



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

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

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

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

МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 2/65

Содержание

Введение	3
Перечень практических занятий	8
Практическое занятие №2. Расчёт теплопритоков в охлаждаемое грузовое помещение и морозильный комплекс.....	20
Практическое занятие №3. Выбор системы охлаждения и его обоснование.....	30
Практическое занятие №4. Составление и изготовление схем узлов судовой холодильной установки.	39
Практическое занятие №5. Составление и изготовление схемы судовой холодильной установки.	44
Практическое занятие № 6. Выполнение размещения холодильного оборудования на судне.	45
Практическое занятие №7. Выполнение работ по подготовке элементов систем судовой холодильной установки к монтажу.	48
Практическое занятие №8. Монтаж холодильных компрессоров.	51
Практическое занятие № 9. Монтаж теплообменных аппаратов.	57
Практическое занятие №11. Монтаж насосов и вентиляторов.....	63
Используемые источники литературы:.....	65

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 3/65

Введение

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

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

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

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

Рабочей программой профессионального модуля по МДК.02.01 предусмотрено проведение практических занятий.

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

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

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

навыками:

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 4/65

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

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

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

умениями:

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

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

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

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

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

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

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

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;

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 5/65

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

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

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

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

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

знаниями:

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

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

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

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

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;

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 6/65

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

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

3 2.5.01 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 2.5	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

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 7/65

	России, готовый работать на их достижение.
<i>ЛР 21</i>	Самостоятельный и ответственный в принятии решений во всех сферах своей деятельности, готовый к исполнению разнообразных социальных ролей, востребованных бизнесом, обществом и государством
<i>ЛР 26</i>	Эффективно взаимодействующий с коллегами, руководством, клиентами, реализующий тактику сотрудничества в команде
<i>ЛР 28</i>	Добросовестный, соответствующий высоким стандартам бизнес-этики и способствующий разрешению явных и скрытых конфликтов интересов, возникающих в результате взаимного влияния личной и профессиональной деятельности. Осознающий ответственность за поддержание морально-психологического климата в коллективе
<i>ЛР 29</i>	Вовлеченный, способствующий продвижению положительной репутации организации
<i>ЛР 30</i>	Способный преобразовывать и оценивать информацию в соответствии с профессиональными нормами и ценностями
<i>ЛР 31</i>	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

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

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

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 8/65

Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1	Расчёт теплоизоляционной конструкции охлаждаемого грузового помещения.	2
2	Расчёт теплопритоков в охлаждаемое грузовое помещение и морозильный комплекс.	4
3	Выбор системы охлаждения и его обоснование.	4
4	Составление и изготовление схем узлов судовой холодильной установки.	4
5	Составление и изготовление схемы судовой холодильной установки.	6
6	Выполнение размещения холодильного оборудования на судне.	4
7	Выполнение работ по подготовке элементов систем судовой холодильной установки к монтажу.	4
8	Монтаж холодильных компрессоров.	10
9	Монтаж теплообменных аппаратов.	10
10	Монтаж холодильных трубопроводов и арматуры систем судовой холодильной установки.	6
11	Монтаж насосов и вентиляторов.	4
Итого		58

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 9/65

Практическое занятие №1 Расчёт теплоизоляционной конструкции охлаждаемого грузового помещения.

Цель занятия:

- изучить теоретическую часть;
- научиться рассчитывать теплоизоляционной конструкции для грузовых помещений;

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

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

Теоретическая часть

Теплоизоляционные материалы имеют низкий коэффициент теплопроводности и предназначены для изоляции ограждений охлаждаемых или нагреваемых объектов.

Гидроизоляционные материалы предназначены для защиты теплоизоляции от ее увлажнения.

В охлаждаемом помещении поддерживается температура ниже температуры окружающей среды, вследствие чего между температурами охлаждаемого помещения и окружающей среды создается разность температур Δt . При наличии Δt возникает тепловой поток, который направлен внутрь охлаждаемого помещения.

Воздух окружающей среды, имея более высокую температуру, имеет также большее, чем внутри охлаждаемого помещения, парциальное давление водяных паров. Разность парциальных давлений Δp водяных паров способствует проникновению внутрь охлаждаемого помещения влаги. Водяной пар, проходя через изоляцию, может конденсироваться внутри изоляционного материала.

Теплоизоляционные материалы должны иметь низкий коэффициент теплопроводности и малую плотность; низкую гигроскопичность, водопоглощаемость и паропроницаемость; быть прочными, морозостойкими и эластичными, чтобы выдерживать вибрацию и деформацию корпуса судна; быть огнестойкими или трудногорючими; обладать однородной мелкопористой структурой; не иметь запаха и быть невосприимчивыми к нему; иметь длительный срок службы: не вызывать коррозии металла изолируемой поверхности; быть биостойкими и стойкими к грызунам; безвредными для здоровья людей; дешевыми, удобными для транспортировки, монтажа и ремонта.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 10/65

Слоистые материалы (винидур, альфоль) представляют собой изоляцию, набранную из нескольких листов с точечными контактами между ними. Большое количество воздушных полостей между слоями и способность поверхностей слоев изоляции отражать тепловые лучи обеспечивают хорошие теплоизолирующие свойства материала. В изоляционных конструкциях промысловых судов этот вид изоляции не нашел широкого применения из-за горючести (винидур) и малой прочности (альфоль).

Волокнистые материалы (минеральный войлок, стекловолокно и др.) изготавливают в виде плит, упакованных в герметичные пакеты. Пакеты заполнены беспорядочно переплетенными тонкими волокнами, создающими большое количество воздушных полостей. Малая теплопроводность материала обеспечивается отсутствием хорошего контакта между волокнами и наличием большого количества воздушных полостей.

Ячеистые материалы (пробка, пенопласты и др.) представляют собой пористую структуру, которая образована твердым веществом и замкнутыми ячейками, заполненными газом (чаще всего воздухом). Чем больше воздушных ячеек содержится в материале, тем он легче и его теплопроводность меньше.

Пробковые плиты получают из смеси измельченной коры пробкового дерева и пробковой композиции, которую спрессовывают и подвергают термической обработке. В качестве связки применяют органические клеящие вещества.

