



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

Утверждаю
Врио заместителя начальника колледжа
по учебно-методической работе
М.Ю. Никишин

**ПМ. 03 РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ
ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
РАБОТ**

Методические указания по выполнению практических работ
(для преподавателей)

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

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ

РАЗРАБОТЧИК
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

Гродник Д.В.
Никишин М.Ю.

ГОД РАЗРАБОТКИ

2026

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 2/46

Содержание

Введение.....	4
Перечень практических занятий.....	8
Практическое занятие №1. Разработка технического задания на проектирование судовой системы холодоснабжения.....	9
Практическое занятие № 2. Выбор схемы судовой системы холодоснабжения, выбор рабочих веществ.....	16
Практическое занятие № 3. Расчёт суммарной тепловой нагрузки на судовую систему холодоснабжения.....	17
Практическое занятие № 4. Расчёт и подбор основного и вспомогательного холодильного оборудования.....	24
Практическое занятие № 5. Выполнение планировки РМО судовой системы холодоснабжения.....	33
Практическое занятие № 6. Выполнение схем циркуляции рабочих веществ судовой системы холодоснабжения.....	34
Практическое занятие № 7. Подготовка рабочей документации на основании проведенных проектных работ.....	38
Практическое занятие № 8. Измерение параметров работы холодильной установки	39
Практическое занятие № 9. Обработка результатов измерений.....	40
Практическое занятие № 10. Планирование эксперимента и испытания холодильного оборудования.....	41
Практическое занятие №11. Обследование и испытание теплоизоляционных конструкций.....	42
Практическое занятие №12. Измерение производительности холодильного компрессора. Оценка эффективности работы.....	43
Список использованной литературы.....	47

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 3/46

Введение

Рабочей программой профессионального модуля по МДК.03.01 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:

Участия в разработке рабочей документации систем холодоснабжения;

Участия в выполнении работ по проверке и разработке проектной документации систем холодоснабжения;

Проведения испытаний нового холодильного оборудования;

Участия в организации расчетно-экспериментальной деятельности в ходе разработки новых технологий и технологических процессов при производстве холода;

Участия в работах по оформлению результатов конструкторской и исследовательской деятельности;

Решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе знаний цифровой экономики;

Организации и осуществления мероприятий по охране труда при проведении испытания нового оборудования.

уметь:

Разрабатывать рабочую документацию систем холодоснабжения;

Производить тепловые расчёты холодильного оборудования;

Производить расчёты по подбору холодильного оборудования согласно проектного задания;

Производить проверку проектной документации систем холодоснабжения;

Проводить испытания нового холодильного оборудования;

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 4/46

Участвовать в организации расчетно-экспериментальной деятельности в ходе разработки новых технологий и технологических процессов при производстве холода;

Обеспечивать безопасную работу при испытаниях нового холодильного оборудования;

Участвовать в оформлении результатов конструкторской и исследовательской деятельности;

Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе знаний цифровой экономики;

Организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при проведении испытания нового оборудования.

знать:

Рабочие документации систем холодоснабжения;

Порядок разработки рабочей документации систем холодоснабжения;

Порядок теплового расчёта холодильного оборудования;

Порядок подбора холодильного оборудования;

Порядок проверки и разработки рабочей документации систем холодоснабжения;

Виды экспериментальных исследований;

Порядок постановки эксперимента;

Виды теплотехнических испытаний холодильного оборудования;

Правила техники безопасности и пожаробезопасности при проведении работ по испытаниям и экспериментальным исследованиям нового холодильного оборудования;

Правила оформления результатов конструкторской и исследовательской деятельности;

Основы цифровой экономики;

Мероприятия по охране труда при проведении испытания нового оборудования.

Выполнение заданий на практических занятиях способствует формированию у обучающихся:

общих и профессиональных компетенций

Код	Наименование результата обучения
ПК 3.1	Выполнять работы по проверке и разработке рабочей документации систем холодоснабжения.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 5/46

ПК 3.2	Выполнять работы по проверке и разработке проектной документации систем холодоснабжения.
ПК 3.3	Проводить испытания нового оборудования, организовывать расчетно-экспериментальную деятельность в ходе разработки новых технологий и технологических процессов при производстве холода.
ПК 3.4	Оформлять результаты конструкторской и исследовательской деятельности.
ПК 3.5	Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе знаний цифровой экономики.
ПК 3.6	Организовывать и осуществлять мероприятия по охране труда при проведении испытания нового оборудования.

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 7	Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.
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 16	Ориентирующийся в изменяющемся рынке труда, гибко реагирующий на появление новых форм трудовой деятельности, готовый к их освоению, избегающий безработицы, мотивированный к освоению функционально близких видов профессиональной деятельности, имеющих общие объекты (условия, цели) труда, либо иные схожие характеристики.
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.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 6/46

ЛР 19	Управляющий собственным профессиональным развитием, рефлексивно оценивающий собственный жизненный опыт, критерии личной успешности, признающий ценность непрерывного образования.
ЛР 20	Способный генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов; позиционирующий себя в сети как результативный и привлекательный участник трудовых отношений.
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 23	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ЛР 24	Осознающий, принимающий и несущий ответственность за свои действия в стандартных и нестандартных ситуациях как руководитель структурного подразделения.
ЛР 26	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 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 32	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

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.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 7/46

Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1	Разработка технического задания на проектирование судовой системы холодоснабжения	6
2	Выбор схемы судовой системы холодоснабжения, выбор рабочих веществ	4
3	Расчёт суммарной тепловой нагрузки на судовую систему холодоснабжения	4
4	Расчёт и подбор основного и вспомогательного холодильного оборудования	6
5	Выполнение планировки РМО судовой системы холодоснабжения	4
6	Выполнение схем циркуляции рабочих веществ судовой системы холодоснабжения	8
7	Подготовка рабочей документации на основании проведенных проектных работ	14
8	Измерение параметров работы холодильной установки	4
9	Обработка результатов измерений	4
10	Планирование эксперимента и испытания холодильного оборудования	4
11	Обследование и испытание теплоизоляционных конструкций	6
12	Измерение производительности холодильного компрессора. Оценка эффективности работы	6
Итого		70

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 8/46

Практическое занятие №1

Разработка технического задания на проектирование судовой системы холодоснабжения.

Цель занятия: научиться разрабатывать техническое задание, исходя из заданных параметров судов.

Использованные источники: [11]

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.2, ПК 3.5.

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32.

Теоретическая часть.

1. Разработка технического задания зависит от предпочтений и финансовой составляющей судовладельца, а также от рода перевозимого груза.

2. Район плавания. Разные районы океанов имеют разные климатические условия, разную температуру воды, а также разную температуру забортной воды. Если судно будет иметь неограниченный район плавания, то выбирается максимальная допустимая нагрузка, связанная с погодными условиями.

3. Изоляционные ограждения. Выбор изоляции является одним из важнейших решений, правильное проектирование изоляционных конструкций позволит снизить нагрузку на холодильную машину, следовательно, уменьшить ее размер, увеличить моторесурс компрессоров и электродвигателей, снизить расход топлива судна. Материал и толщина изоляции выбирается исходя из рода перевозимого груза и теплопритоков.

4. Выбор системы охлаждения. Система охлаждения выбирается из многих факторов, основным является назначение такой системы, а также конструкция судна. К примеру систему непосредственного кипения на R717 не станут использовать в грузовых помещениях, так как это может испортить перевозимый груз, а также навредить людям. В таких случаях выбирают системы с хладагентом. В системе кондиционирования также не применяют R717 по понятным причинам.

5. Рабочее тело. Выбор хладагента зависит от различных причин таких как: температура кипения, место применения, цена оборудования и хладагента, количество его в системе.

6. Основное оборудование. (компрессоры. Теплообменники, дросселирующие устройства) Выбор производится исходя из требований заказчика. Основными моментами подбора являются: нагрузка на оборудование, хладагент, габариты и масса оборудования, цена.

7. Вспомогательное оборудование. Выбирается исходя из необходимости автономной работы холодильной машины. Для машин работающих на R717 необходимо интегрировать воздухоотделители и маслоспускное оборудование, для фреоновых машин воздухоотделители являются оборудованием необязательным, а маслоспускное не нужно вовсе.

