хладонов,}$$

$$G_2 = G_1 + G_1 * \frac{(i_2 - i_3)}{(i_3 - i_7)} \left[\text{кг} / \text{с} \right] \quad \text{- для аммиака;}$$

- определяем теоретическую подачу компрессора 2 ступени:

$$V_{\partial 2} = G_2 * v_{вс} \left[\text{м}^3 / \text{с} \right]; \quad \text{где} \quad v_{вс} = v_3;$$

- определяем коэффициент подачи видимых потерь в компрессоре 2 ступени:

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 57/59

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} - c \left(\frac{P_m + \Delta P_{нас}}{P_m} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_m} \right);$$

- определяем коэффициент подачи невидимых потерь в компрессоре 2 ступени:

$$\lambda'_{w2} = \frac{T_m}{T_k} = \frac{t_m + 273}{t_k + 273};$$

- определяем коэффициент подачи компрессора 2 ступени:

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} * \lambda'_{w2};$$

- определяем действительный объем, описываемый компрессором 2 ступени:

$$V_{h2} = \frac{V_{\partial 2}}{\lambda_2} [м^3 / кВт];$$

- определяем адиабатическую мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{a\partial 2} = G_2 * l_{KM2} [кВт];$$

- определяем индикаторный к.п.д. компрессора 2 ступени:

$$\eta_{i2} = \lambda'_{w2} + b + t_m;$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{i2} = \frac{N_{a\partial 2}}{\eta_{i2}} [кВт];$$

- определяем эффективную мощность компрессора 2 ступени:

$$N_{e2} = \frac{N_{i2}}{\eta_{Mex2}} [кВт];$$

- определяем мощность электродвигателя компрессора 1 ступени:

$$N_{\partial 2} = \frac{N_{e2}}{\eta_{\partial 2}} [кВт]$$

Определение нагрузки на конденсатор

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 58/59

Расчет нагрузки на конденсатор производится после расчета компрессора второй ступени.

- определяем нагрузку на конденсатор первым способом:

$$Q_k = Q_0 + N_{i1} + N_{i2} \text{ [кВт]};$$

- определяем нагрузку на конденсатор вторым способом:

$$Q_k = G_2 * q_k \text{ [кВт]};$$

Если обе величины нагрузки на конденсатор примерно или точно равны, то все расчеты циклов и компрессоров выполнены правильно.

Если значения нагрузки получились разными в небольших пределах, то для расчета конденсатора выбираем наибольшее значение.

Подбор компрессоров 1 и 2 ступеней

По расчетным данным подбираем стандартные компрессоры на каждую ступень отдельно:

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: 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.

МО-15 02 06-ПМ.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПО МОНТАЖУ, ПУСКОНАЛАДКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИСПЫТАНИЯМ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	С. 59/59

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.