Кора пробкового дерева представляет собой клетки одревесневшей целлюлозы, поры которых заполнены воздухом.

Экспанзит - спрессованная в металлической форме измельченная и термообработанная кора пробкового дуба или амурского бархатного дерева. Содержащиеся в крошках пробки смолистые вещества при температуре 300 °С склеивают их между собой.

Минераловатные плиты - спрессованная в виде плит минеральная вата из синтетического связующего. Они предназначены для тепловой изоляции бортов, переборок, подволоков, палуб и риббандов, используются также как звукопоглотитель в звукоизолирующих конструкциях.

Штапельное стекловолокно применяют для изготовления плит, которые получают путем связки стекловолокон синтетическим клеящим веществом.

Пеностекло получают из порошкообразного стекла при спекании его газообразователями (уголь) в печах. Материал обладает высокой прочностью.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 11/65

Применяют для настилов второго дна и палуб рефрижераторных трюмов и твиндеков.

Пенополистирол изготавливают из суспензионного вспенивающегося полистирола в виде плит. Для тепловой изоляции бортов, переборок и палуб, риббандов, а также холодных трубопроводов, арматуры применяют плиты марки ПСБ-С (пенополистирол самозатухающий).

Пенопласт формальдегидный представляет собой жесткий газонаполненный пластик на основе фенолформальдегидной смолы. Плиты применяют для изоляции бортов, переборок, подволоков, палуб и их риббандов, имеющих температуру не выше 40 °С.

Судовые изоляционные конструкции

Изоляционные конструкции охлаждаемых помещений рефрижераторных судов делят на три класса: не прорезаемые стальным набором корпуса, перекрывающие набор (нормальные), обходящие набор.

Изоляционные конструкции первого класса применяют, как правило, для изолирования гладких металлических поверхностей. В охлаждаемых помещениях такая конструкция служит для изолирования второго дна.

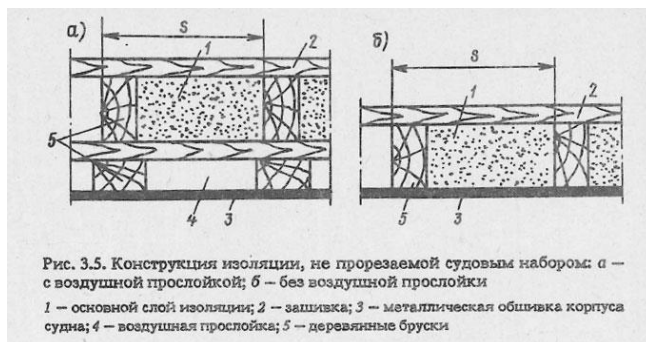


Рисунок 1. Не прорезаемый судовым набором.

Конструкции второго класса, или нормальные, прорезаются стальным набором. Особенность такой конструкции состоит в том, что поверхность изоляционного слоя не имеет выступов. Нормальную изоляционную конструкцию применяют для изоляции рефрижераторных помещений.

Конструкции третьего класса, обходящие набор, используют в охлаждаемых помещениях для изолирования высокого рамного набора.

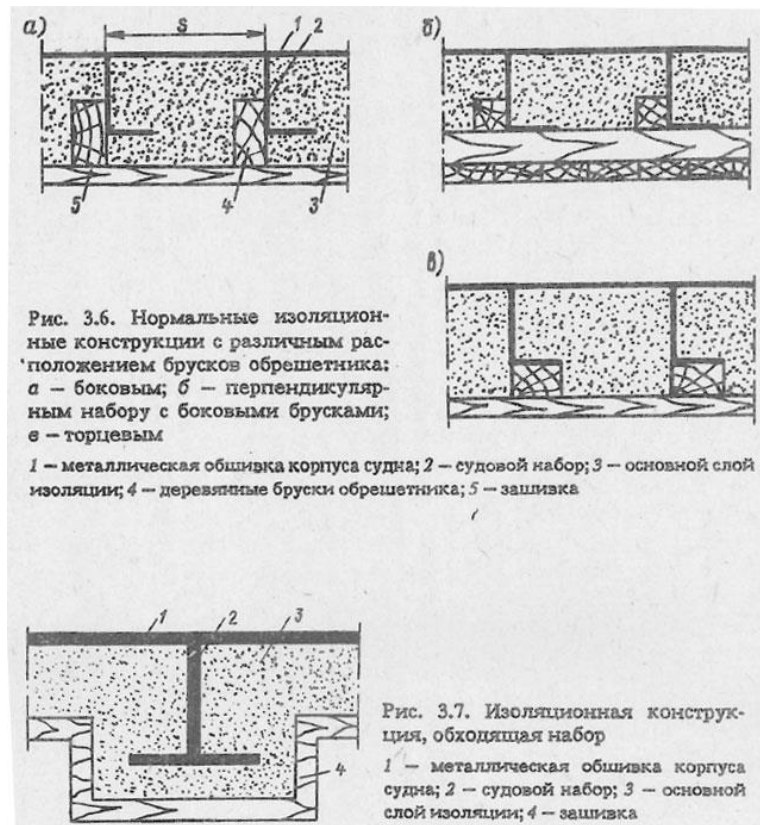


Рисунок 2. Конструкции второго и третьего класса.

Как правило, все изоляционные конструкции имеют зашивку, которая предохраняет изоляционный материал от механических повреждений. Деревянный брус обрешетки служит для крепления зашивки, которую со стороны трюма обшивают листами из легких антикоррозионных алюминиево-магниевых сплавов АМг.

Незначительные трещины в гидроизоляционном слое снижают его эффективность в несколько раз. Проникая в изоляционную конструкцию, водяные пары конденсируются и увлажняют теплоизоляционные материалы, в результате этого коэффициент теплопроводности изоляции, а следовательно, и коэффициент теплопередачи конструкции увеличиваются, что приводит к необходимости повышения холодильной мощности установки. Влага в изоляции вызывает гниение деревянных частей конструкции, а при замерзании – разрушение изоляционного материала и ограждения.