8. Материалы. Исходя из пройденных пунктов, необходимо выбирать качественные и стойкие к разрушению от контакта с маслом и хладагентом материалы.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 9/46

9. Конструкция РМО. Оборудование необходимо расположить так, чтобы к нему был доступ для проверки и обслуживанию. Вовремя эксплуатации было видно все смотровые стекла. Средства автоматики находились в свободном доступе, при настройке и регулировании их ничего не мешало.

Примечание: если у судна неограниченный район плавания, то самой высокой температурой наружного воздуха будем считать условно 30°C, температура воды 28°C. Машинное отделение 40 °C. Жилые помещения 25°C.

Зная из технической характеристики длину и ширину судна, имея планировку расположения трюмов на общем виде судна, необходимо определить масштаб планировки. После математических расчетов определяется сколько в 1 см на рисунке метров реального судна. Затем линейкой измеряют на планировке длину и высоту каждого трюма и умножают на масштаб. Для упрощения в расчетах принимаем ширину трюмов равную ширине судна заданного типа.

Определение температуры вокруг охлаждаемых помещений

На расчет и выбор всех необходимых элементов холодильной машины влияет два основных показателя, от которых зависит тепловая нагрузка: это температура забортной воды и температура наружного воздуха.

Тепловой поток через изолированные ограждения проникает в охлаждаемые помещения из-за наличия разности температур наружной окружающей среды и воздуха внутри помещения, а также воздействия солнечной радиации.

Определение наружной температуры с левого бота

$$t_{нар1} = \frac{t_{возд} + t_{w1}}{2} [^{\circ}C]$$

где $t_{возд}$ – температура наружного воздуха по данным технической характеристики судна;

t_{w1} - температура забортной воды;

Определение наружной температуры с правого борта

$$t_{нар2} = \frac{t_{возд} + (5 \div 7) + t_{w1}}{2} [^{\circ}C]$$

где (5-7) °[C] - увеличение температуры с учетом влияния солнечной радиации;

Определение наружной температуры со стороны главной палубы

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 10/46

$$t_{нар3} = \frac{t_{возд} + (5 \div 7) + t_{wl}}{2} + 10 [^{\circ}C]$$

Определение наружной температуры со стороны двойного дна

$$t_{нар4} = t_{wl} [^{\circ}C]$$

2.2.5 Определение наружной температуры со стороны машинного отделения

$$t_{нар5} = 40 [^{\circ}C]$$

Определение наружной температуры стороны носовой и кормовой переборки

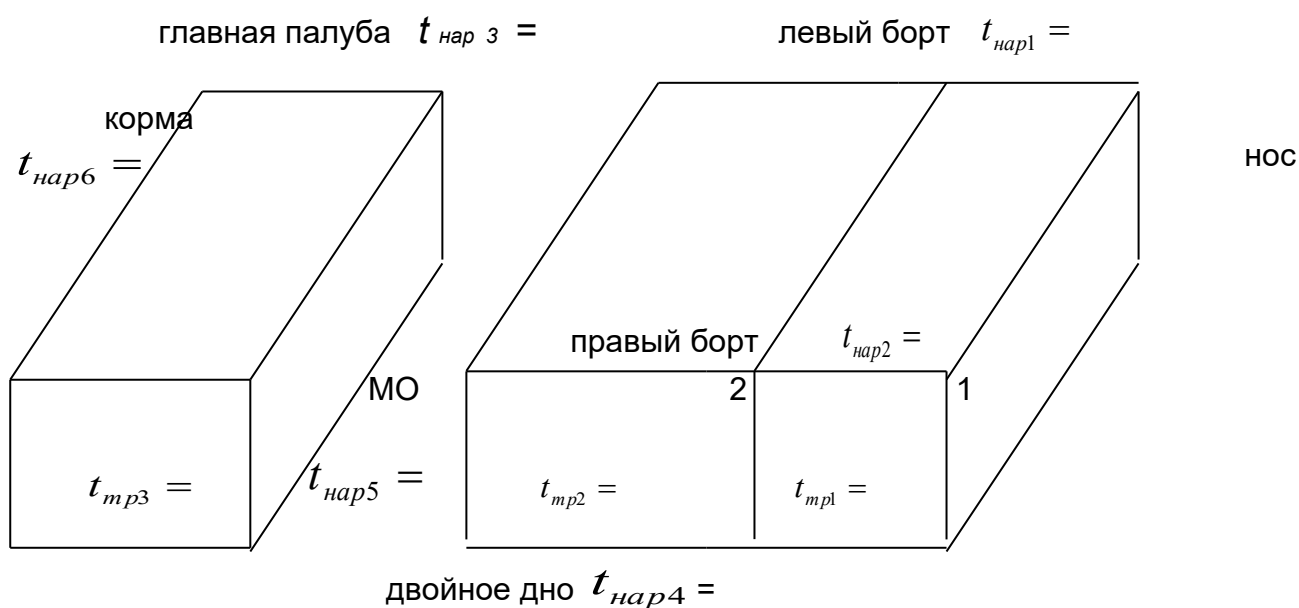


Рис. 2.1 Планировка охлаждаемых трюмов

Примечание: Для определения температуры в трюме использовать заданную температуру кипения жидкого хладагента.

$$t_{мп} = t_0 + (7 \div 10) [^{\circ}C] \quad - \quad \text{для} \quad \text{аммиака} \quad (R717)$$

$$t_{мп} = t_0 + (12 \div 20) [^{\circ}C] \quad - \quad \text{для} \quad \text{хладонов} \quad (R)$$

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 11/46

В-1

«50 лет СССР». Перевозимый груз – продукты питания. Хладагент R717.

В-2

«50 лет СССР». Перевозимый груз – продукты питания. Хладагент R22.

В-3

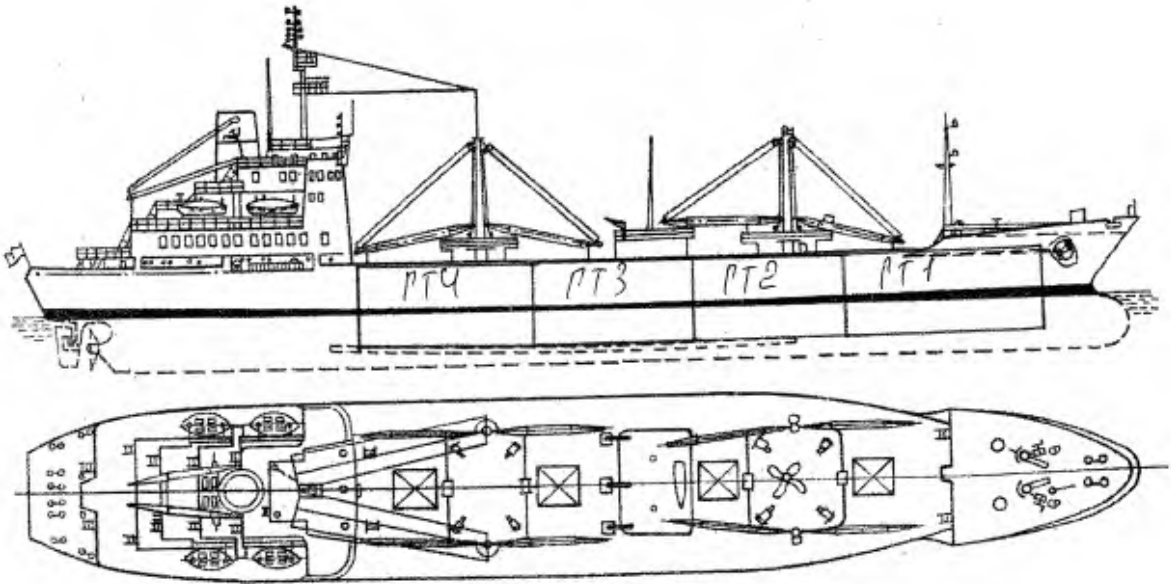
«Охотское море». Перевозимый груз – фрукты. Хладагент R717.

В-4

«Прометей». Перевозимый груз – морепродукты. Хладагент R404a.