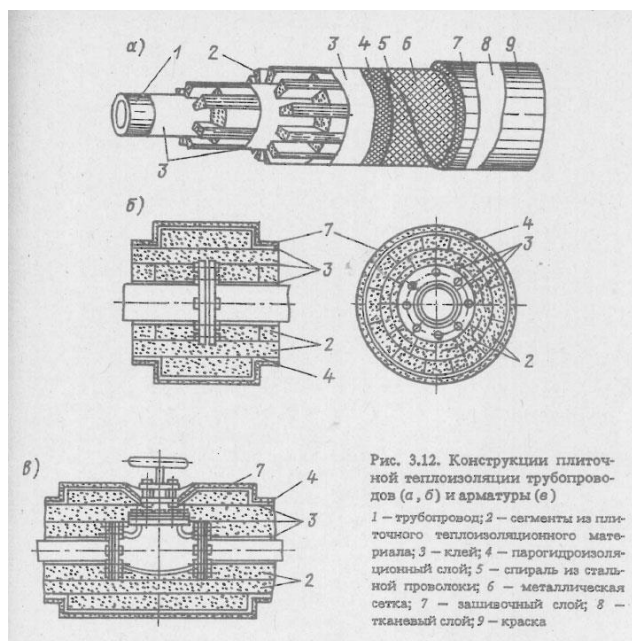


Рисунок 3. Конструкции изоляции трубопроводов.

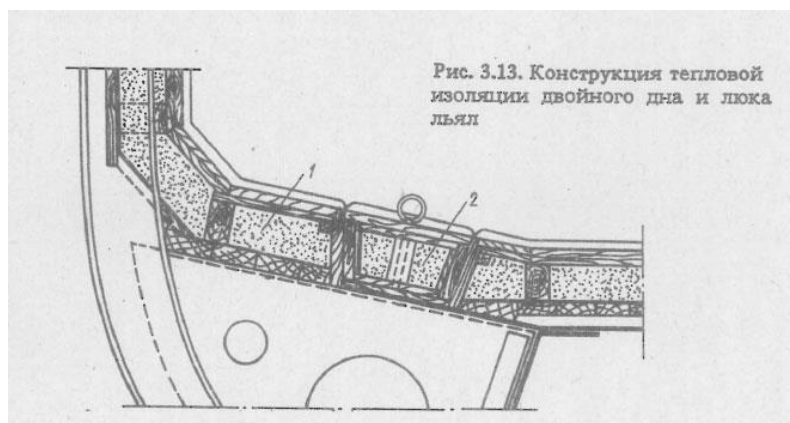


Рисунок 4. Конструкции изоляции двойного дна.

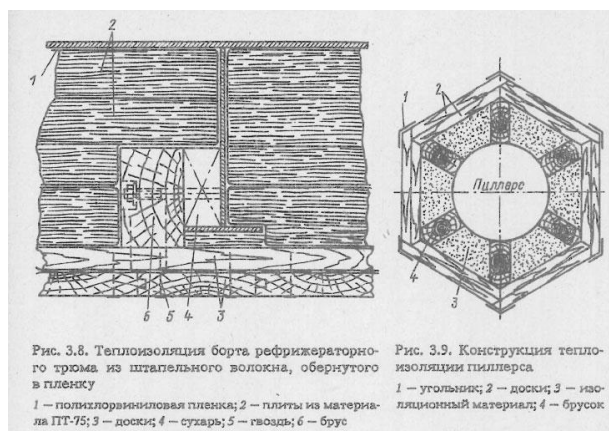


Рисунок 5. Конструкция изоляции пиллерса.

Расчет изоляции.

Выбор материала изоляции производится согласно регистру РФ. При выборе необходимо учитывать следующие показатели материала:

1. Малообъемная масса
2. Низкий коэффициент теплопроводности. $\lambda_{из} \left[\frac{Вт}{М*К} \right]$
3. Стоимость
4. Долговечность, прочность, негорючесть и гигроскопичность.

Изоляционные конструкции охлаждаемых помещений рефрижераторных судов делят на три класса: не прорезаемые стальным набором корпуса, перекрывающие набор (нормальные), обходящие набор.

Обходящая набор

Таблица 1. Пояснение к рисунку 6.

Обозначение на рисунке	Определение
1	Металлическая обшивка
2	Деревянная заливка изоляции
3	Бетонная заливка
4	Основной слой теплоизоляции
5	Набор судна
$m'; n'; l'$	Абсолютные размеры толщин
f	Толщина стенки профиля
b	Ширина полки профиля
S	Размер шпации
h	Высота набора

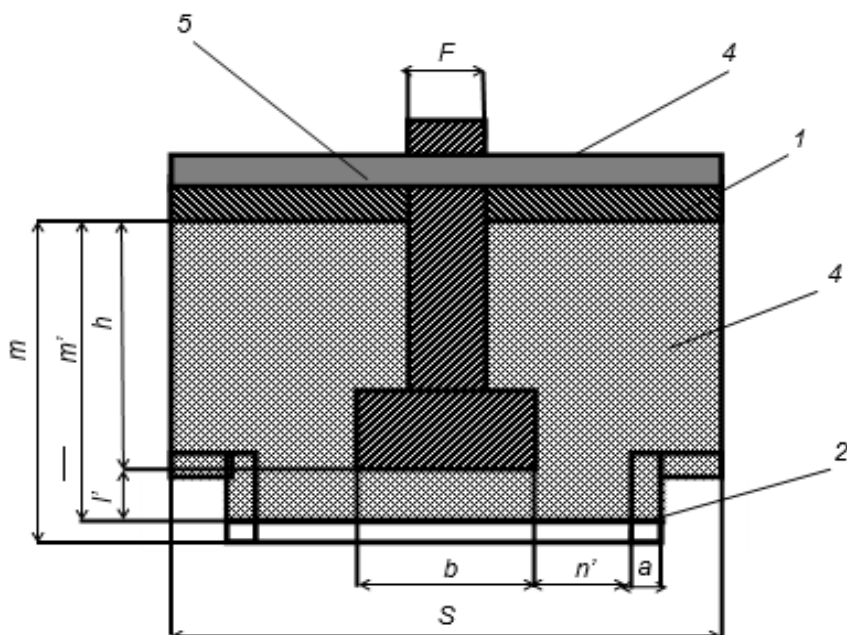


Рисунок 6. Обходящая набор изоляция. Перекрывающий набор судна.

Таблица 2. Пояснение к рисунку 7.

Обозначение на рисунке	Определение
1	Металлическая обшивка
2	Набор судна
3	Изоляционный слой
4	Деревянные бруски
5	Зашивка изоляции листами АМг.
m' ; l'	Абсолютные размеры толщин
f	Толщина стенки профиля
b	Ширина полки профиля
S	Размер шпации
h	Высота набора

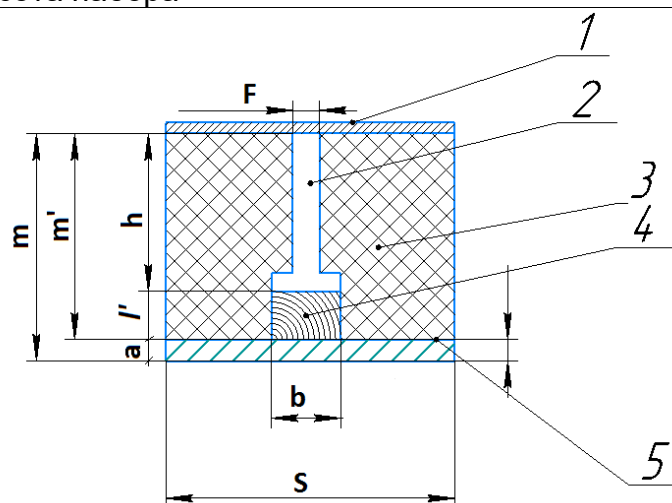


Рисунок 7. Перекрывающая набор изоляция.

Практическая работа является учебной и ознакомительной в конструкторских действиях инженеров. В практическом занятии не привязываются к размерам изоляции. Для расчета можно принять по средним статическим данным, которые прилагаются ниже.

$h = 100-250\text{mm/}$

$f = 4-8 \text{ mm /}$

$S = 400-1500\text{mm/}$

$b = 60-100 \text{ mm/}$

$a = 30-40 \text{ mm/}$

$l' = 40-100\text{mm/}$

$n' = 30-60\text{mm/}$

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 16/65

$m' = h + l'$ mm (перекрывающий набор)

$m' = h - (l' + a)$ mm (обходящий набор).

Расчет коэффициента теплоизоляции $K_{из}$.

По заданному или выбранному теплоизоляционному материалу принимаем значение коэффициента теплопроводности изоляции по таблице

$$\lambda_{из} [Вт / м * К]$$

Определяем толщину теплоизоляционного слоя, эквивалентную деревянной зашивке

$$\delta_{э.д.} = \frac{\lambda_{из} * a}{\lambda_{д.}} [м];$$

где $\lambda_{д.} = 0,15 \text{ Вт / м * К}$ – коэффициент теплопроводности дерева;

Определяем абсолютные размеры изоляционной конструкции

$$l = l' + \delta_{э.д.} [м];$$

$$m = h + l [м];$$

$$n = n' + \delta_{э.д.} [м];$$

Определяем относительные размеры изоляционной конструкции, исходя из абсолютных размеров

$$S' = \frac{s}{h}; M = \frac{m}{h}; B = \frac{b}{h}; L = \frac{l}{h}; N = \frac{n}{h};$$

Согласно полученным данным по графику определяем величины и рассчитываем формфактор / фактор формы / для судовой изоляции:

$$\Phi = \Phi_{S'M} * \varphi_B - \text{для изоляции перекрывающей набор,}$$

$$\Phi = \Phi_{S'M} * \varphi_B * \varphi_{L_N} * \varphi_N - \text{для изоляции обходящий набор.}$$

Все коэффициенты для расчета формфактора определяем графическим путем /смотри раздаточный материал /.

Определяем коэффициент теплопередачи

$$K_{из} = \frac{\lambda_{из} * \Phi}{S} [Вт / м^2 * К]$$

Уточняем коэффициент теплопередачи с учетом бруска обрешетника

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 17/65

$$K_1 = K_{из} * \beta [Bm / m^2 * K]$$

где β - коэффициент, учитывающий влияние брусков обрешетки,

$\beta = / 1,1 + 1,3 /$ - для конструкции изоляции, перекрывающей набор,

$\beta = / 1,05 + 1,15 /$ - для конструкции изоляции обходящей набор.

Сравниваем расчетное значение коэффициента теплопередачи судовых изоляционных конструкций с оптимальными значениями;

$$K_1^{opt} = / 0,35 + 0,7 / [Bm / m^2 * K]$$

Расчетный коэффициент теплопередачи должен быть в пределах оптимальных величин.

Вывод: Если значение K_1 получится больше или меньше, то нужно выбрать другую толщину теплоизоляционного слоя и повторить расчет.

Таблица 3. Варианты практической работы 1.

Вариант	Конструкция	Тип материала
1	Перекрывающий набор	ППС
2	Перекрывающий набор	ПСБ-С
3	Перекрывающий набор	ФФ
4	Перекрывающий набор	ФС-7
5	Перекрывающий набор	ПХВ
6	Обход набора	Пенополистирол Э
7	Обход набора	Пенополистирол Э
8	Перекрывающий набор	ППС
9	Перекрывающий набор	ПСБ-С
10	Перекрывающий набор	ФФ
11	Перекрывающий набор	ФС-7
12	Перекрывающий набор	ПХВ
13	Обход набора	Пенополистирол Э
14	Обход набора	Пенополистирол Э
15	Перекрывающий набор	Пенополистирол Э
16	Перекрывающий набор	ПХВ
17	Перекрывающий набор	ФС-7
18	Обход набора	ФФ
19	Обход набора	ПСБ-С
20	Обход набора	ППС
21	Перекрывающий набор	ППС
22	Перекрывающий набор	ПСБ-С
23	Перекрывающий набор	ФФ
24	Обход набора	ФС-7
25	Обход набора	ПХВ
26	Перекрывающий набор	Пенополистирол Э
27	Обход набора	Пенополистирол Э