Приемно-транспортный рефрижератор типа «50 лет СССР»

Данные соответствуют ТР «XXV съезд КПСС»

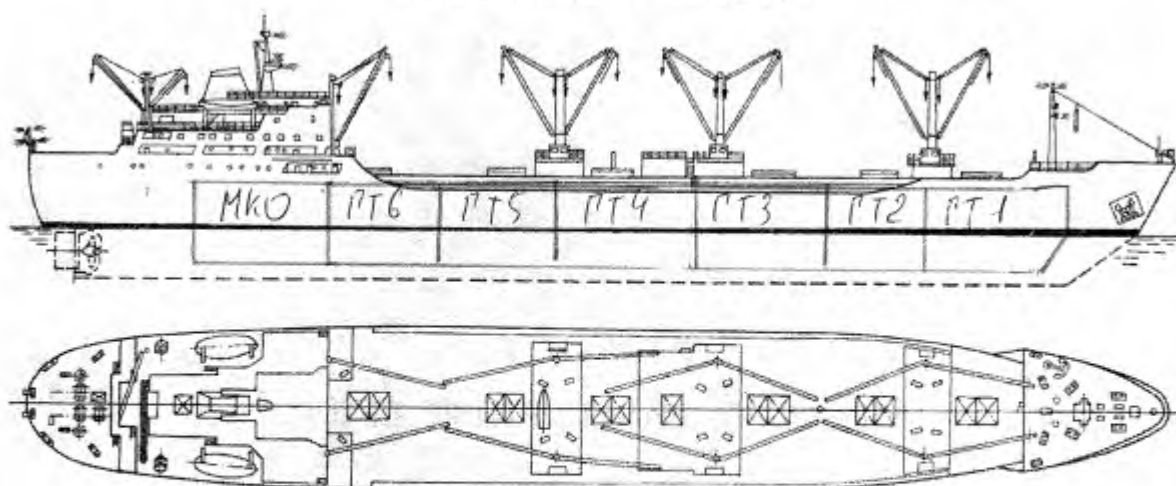


Проект	1347	Корпус		
Класс Регистра СССР	К М Ж Л1 [1] А2 (рефрижераторное)	Количество палуб		
Год постройки судна	1976 (1974)	Количество водонепроницаемых переборок		
Завод-строитель	Судостроительный завод им. 61 Коммунара, г. Николаев	Непотопаемость	Обеспечена при затоплении одного отсека	
Назначение судна	II Прием рыбопродукции на промысле и транспортирование ее в порт назначения, обеспечение промысловых судов всеми видами снабжения	Грузовые помещения		
Основные элементы		Трюмы и твиндек		
		Назначение	Хранение мороженой и ледовой продукции	
		Температура, °C	... -28; -8	
		Объем, м³		
		трюм № 1	1312	
		нижний твиндек	1317	
		верхний твиндек	1163	
		трюм № 2	1482	
		нижний твиндек	1560	
		верхний твиндек	1172	
		трюм № 3	1497	
		нижний твиндек	1487	
		верхний твиндек	1074	
		трюм № 4	1387	
		нижний твиндек	1516	
		верхний твиндек	1120	
		Общий объем трюмов и твиндеков, м³	15 887	
		Длинные		
		Назначение	Хранение топлива или рыбной муки	
		Температура, °C	Неохлаждаемые	
		Объем, м³		
		правого борта	470	
		ДП	570	
		левого борта	465	
		Грузовые люки		
		количество	Трюмы	Длинные
		размеры (длина×ширина), м	№ 1, 2, 3, 4	3
			4 × 6,0X4,0;	2,0X2,0
Длина, м:				
наибольшая	172,03			
между перпендикулярами	159,92			
Ширина наибольшая, м	23,00			
Высота борта до верхней палубы, м	13,70			
Осадка, м:				
порожнем				
носом	0,60			
кормой	6,94			
в трюм	7,46			
носом	8,22			
кормой				
Водоизмещение, т:				
порожнем	8050			
(наибольшее)	19 600			
Действит., т	11 550			
Вместимость судна, рег. т:				
валовая	13 052			
чистая	7042			
Грузоподъемность, т	10 028 (М-9400, ММ-628)			
Скорость, уз	18,9 (при N=8530 кВт, D=19 600 т)			
	90			
Автономность плавания по запасам топлива (рейсовая), сут				
Количество кочных мест	91			
Район плавания	Неограниченный			

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 13/46

Приемно-транспортный рефрижератор типа «ОХОТСКОЕ МОРЕ»

Данные соответствуют ТР «Охотское море»



Проект
Класс Регистра СССР

Год постройки судна
Завод-строитель

Назначение судна

КМЛ I [I] (рефрижератор-
ное)
1971 (1971)
Шантье де Атлантик,
г. Сен-Назер, Франция
Прием рыбопродукции на
промысле и транспортиро-
вание ее в порт назначения,
обеспечение промысловых
судов всеми видами снаб-
жения

Грузовые помещения

Трюмы и твиндек

Назначение

Температура
Объем, м³:

Хранение мороженой, соле-
ной продукции и консервов
—30; —8; 15

Основные элементы

Длина, м:	
наибольшая	186,55
между перпендикулярами	172,00
Ширина наибольшая, м	25,00
Высота борта до верхней палубы, м	15,40
Осадка, м:	
порожнем	
носом	2,11
кормой	5,13
* грузу	
носом	7,56
кормой	7,79
Водоизмещение, т:	
порожнем	9600
наибольшее	22 100
Дедвейт, т	12 500
Вместимость судна, рег. т:	
валовая	18 302
чистая	9802
Грузоподъемность, т	10850 (M-10 250, M-600)
Скорость, уз	17,9 (при N=10 940 кВт, A=22 100 т)
Автономность плавания по за- пасам топлива (рейсовая), сут	90
Количество каютных мест	107
Район плавания	Неограниченный

Каркас

Количество палуб	
Количество водонепроницае- мых переборок:	
поперечных	10
продольных	2
Неотопляемость	Обеспечивается при плавании одного отсека

Назначение

Температура
Объем, м³:

трюм № 1

нижний твиндек

средний твиндек

верхний твиндек

трюм № 2

нижний твиндек

средний твиндек

верхний твиндек

трюм № 3

нижний твиндек

средний твиндек

верхний твиндек

трюм № 5

нижний твиндек

средний твиндек

верхний твиндек

трюм № 6

нижний твиндек

средний твиндек

верхний твиндек

трюм № 7

нижний твиндек

средний твиндек

верхний твиндек

Назначение

Температура, °C

Объем, м³:

трюм № 4

нижний твиндек

верхний твиндек

Общий объем трюмов и твин-
деков, м³

Грузовые люки

количество

размеры (длина×ширина), м

Судовые запасы, т:

Дизельное топливо

Тяжелое топливо

Пресная вода

Трюмы

№ 1, 2, 3, 5, 6, 7;

6;

размеры (длина×ширина), м

№ 4

1

3,0X4,0

5345

2865

366

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 15/46

- определить размеры грузовых помещений;
- построить алгоритм технического задания;

Содержание отчета:

Тетрадь с выполненной практической.

Практическое занятие № 2.

Выбор схемы судовой системы холодоснабжения, выбор рабочих веществ.

Цель занятия: Научиться правильно определять и выбирать рабочее тело. Выбирать правильную систему охлаждения.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.2, ПК 3.5.

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32.

Использованные источники: [11]

Теоретическая часть.

На промысловых судах применяют два основных способа охлаждения:

- непосредственное при помощи хладагента, кипящего в приборах охлаждения, расположенных в охлаждаемых помещениях;
- рассольное, при помощи хладоносителя, циркулирующего между испарителем и рассольными приборами охлаждения.

Выбор системы охлаждения зависит от технологических условий, эксплуатационных и экономических факторов.

Экономичность холодильной установки определяется выбранным температурным режимом.

Кроме этого она зависит от протяженности трубопроводов, от количества хладагента в системе, от свойств хладагента.

К эксплуатационным факторам относится метод регулирования холодопроизводительности установки, зависит от расположения холодильного оборудования на судне, от размеров судна и судовых помещений.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить пройденный лекционный материал.
2. Изучить теоретическую часть к работе.
3. К варианту из практической работы 1 подобрать систему охлаждения.
4. Обосновать выбор письменно.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 16/46

Практическое занятие №3.

Расчёт суммарной тепловой нагрузки на судовую систему холодоснабжения.

Цель занятия: получить знания, связанные с расчетом суммарной тепловой нагрузки.

Использованные источники: [11]

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.2, ПК 3.5.

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32.

Теоретическая часть.

Цели и задачи теплового расчета

Тепловой расчет производится для определения величины общего теплового потока, поступающего в охлаждаемое помещение.