28	Перекрывающий набор	ПХВ
----	---------------------	-----

Краткая характеристика основных теплоизоляционных и конструкционных материалов судовой изоляции

Наименование материала	Коэффициент теплопроводности, Вт/мК	Плотность кг/м ³
Альфонь	0,05-0,06	6-9
Пенопласт полистирольный ПСБ-С	0,04-0,06	20-40
Пенопласт полихлорвиниловый ПХВ	0,058	115
Пенопласт марки ФС-7	0,058	100
Пенопласт марки ФФ	0,064	170
Пенополистирол эластичный	0,041	50
Пенополиуретан напыляемый	0,035-0,05	30-80
Пенополиуретан жесткий	0,035-0,041	50-60
Пенополиуретан эластичный	0,035	30-60
Пробковые плиты	0,058	240
РИПОР	0,025-0,03	40
Экспанзент	0,047	100
Сосна и ель вдоль волокон	0,35-0,41	600
Сосна и ель поперек волокон	0,14-0,16	600
Бетонная стяжка	1,55	2200
Сталь легированная	27-44	7900
Сталь углеродистая	48-51	7900
Алюминиевая фольга	210	2700
Пергамин	0,14-0,17	700
Изол, бризол		

Рисунок 8. Основные свойства теплоизоляции.

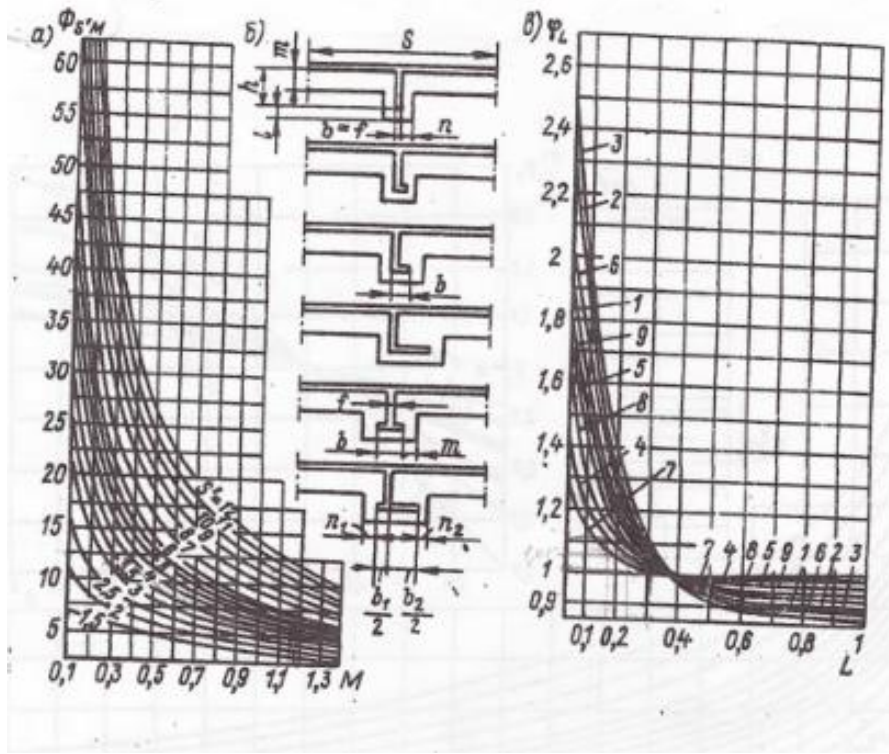


Рисунок 8. Графики «а», «б», «в» для расчета изоляции с обходом набора.

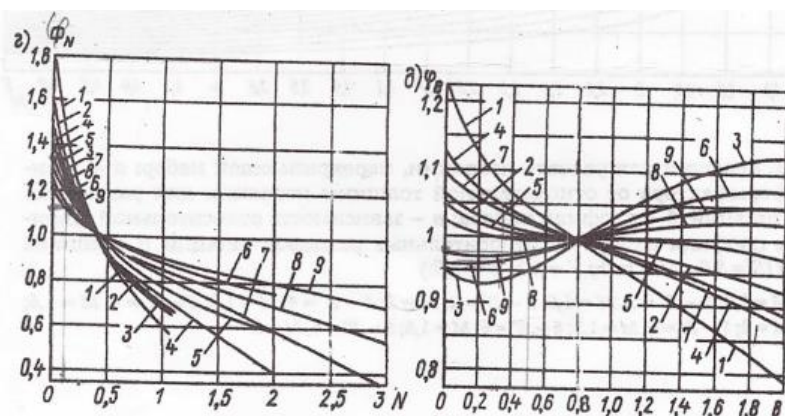


Рис. ПШ. 2. Графики для расчета изоляции с обходом набора: а – зависимость формфактора от относительной толщины изоляции; б – профили судового набора; в, г, д – зависимости относительных коэффициентов от относительных размеров толщины изоляции для различных размеров штаций ($S' = S/h$; $M = m/h$; $B = b/h$; $F = f/h$; $L = l/h$; $N = n/h$)
1 – $S' = 3, M = 0,3$; 2 – $S' = 3, M = 0,6$; 3 – $S' = 3, M = 0,9$; 4 – $S' = 5, M = 0,3$; 5 – $S' = 5, M = 0,6$; 6 – $S' = 5, M = 0,9$; 7 – $S' = 7, M = 0,3$; 8 – $S' = 7, M = 0,6$; 9 – $S' = 7, M = 0,9$

Рисунок 9. Графики «г» и «д» для расчета изоляции с обходом набора.