Данные теплового расчета служат основанием для определения холодопроизводительности компрессоров и выбора холодильного оборудования. При этом расчете исходят из наиболее неблагоприятных условий, в которых может находиться судовая холодильная установка.

В таких условиях максимальную тепловую нагрузку принимают за расчетное значение.

Общий поток в охлаждаемое помещение определяется по следующей

формуле: $Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad \text{Вт};$

где Q_1 – теплоприток через ограждения, Вт

Q_2 – теплоприток от термообработки груза, Вт

Q_3 – теплоприток от вентиляции, Вт

Q_4 – теплоприток от освещения и пребывания людей в помещении, Вт

Q_5 – теплоприток от работающих механизмов, Вт

1. Определение теплопритока через ограждения, Q_1

$$Q_1 = \sum K_1 * F_{огр} * (t_{нар} - t_{тр}), \text{ Вт}$$

где K_1 – коэффициент теплопередачи через изоляционное ограждение, $\text{Вт}/\text{м}^2 * \text{К}$;

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 17/46

$F_{огр}$ – поверхность ограждения, $м^2$;

$t_{нар}$ – наружная температура воздуха, $^{\circ}C$;

$t_{тр}$ – температура в трюме, $^{\circ}C$.

Расчет теплопритока производится отдельно по каждому трюму и сводится в таблицу №1.

Примечание:

- При заполнении таблицы следует учитывать температуру охлаждаемых помещений, смежные с рассматриваемыми, и принимать наружную температуру как температуру соседнего помещения.

- Если при расчете получается отрицательный теплоприток, то это говорит о том, что тепло не поступает в трюм, а наоборот направляется из трюма.

В этом случае он учитывается только на компрессор, причем со знаком (-).

На оборудование отрицательный теплоприток не учитывается.

При сложении теплопритоков от отдельных ограждений трюма отрицательный теплоприток из общей суммы отнимается.

Таблица № 1 Определение теплопритока через ограждения

№	Назначение трюма	Обозначение ограждения	$t_{нар}$ °C	$t_{тр}$ °C	Δt °C	$L_{огр}$ м	$B_{огр}$ $H_{огр}$ м ²	$F_{огр}$ м ²	K_1 $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	Q_1	
										КМ	ОБ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Хр. мор. грузов	Главная палуба									
		Двойное дно									
		Нос									
		Корма									
		Левый борт									
		Правый борт									
Σ											

2. Определение теплопритока от термообработки груза, Q_2

$$\Sigma Q_2 = Q_2^{zp} + Q_2^{тары}; Вт$$

где Q_2^{zp} – теплоприток от термообработки груза, Вт

$Q_2^{тары}$ – теплоприток от ограждения тары, Вт

Определение теплопритока Q_2^{zp} ; Вт

$$Q_2^{zp} = \frac{M_{zp} * (i_{нач} - i_{кон}) * 1000 * 1000}{24 * 3600} Вт;$$

где M_{zp} – масса груза, поступающего на термообработку, т/сут;

$i_{нач.}$ – энтальпия продукта в начале термообработки, кДж/кг;

$i_{кон.}$ – энтальпия продукта в конце термообработки, кДж/кг;

Значения энтальпий выбираются по таблице в зависимости от начальной и конечной температур груза и вида термообработки:

– $t_{нач} = t_{w1}$ для замораживания и охлаждения груза;

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

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 19/46

$$t_{\text{кон}} = t_{\text{тр}}$$

$$-t_{\text{нач}} = t_{\text{тр}} + (8 \div 10) [^{\circ}\text{C}] \text{ для домораживания и доохлаждения;}$$

$$t_{\text{кон}} = t_{\text{тр}}$$

Определение теплопритока $Q_2^{\text{тары}}$

$$Q_2^{\text{тары}} = \frac{M_{\text{тары}} * C_{\text{тары}} * (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}) * 1000 * 1000}{24 * 3600} \text{ Вт};$$

где $M_{\text{тары}}$ – масса тары [т];

$C_{\text{тары}}$ – теплоемкость тары [кДж / кг * К];

принимаем: $M_{\text{тары}} = / 0,1 \div 0,3 / * M_{\text{гр}} [т];$

$$C_{\text{тары}} = 1,46 [\text{кДж} / \text{кг} * \text{К}];$$

Определение общего теплопритока от термообработки и распределение его на компрессор и оборудование

$$\Sigma Q_2 = Q_2^{\text{гр}} + Q_2^{\text{тары}} [\text{Вт}];$$

Примечание: Распределение теплопритока от термообработки груза на компрессор и оборудование учитывают так:

$$\left. \begin{array}{l} Q_2^{\text{КМ}} = 100\% \Sigma Q_2 \\ Q_2 = 130\% \Sigma Q_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{если процесс термообработки идет в} \\ \text{охлаждаемых трюмах /доохлаждение и} \\ \text{домораживание/}, \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_2^{\text{КМ}} = 100\% \Sigma Q_2 \\ Q_2^{\text{об}} = 100\% \Sigma Q_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{если процесс термообработки идет в} \\ \text{аппаратах /СМА и охладители СПО/.} \end{array}$$

Расчет теплопритока ведется для каждого трюма отдельно.

3. Определение теплопритока от вентиляции Q_3

$$Q_3 = \frac{V_{\text{ном}} * \rho_{\text{возд}} * a * (i_{\text{нач}} - i_{\text{тр}}) * 1000}{24 * 3600} [\text{Вт}];$$

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 20/46

где $V_{ном}$ - объем вентилируемого помещения; $[м^3]$

$$V_{ном} = L_{тр} * B_{тр} * H_{тр} [м^3];$$

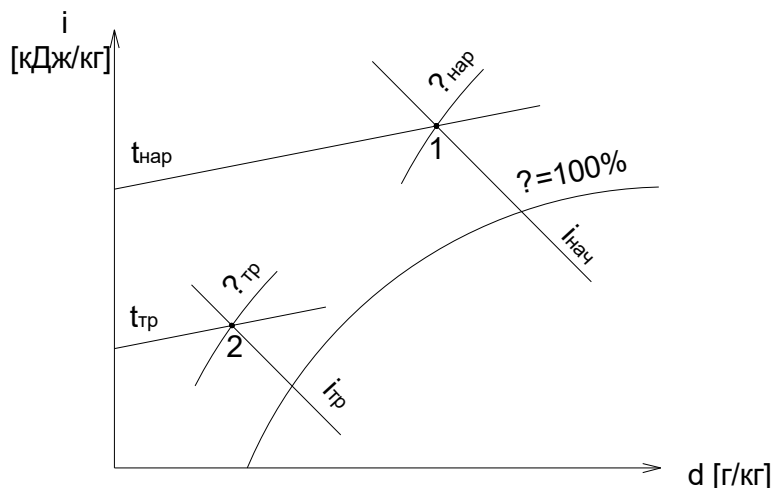
$L_{тр}, B_{тр}, H_{тр}$ - длина, ширина и высота трюма; $[м]$

$\rho_{возд}$ - плотность наружного воздуха $кг/м^3$;

a - число обменов воздуха; $a = (1 \div 2)$ для трюма хранения охлажденных грузов; $a = (3 \div 4)$ для трюма хранения мороженных грузов;

$i_{нач}; i_{тр}$ - энтальпии наружного воздуха и воздуха в трюме $кДж/кг$;

Величины $\rho_{возд}; i_{нач}; i_{тр}$ определяются по диаграмме $i - d$;



Величины: $\rho_{возд}$ — определяются по точке (1)

$i_{нач}$ — определяются по точке (1)

$i_{тр}$ -- определяются по точке (2)

Примечание:

- для построения точки 1 необходимо знать величины $t_{нар}$ и $\phi_{нар}$
/ температуру и влажность наружного воздуха /;

- для построения точки 2 необходимо знать величины $t_{тр}$ и $\phi_{тр}$
/ температуру и влажность воздуха в трюме /;

- расчет теплопритока Q_3 ведется по каждому трюму отдельно;

- распределение теплопритока Q_3 на компрессор и оборудование

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 21/46

принимается:

$$Q_3 = Q_3^{KM} = Q_3^{Ob}$$

4. Определение теплопритока от освещения и людей Q_4

$$Q_4 = 350 * m + \sum N [Bm];$$

где 350- величина теплового потока от одного человека;

m - число работающих людей, $m = (1 \div 2) чел.$

$\sum N$ - суммарный тепловой поток от светильников;

$$\sum N = 1.2 F_{ном} \text{ для трюмов;}$$

$$\sum N = 4.5 F_{ном} \text{ для производственных помещений.}$$

Примечание:

- распределение теплопритока Q_4 на компрессор и оборудование учитывают

так: $Q_4^{KM} = (0,5 \div 0,75) * Q_4$

$$Q_4^{об} = Q_4$$

- расчет теплопритока Q_4 ведется для каждого трюма отдельно.

5. Определение теплопритока от работающих механизмов Q_5

$$Q_5 = \sum N_9 [Bm];$$

где $\sum N_9$ - суммарная мощность электродвигателей, установленных помещениях;

$$\sum N_9 = (3000 \div 8000) [Bm] \text{ - для охлаждаемых трюмов;}$$

$$\sum N_9 = (8000 \div 10000) [Bm] \text{ - для морозильных аппаратов;}$$

Примечание:

- распределение теплопритока Q_5 на компрессор и оборудование учитывают

так: $Q_5 = Q_5^{KM} = Q_5^{об}$

Сводная таблица теплопритоков и определение холодопроизводительности на компрессор.

Для определения общего теплопритока составляют сводную таблицу теплопритоков с учетом распределения по температурам кипения.

Принимаем: t_{01} – температура кипения хладагента, подаваемого в трюма хранения охлажденных грузов.

t_{02} – температура кипения хладагента, подаваемого в трюма хранения мороженных грузов.

Таблица № 2 Сводная таблица теплопритоков

№ трюма	Наименование трюма	t_{mp} [°C]	t_0 [°C]	Q_1		Q_2		Q_3		Q_4		Q_5		Q_6		ΣQ_0	
				К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	КМ	ОБ
1.	Хр. охл. грузов																
2.	Хр. охл. грузов																
															Σ		
3.	Хр. мор. грузов																
															Σ		

Примечание: - определить общий теплоприток по каждому трюму на компрессор ΣQ_0^{KM} и на оборудование $\Sigma Q_0^{об}$;

- определить общий теплоприток на компрессор по каждой температуре кипения ΣQ_{01}^{KM} и ΣQ_{02}^{KM} ;

Тепловые потоки невозможно определить по точному расчету, так как многие из них нельзя учесть полностью /через изоляцию трубопроводов хладагента и рассола; испарителей; через неплотности в люках и т.д./.

Поэтому необходимо увеличить общий тепловой поток на (20 ÷ 30) %.

$$Q_{01}^{KM} = (1,2 \div 1,3) * \Sigma Q_{01}^{KM} [Bm]; \quad Q_{02}^{KM} = (1,2 \div 1,3) * \Sigma Q_{02}^{KM} [Bm];$$

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 23/46

Варианты. Часть данных берется в практической 1.

В	Грузовые помещения
1	1,2
2	3,4
3	6,5
4	1,3

Порядок выполнения:

1. Получить индивидуальное задание.
2. Взять данные температур из практической работы №1.
3. Рассчитать теплоприток.

Содержание отчета:

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

Практическое занятие № 4.

Расчёт и подбор основного и вспомогательного холодильного оборудования.

Цель занятия: научиться производить подбор оборудования.

Использованные источники: [11]

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.2, ПК 3.5

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32

Теоретическая часть.

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

Расчет ПКМ

Порядок выполнения работы:

1. Записать данные холодильной машины.

Дано:

$t_0 =$

$t_{\kappa} =$

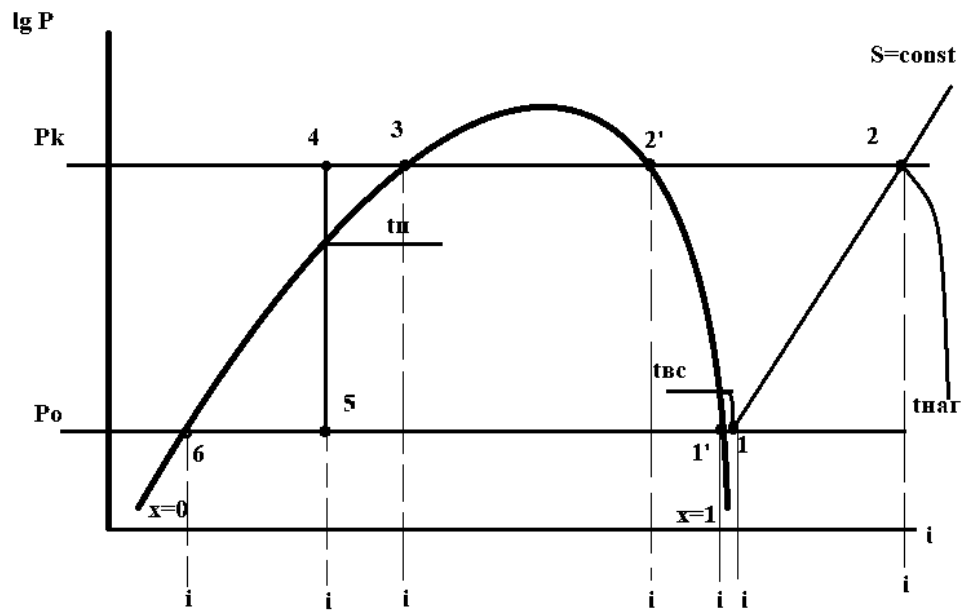
$t_n =$

$t_{ec} =$

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]	$v,$ [м³/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:

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 26/46

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

Определяем теоретическую подачу компрессора:

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

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:

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 27/46

$$V_h = \frac{V_\partial}{\lambda} [м^3 / кВт];$$

Определяем адиабатическую мощность компрессора:

$$N_{a\partial} = G_{x.a} * l_{KM} [кВт];$$

Определяем индикаторный к.п.д. компрессора:

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

$b = 0.001$ для аммиачных компрессоров,

$b = 0.0025$ для хладоновых компрессоров,

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

Определяем индикаторную мощность компрессора:

$$N_i = \frac{N_{a\partial}}{\eta_i} [кВт];$$

Определяем эффективную мощность компрессора:

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

к.п.д.

Определяем мощность двигателя компрессора:

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

Определяем тепловую нагрузку на конденсатор:

$$Q_k = G_{x.a} * q_k [кВт];$$

$$Q_k = Q_0 + N_i [кВт];$$

Из двух величин для расчета конденсаторов выбираем наибольшую.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 29/46

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} :

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

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

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

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

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]	$t,$ [°C]	$i,$ [кДж / кг]	$\nu,$ [м³ / кг]	$S,$ [кДж / кг * K]
1'					
1					
2					
2'					
3					
4					
5					
2 _с					
2 _м					

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 30/46

Таблица параметров точек цикла

4. Произвести расчет цикла.

- удельная массовая холодопроизводительность:

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

- удельная нагрузка на конденсатор:

$$q_k = (i_2 - i_3) \text{ кДж/кг}$$

- 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 и подбор винтового компрессора.

Определяем количество хладагента, циркулирующего по схеме:

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

Определяем теоретическую подачу компрессора:

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

После построения цикла работы холодильной машины с винтовым компрессором определяем величины V_h и $N_{\text{о\text{в}}}$ аналогично расчету поршневого компрессора.

Примечание:

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 31/46

- 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:

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

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

Необходимо определить количество масла, циркулирующего по винтовому агрегату:

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

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

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

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

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

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

Порядок выполнения:

1. Взять нагрузку на холодильную машину и систему охлаждения из предыдущих практических работ.
2. Произвести расчет цикла холодильной машины.
3. Подобрать компрессор и конденсатор.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 32/46

Форма отчета:

4. Выполнение практической работы.
5. Защита практической работы.

Практическое занятие №5 **Выполнение планировки РМО судовой системы холодоснабжения.**

Цель занятия: научиться грамотно расставлять оборудование.

Использованные источники: [8], [10], [11].

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.2, ПК 3.5

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32

Теоретическая часть.