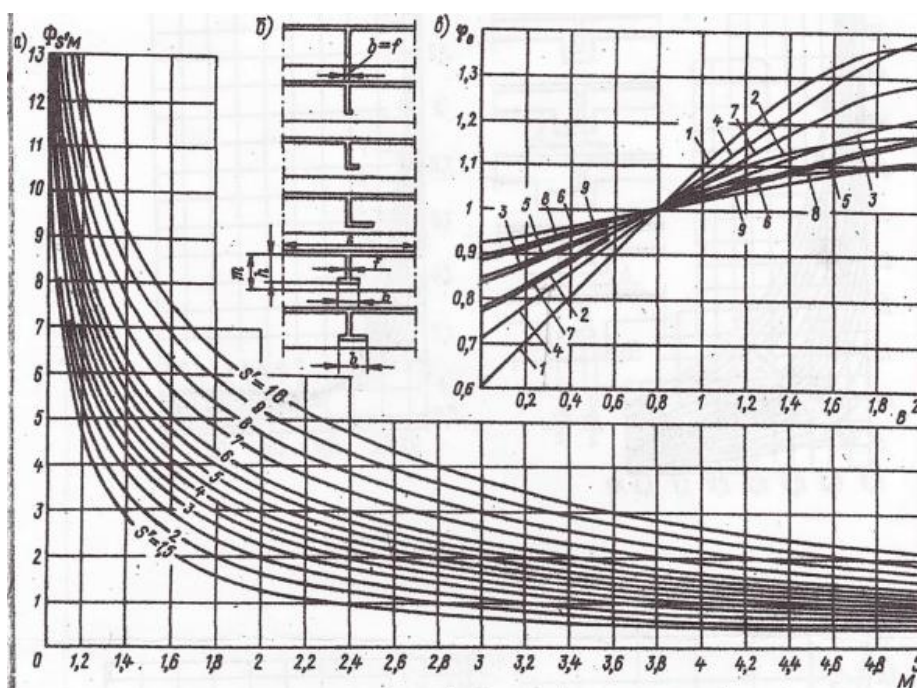


Рис. ПШ.1. Графики для расчета изоляции, перекрывающей набор: а – зависимость формфактора от относительной толщины изоляции для различных размеров штаций; б – профили набора; в – зависимость относительной ширины полки профиля набора от относительных размеров штации и толщины изоляции ($S' = S/h$; $M = m/h$; $F = f/h$; $B = b/h$)
1 – $S' = 2, M = 1,2$; 2 – $S' = 2, M = 1,6$; 3 – $S' = 2, M = 2$; 4 – $S' = 4, M = 1,2$; 5 – $S' = 4, M = 1,6$; 6 – $S' = 4, M = 2$; 7 – $S' = 6, M = 1,2$; 8 – $S' = 6, M = 1,6$; 9 – $S' = 6, M = 2$

Рисунок 10. Графики для расчета изоляции, перекрывающей набор.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 20/65

Исходные материалы и данные:

- Индивидуальные карточки с задачами;
- Диаграммы для определения коэффициентов изоляции;

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить поставленную задачу.
2. Рассчитать конструкцию с выбранным изоляционным материалом.

Содержание отчета:

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

Вопросы для самопроверки:

1. Требования, предъявляемые к изоляционным конструкциям в грузовых помещениях.

Практическое занятие №2. Расчёт теплопритоков в охлаждаемое грузовое помещение и морозильный комплекс.

Цель занятия:

- получить навыки расчета теплопритоков;
- разобраться, во влияниях теплопритоков в грузовом помещении на холодильную установку.

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

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

Теоретическая часть

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Определение теплопритока в трюма.

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.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 21/65

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: $Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad Bm ;$

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

Q_6 – теплоприток от работы льдогенератора, Вт

1. Определение теплопритока через ограждения, Q_1

$$Q_1 = \sum K_1 * F_{огр} * (t_{нар} - t_{мп}), Bm$$

где K_1 – коэффициент теплопередачи через изоляционное ограждение, $Bm / m^2 * K$;

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

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

$t_{мп}$ – 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.

№	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											

Рисунок 11. Определение теплопритока через ограждения

2. Определение теплопритока от термообработки груза, Q_2

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

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

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

Определение теплопритока $Q_2^{зр}; Вт$

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

где $M_{зр}$ – 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;

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 23/65

$$t_{кон} = t_{mp}$$

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

$$t_{кон} = t_{mp}$$

Определение теплопритока $Q_2^{тары}$

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

где $M_{тары}$ – масса тары [т];

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

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

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

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

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

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

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

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

Расчет теплопритока ведется для каждого трюма отдельно.

3. Определение теплопритока от вентиляции Q_3

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

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 $кг / м^3$;

число обменов воздуха; $a = (1 \div 2)$ для трюма хранения

охлажденных грузов; $a = (3 \div 4)$ для трюма хранения замороженных грузов;

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

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

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

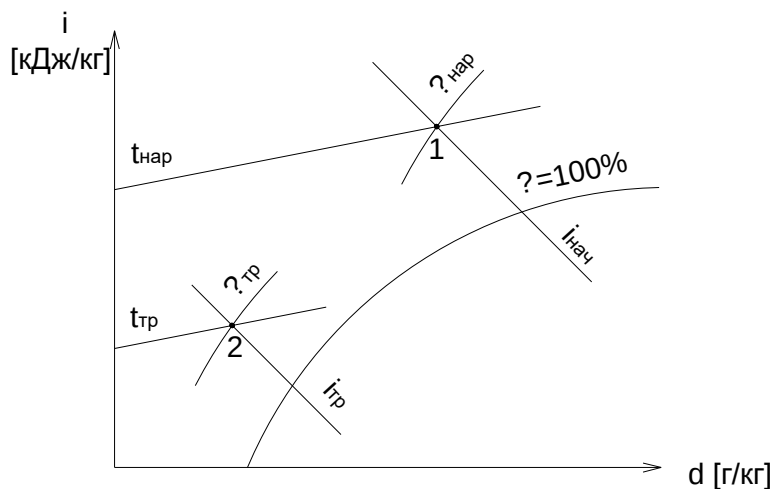


Рисунок 12. Диаграмма влажного воздуха.