Размещение и взаимная компоновка отдельных элементов холодильных установок должны удовлетворять Правилам Регистра России. При расстановке оборудования обращают внимание на возможность выемки валов и поршней компрессоров, замены и чистки труб в конденсаторах и испарителях и т. д. Свободные проходы между концевыми (выступающими) частями оборудования и судовыми переборками или другими устройствами должны быть не менее 700 мм. Для удобства обслуживания и ремонта механизмов и устройств, расположенных на значительной высоте, оборудуют металлические площадки и трапы шириной не менее 450 мм, снабженные металлическими поручнями высотой не менее 900 мм. Если какие-либо площадки препятствуют циркуляции воздуха в машинном отделении, их заменяют стальными решетками с металлическими поручнями. Для уменьшения влияния качки судна на работу холодильной установки, компрессоры и кожухотрубные аппараты устанавливают вдоль диаметральной плоскости судна. Распределительные и регулирующие устройства и другие органы управления, а также все указатели измерительных приборов, сигнализирующих о тепловом состоянии трюмов, стремятся располагать в помещении холодильных машин. Взаимное расположение компрессоров и аппаратов должно по возможности отвечать последовательности процессов, с тем чтобы соединительные трубопроводы имели небольшую длину, не были разбросаны по помещению, а также включали в себя минимальное количество поворотов и петель. Для большей компактности холодильных установок некоторые их

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 33/46

элементы объединяют в отдельные агрегаты. Конструкция агрегата должна обеспечивать возможность ремонта отдельных его элементов без демонтажа остальных и предусматривать одностороннее обслуживание, то есть арматура, измерительные приборы, смотровые стекла и пр. должны быть расположены с лицевой стороны, при этом они не должны выступать за габариты агрегата, чтобы не мешать его обслуживанию

Порядок выполнения:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Закрепить полученные знания на стенде RCDE22

Форма отчета:

1. Выполненная практическая работа.
2. Защита практической работы.

Практическое занятие № 6.

**Выполнение схем циркуляции рабочих веществ судовой системы
холодоснабжения**

Цель работы: Закрепление полученных теоретических знаний.

Формируемые общие и профессиональные компетенции:

Формируемые личностные результаты:

Использованные источники:

Инструмент: Линейка, карандаши цветные, лист А2.

Теоретическая часть.

Классификация схем:

Электрические-Э

Гидравлические – Г

Пневматические-П

Кинематические – К

Оптические – Л

Комбинированные – С

Вакуумные –В

Газовые – Х

Автоматизации – А

По назначению различаются:

Структурные -1

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

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 34/46

Функциональные – 2
 Принципиальные -3
 Монтажные – 4
 Схемы подключения -5
 Общие -6
 Расположения – 7
 Прочие – 8
 Объединенные-0

Схемы комбинированные принципиальные С3.

Обозначения.

На принципиальной схеме изображают все гидравлические и пневматические элементы, необходимые для работы холодильной машины. Элементы и устройства изображают в виде условных обозначений.

Буквенное обозначение должно представлять собой сокращенное наименование элемента, составленное из его начальных или характерных букв. При отсутствии обозначений в перечне на поле схемы должны быть приведены соответствующие пояснения.

Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единиц, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение. Например, НЗВ1, НЗВ2 и т.д. Позиционное обозначение проставляют на схеме рядом с условным графическим изображением.

Схема может выполняться простым карандашом с цифровым обозначением трубопроводов:

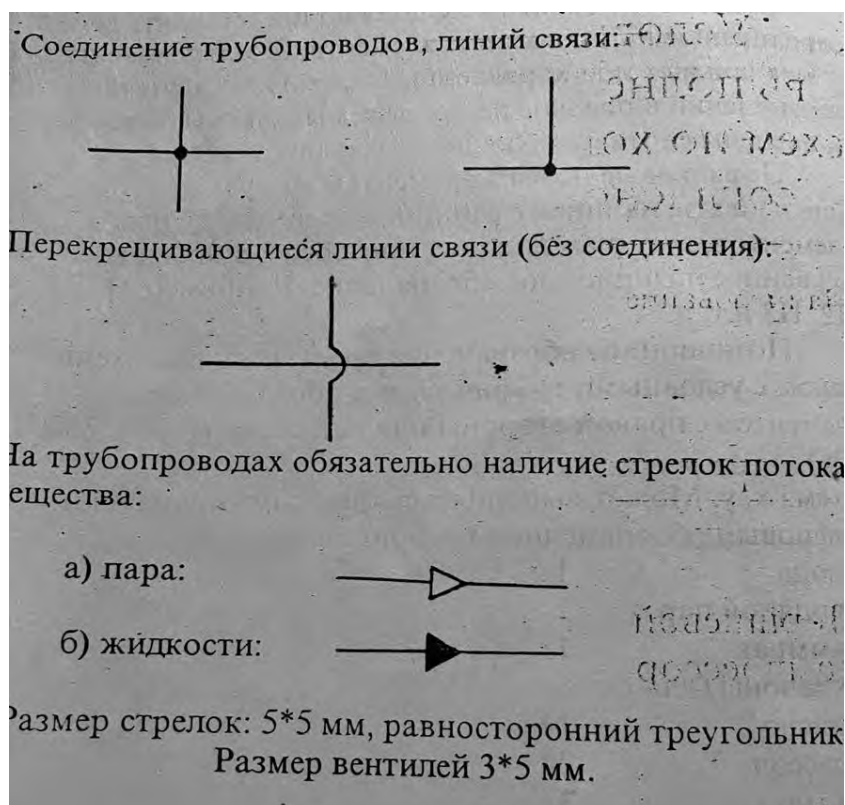
- Вода-1
- Аммиак-11
- Фреоны и их смеси -18
- Масло -14
- Рассол-22

Допускается выполнение схем в цвете:

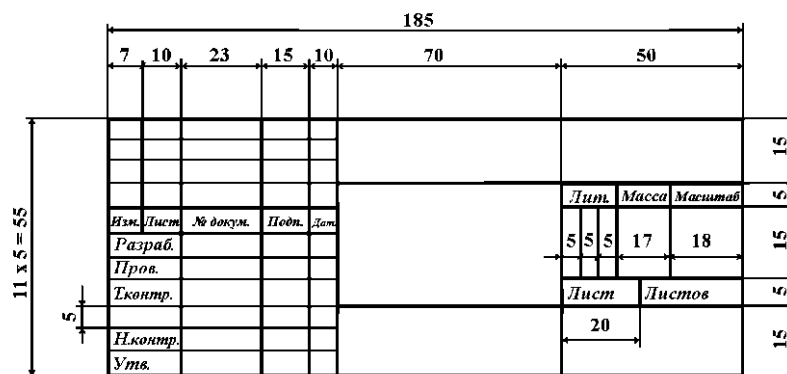
- Холодный пар х.а – синий
- Горячий пар х.а – красный
- Жидкий х.а – желтый
- Масло – коричневый
- Вода – зеленый
- Холодный рассол – темнозеленый
- Отопленный рассол – серый

Соединение трубопроводов

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 35/46



Штамп



Получение вариантов и индивидуальная работа.

Вариант	ПКМ	ВКМ	КД	МО	ЛР	РД	РС	НЗВ	И	РЦ	ВОТд	Б	Х.а
1	1	-	2	1	1	1	1	3	1	-	1	4	717
2	1	-	3	1	1	1	1	4	-	-	1	10	22
3	-	1	2	-	2	1	1	3	-	1	1	5	717
4	2	-	2	1	1	-	1	3	-	-	1	4	22
5	-	1	2	-	1	-	1	2	-	1	-	5	717

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»											
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ											С. 36/46

6	1	-	2	1	1	1	1	3	1	-	1	4	22
7	-	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	3	717
8	1	-	2	1	1	1	1	3	1	-	1	8	22
9	2	-	3	1	1	-	1	4	-	1	-	4	22
10	1	-	2	1	1	-	1	3	1	-	1	3	717
11	2	-	3	1	1	-	1	2	-	-	-	8	22
12	1	-	2	1	1	-	-	2	1	-	1	6	717
13	1	-	2	1	1	1	1	2	-	--	1	5	717
14	2	-	2	2	1	-	1	2	1	-	-	6	22
15	1	-	1	1	1	1	1	2	1	-	1	4	717
16	-	1	2	-	2	-	1	3	1	-	-	7	22
17	2	-	2	2	1	1	1	2	-	-	1	4	22
18	1	-	3	1	1	1	1	3	-	-	1	5	22
19	1	-	3	1	2	-	-	4	-	-	1	6	717
20	1	-	2	1	1	1	1	2	-	-	1	3	22
21	-	1	1	-	2	-	1	3	-	1	1	5	717
22	2	-	1	1	1	1	-	2	-	-	1	4	22
23	1	-	2	1	1	1	1	3	-	-	1	4	717
24	1	-	2	1	1	1	1	4	-	-	1	3	22

Во всех схемах присутствует маслосборник. В схемах 22 обязательно РТО, в схемах 717 обязательно ПО.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Выбрать вариант по номеру из списка в группе.
3. Выполнить схему простым карандашом.
4. Выполнить схему в цвете.
5. Описать работу схемы.

Форма отчетности:

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

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 37/46

1. Схема принципиальная.

Практическое занятие № 7.

Подготовка рабочей документации на основании проведенных проектных работ

Цель работы: Закрепление полученных теоретических знаний.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.1, ПК 3.5.

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32.

Использованные источники: [1], [2]

Теоретическая часть.

Сводная таблица холодильного оборудования.

После расчета и подбора всех элементов судовой холодильной установки составляем сводную таблицу холодильного оборудования, где указываем основные параметры стандартного холодильного оборудования.

На основании сводной таблицы холодильного оборудования составляем схему судовой холодильной установки в соответствии с заданием на курсовое проектирование и с учетом требований, предъявляемых к оформлению графической части курсового проекта.

Стандартное холодильное оборудование заносим в таблицу № 6.

Таблица № 6 Сводная таблица холодильного оборудования

п/п	Наименование холодильного оборудования	Марка стандартн ого оборудова ния	Техническая характеристик а оборудования	Кол- во	Приме чание
1.	Одноступе нчатый поршневой компрессор	П-110	$V_h = 300,6 [м^3 / час]$ $Q_0 = 127,5 [кВт]$ $N_{дв} 37 [кВт]$	1	

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 38/46

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть
2. Внести свое оборудование из практической работы 4 в сводную таблицу.

Форма отчета:

1. Тетрадь с практической работой.
2. Защита практической работы.

Практическое занятие № 8.

Измерение параметров работы холодильной установки

Цель работы: научиться выбирать правильные места для замера параметров.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.3, ПК 3.4.

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32

Использованные источники: [9]

Теоретическая часть.

FFDE-19

Для замеров параметров необходимо применять термопару. На стедне FFDE-19 можно замерить перегрев паров перед компрессором с помощью встроенного термометра. Перегрев паров – это разница между температурой кипения хладагента и температурой паров на входе в компрессор. Температуру кипения можно узнать по манометру, на котором имеется шкала температуры.

Переохлаждение – это разница температур между температурой конденсации хладагента и температурой жидкого хладагента на выходе из конденсатора. Замеряется аналогично, как и перегрев, но уже с применением термопары.

RCDE-22

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 39/46

Данная холодильная машина не имеет манометров, следовательно, нужно подключить к вентилям сервисный коллектор с манометрами. Для замера давления и температуры кипения рейку необходимо подключить к вентилю всасывания компрессора. Для замера температуры конденсации и давления конденсации рейки можно подключить к вентилю линейного ресивера. В теорию можно и подключить к вентилю нагнетания, но так как горячий пар не прошел маслоотделитель, то в шланге останется масло компрессора после его отсоединения. Такой метод не подходит.

Варианты работы:

1. RCDE-22
2. FFDE-19

Порядок выполнения работы:

1. Замерить необходимые параметры для построения цикла в диаграмме.
2. Построить и рассчитать цикл.
3. Замерить все перегревы и переохлаждение.

Форма отчета:

1. Наименование практической работы;
2. Цель работы;
3. Построенный цикл;

Практическое занятие № 9.

Обработка результатов измерений

Цель работы: научиться обрабатывать результаты, полученные исследовательским путем.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.3, ПК 3.4

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32

Использованные источники: [11]

Теоретическая часть.

Используя данные из практической работы 8 можно увидеть отклонения холодильной машины от правильного режима работы. Нужно помнить, что у холодильной машины RCDE-22 имеется регенеративный теплообменник, который также задействован в перегреве паров перед компрессором.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 40/46

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Изучить данные из практической работы 8.
3. Выявить неисправность.

Практическое занятие № 10.

Планирование эксперимента и испытания холодильного оборудования

Цель работы: испытать холодильное оборудование.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 3.6.

Использованные источники: [3], [4], [5], [6].

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32

Теоретическая часть.

Испытание на прочность и плотность системы хладагента.

По окончании монтажа или ремонта, при котором из системы был полностью удален хладагент, должны быть проведены пневматические испытания всех трубопроводов хладагента вместе с арматурой, аппаратами и сосудами под давлением, соответствующим Правилам Регистра. В случае ремонта отдельных элементов системы хладагента пневматическим испытаниям (азотом, углекислотой или осушенным воздухом) подвергаются, как правило, только эти элементы.

Азот или углекислота подается в систему из баллона через редуктор (рис. 10), а воздух – от заводской системы сжатого воздуха или судового воздушного компрессора с применением водомаслоотделителей и осушительных патронов достаточных размеров. Применение компрессоров, входящих в состав холодильной установки, для проведения пневматических испытаний запрещается. Пневматические; испытания проводятся при наличии документов, подтверждающих проведение испытаний трубопроводов, аппаратов и сосудов на прочность. При этом принимаются меры предосторожности, обеспечивающие безопасность испытаний.

Повышение давления в системе выполняется поэтапно. Для холодильных установок, не имеющих деления на стороны низкого и высокого давления, этапы установленных пробных давлений соответствуют 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 и полному пробному давлению (P_{max}). При этом после каждого этапа повышения давления осматривают элементы системы, проверяется герметичность сварных швов, соединений, труб и сальников. После достижения давления P_{max} система выдерживается под давлением в течение 18 ч, а изменение давления фиксируется по образцовому манометру через каждые 2 ч. Падение давления во время испытаний не должно превышать 2% от первоначальной величины при условии постоянства температуры окружающего воздуха.

При изменении температуры воздуха в помещении необходимо произвести пересчет давления по формуле (давления абсолютные)

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 41/46

$$P_{кон} = P_{нач} \cdot \frac{273 + t_{кон}}{273 + t_{нач}}$$

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Выполнить испытание низким давлением
3. Выполнить испытание высоким давлением

Практическое занятие № 11.

Обследование и испытание теплоизоляционных конструкций

Цель работы: провести осмотр изоляционных конструкций

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 3.6

Использованные источники: [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32

Теоретическая часть.

Изоляция охлаждаемых помещений необходима для уменьшения потоков тепла и влаги, проникающих в них под действием разностей температур воздуха и парциальных давлений водяных паров. В условиях холодильной установки изолируют охлаждаемые трюмы и ограждения технологических устройств, использующих холод (морозильные аппараты, устройства для предварительного охлаждения и т. п.), и, кроме того, отдельные аппараты холодильной машины (испарители, промежуточные сосуды), а также трубопроводы, в которых протекает хладагент или хладоноситель при низкой температуре. Толщина судовой изоляции определяет тепловую нагрузку на холодильную машину, грузовместимость судна и стоимость изоляционных конструкций. Стоимость теплоизоляции и ее монтажа составляет значительную часть капиталовложений, достигая 5-15 % от общей стоимости холодильной установки рефрижераторного судна и 25-40 % стоимости наземного холодильного предприятия.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 42/46

2. Выполнить испытание низким давлением
3. Выполнить испытание высоким давлением

Практическое занятие № 12.

Измерение производительности холодильного компрессора. Оценка эффективности работы

Цель работы: провести оценку эффективности работы на стендах.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 3.3, ПК 3.4,
ПК 3.6

Формируемые личностные результаты: ЛР 23-24, ЛР 26-30, ЛР 32

Использованные источники: [9].

Теоретическая часть.

Теоретический КМ - это компрессор у которого отсутствуют клапана, неплотности, теплообмен, а также мертвое пространство.