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 $\varphi_{нар}$ / температуру и влажность наружного воздуха /;
- для построения точки 2 необходимо знать величины $t_{тр}$ и $\varphi_{тр}$ / температуру и влажность воздуха в трюме /;
- расчет теплопритока Q_3 ведется по каждому трюму отдельно;
- распределение теплопритока Q_3 на компрессор и оборудование принимается:

$$Q_3 = Q_3^{KM} = Q_3^{Об}$$

4. Определение теплопритока от освещения и людей Q_4

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

где 350- величина теплового потока от одного человека;

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 25/65

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

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

$\sum N = 1.2 F_{ном.}$ для трюмов;

$\sum N = 4.5 F_{ном.}$ 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

$$Q_5 = \sum N_{э} [Вт];$$

где $\sum N_{э}$ - суммарная мощность электродвигателей, установленных помещениях;

$\sum N_{э} = (3000 \div 8000) [Вт]$ - для охлаждаемых трюмов;

$\sum N_{э} = (8000 \div 10000) [Вт]$ - для морозильных аппаратов;

Примечание:

- распределение теплопритока Q_5 на компрессор и оборудование учитывают

так: $Q_5 = Q_5^{KM} = Q_5^{об}$

6. Определение теплопритока от льдогенератора Q_6

$$Q_6 = \frac{g_{л} * M_{лг} * 1000}{3600} [Вт];$$

где g_l – удельная теплота на приготовление льда;

$$g_l = (570 \div 540) [\text{кДж} / \text{кг}];$$

$M_{лг}$ – производительность льдогенератора, $[\text{кг} / \text{час}];$

Примечание: - распределение теплопритока на компрессор и оборудование

учитывают так: $Q_6^{KM} = Q_6; \quad Q_6^{об} = 0;$

- теплоприток Q_6 учитывают в суммарном теплопритоке самой высокой температуры кипения.

7. 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.

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

Рисунок 13. Сводная таблица теплопритоков.

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 $\sum Q_{01}^{KM}$ и $\sum Q_{02}^{KM}$;

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 $(20 \div 30) \%$.

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

Варианты для практической работы 2.

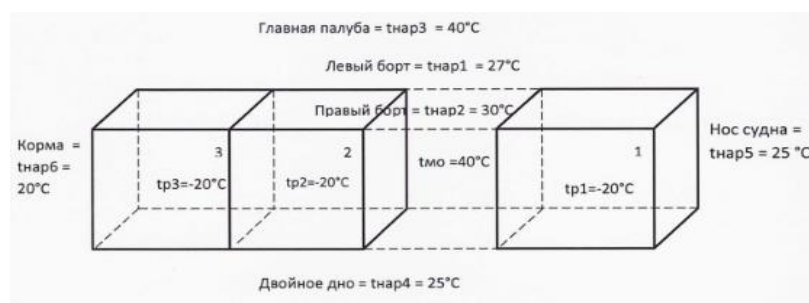


Рисунок 14. Вариант 1,2,3,4,5.

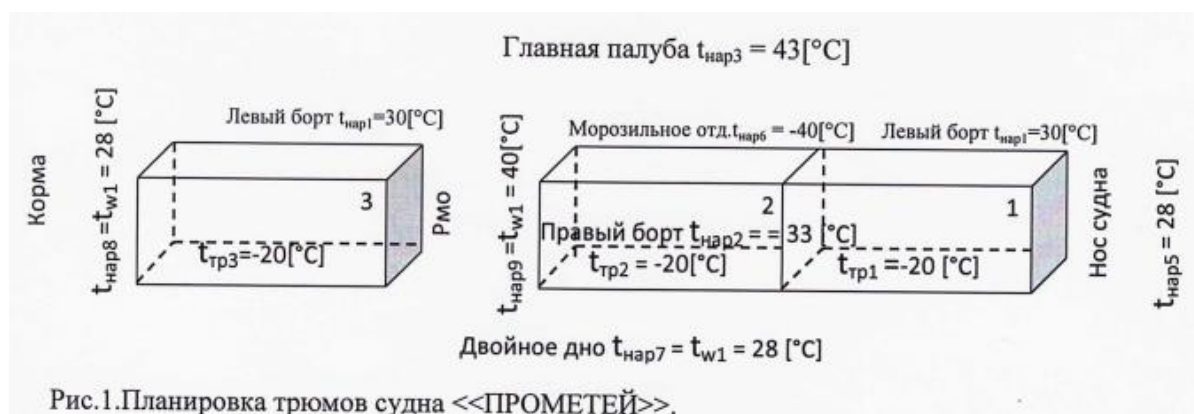


Рис.1.Планировка трюмов судна <<ПРОМЕТЕЙ>>.

Рисунок 15. Вариант 6,7,8,9,10.



Рисунок 16. Вариант 11,12,13,14,15.

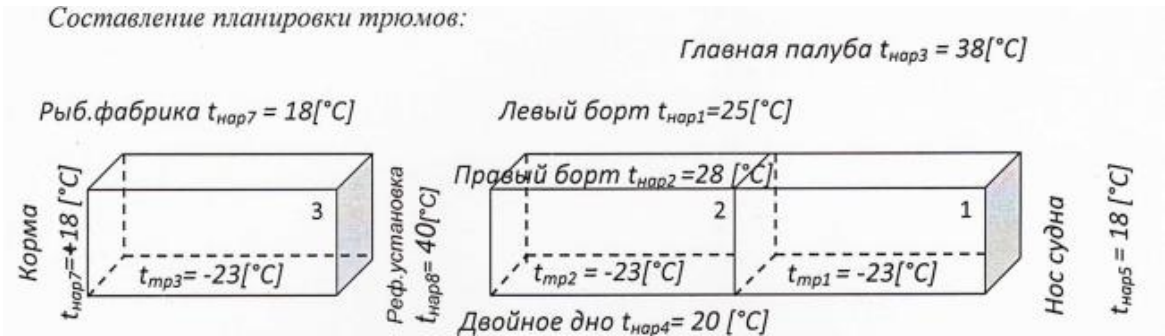


Рисунок 17. Вариант 16,17,18,19,20.