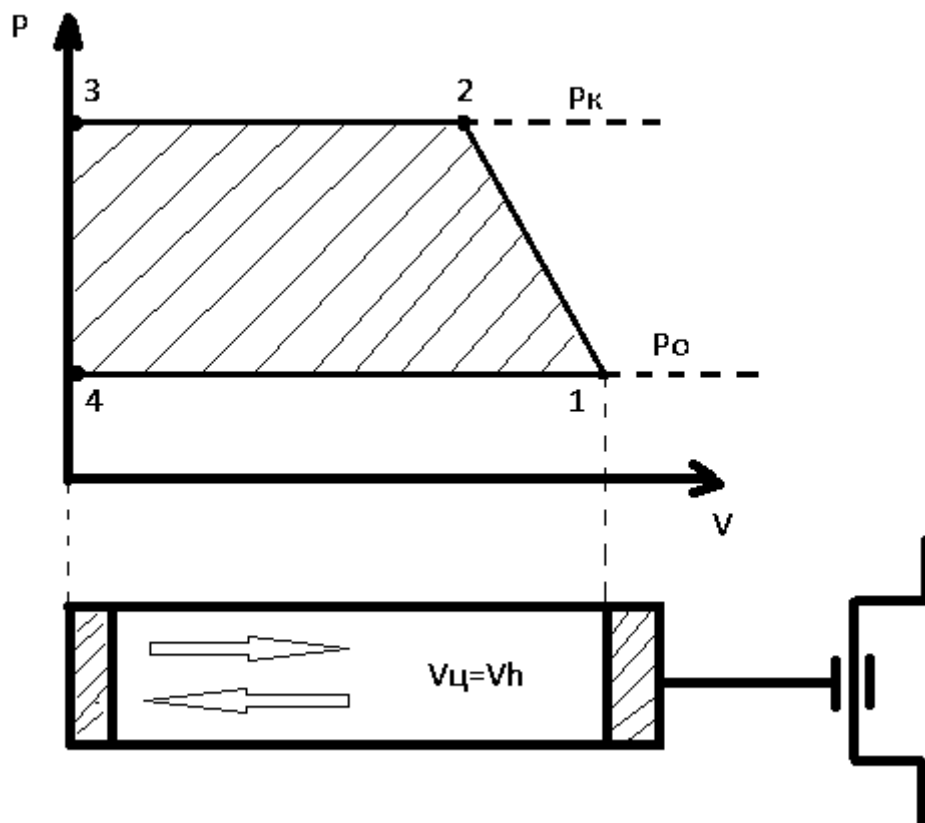
V_c – объем цилиндра компрессора. V_h - рабочий объем цилиндра.

Точки: 1- НМТ (нижняя мертвая точка). 2- нагнетательный клапан выведен из состояния покоя. 3- ВМТ (верхняя мертвая точка). 4- открытие всасывающего клапана.

Процессы цикла:

1-2 Сжатие, 2-3 Нагнетание, 3-4 Мгновенное падение давления, 4-1 Всасывание.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 43/46

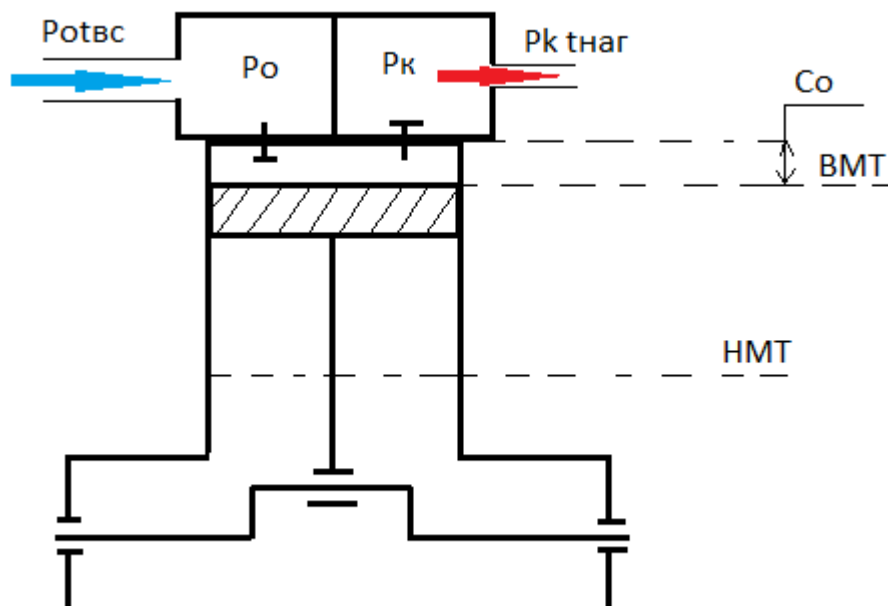


Действительный поршневой компрессор.

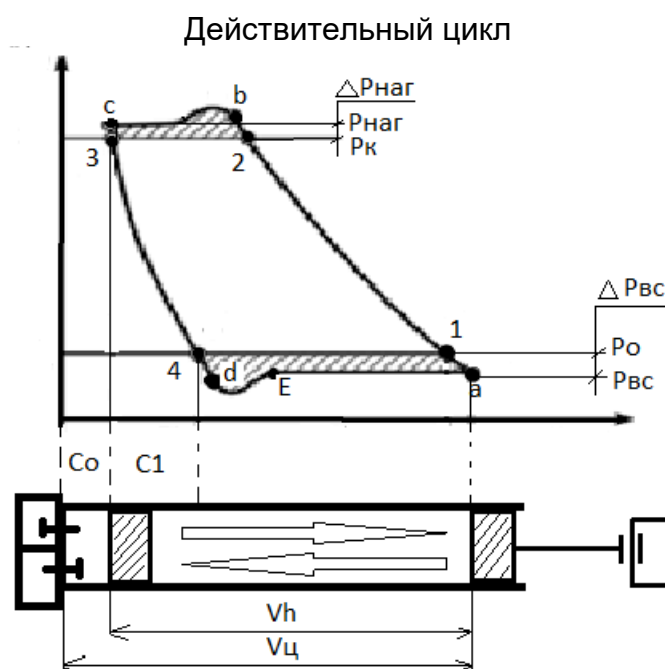
Действительный поршневой компрессор - это компрессор, у которого присутствуют потери производительности: теплообмен, депрессия клапанов, мертвое пространство.

Со- линейное мертвое пространство. Занимает примерно 2-6% цилиндра, сильно снижает производительность любого компрессора. Необходимо для компенсации расширения металла при нагреве. Условие безаварийной работы.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 44/46



Для точного измерения линейного пространства необходимо разобрать клапанную группу компрессора, положить несколько свинцовых пластин, затем собрать. Руками провернуть вал компрессора несколько оборотов. Разобрать компрессор и измерить толщину пластин. Менее точный способ с помощью штангенциркуля. Опустить поршень в НМТ, на штангенциркуле вытащить планку для измерения глубины, проворачивать вал до момента когда поршень достигнет ВМТ и пойдет обратно. Считается менее точным, т.к. под клапанной доской находится прокладка, а сама доска может отличаться горизонтальностью.



Точки: а- закрытие всасывающего клапана; b- открытие нагнетательного клапана; с- закрытие нагнетательного клапана. d- открытие всасывающего клапана.

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 45/46

Лини 1-2-3-4, работа компрессора с учетом вредного пространства, но без учета клапанов.

Процессы диграммы: с-4 расширение паров, оставшихся в Со; 4- Е-а всасывание паров из испарителя; 4-Е сопротивление всасывающего клапана; а-1 восстановление давления до P_0 ; 1-2 рабочее сжатие; 2-с нагнетание; 2-b сопротивление нагнетательного клапана.

С1- количество оставшихся паров в линейном пространстве. Сильно влияет на потерю производительности. т.к сначала расширяется оставшийся пар, а потом происходит всасывание.

$\Delta P_{вс}$ – депрессия всасывающего клапана

$\Delta P_{наг}$ – депрессия нагнетательного клапана.

Также в компрессоре присутствуют невидимые потери производительность:

Теплообмен или вредный теплообмен- холодный пар, попадая в цилиндр, касается стенок цилиндра и начинает расширяться, занимая полезный объем.

Неплотность клапанов- при постоянной работе клапана изнашиваются и могут быть более негерметичными, чем новые.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Выполнить испытание низким давлением
3. Выполнить испытание высоким давлением

МО-15 02 06-ПМ.03.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	С. 46/46

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. 4. Правила эксплуатации систем и устройств автоматизации на судах ФРП России. -СПб.: ГИПРОРЫБФЛОТ, 2000.
Дополнительные, в т.ч. курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения практических занятий и самостоятельных работ	5. Сластухин Ю.Н., Ейдеюс А.И., Елисеев Э.Е. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок. – М.: Моркнига, 2014. 6. Прохоренков, А. М. Автоматизация судовых холодильных установок [Текст]: учебное пособие для вузов / А. М. Прохоренков. - М.: Моркнига, 2012 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