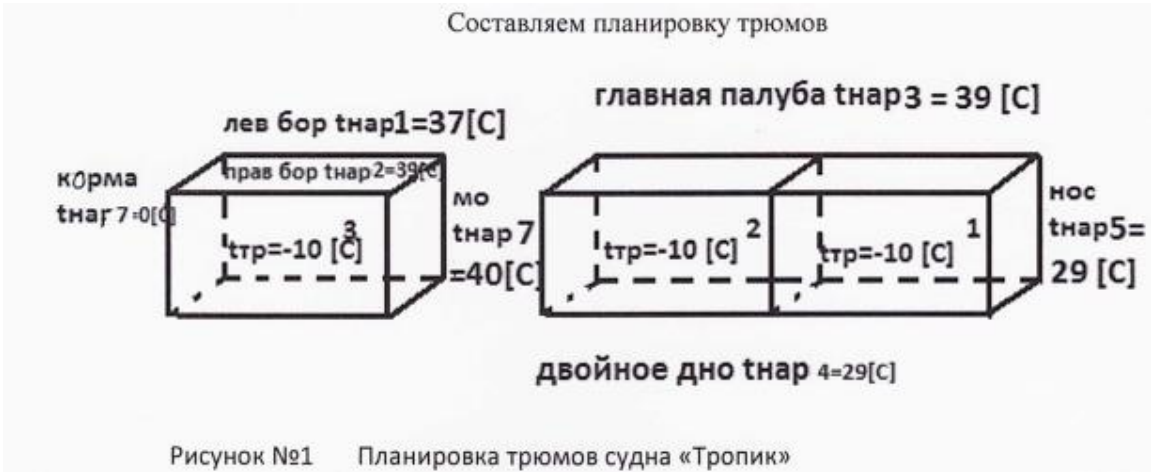


Рисунок 19. Вариант 21,22,23,24,25.

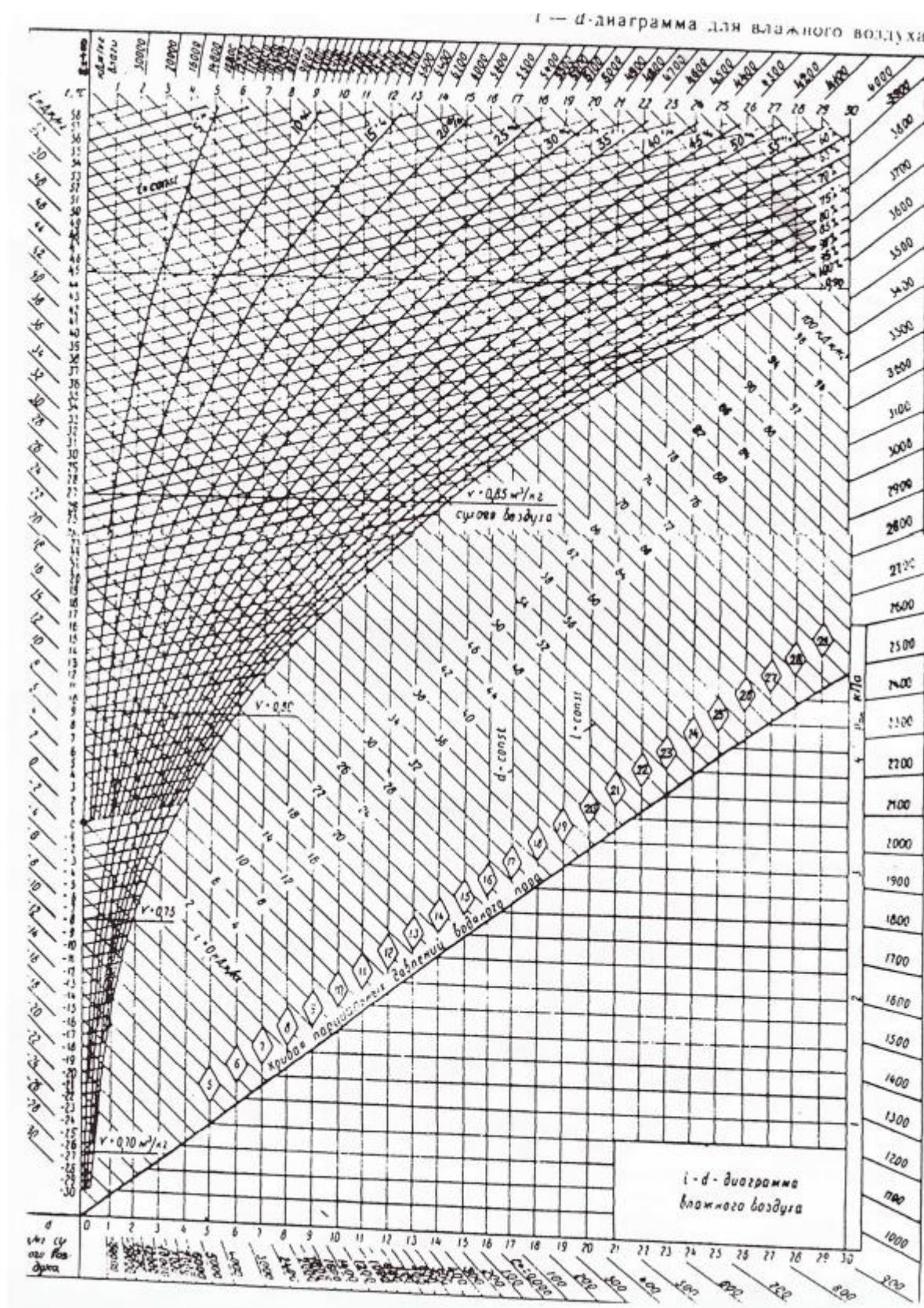


Рисунок 20. Диаграмма влажного воздуха.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить поставленную задачу.

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 30/65

2. Выполнить расчет.

Содержание отчета:

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

Исходные материалы и данные:

Раздаточный материал;

Индивидуальное задание для практического занятия;

Вопросы для самопроверки:

1. Какие бывают теплопритоки?;
2. На что влияют теплопритоки?;
3. Как связан повышенный расход электричества холодильной установкой с теплопритоками в грузовом помещении?

Практическое занятие №3. Выбор системы охлаждения и его обоснование.

Цель занятия:

- Научиться выбирать систему охлаждения грузовых помещений.

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

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

Теоретическая часть

Для охлаждения трюмов и провизионных кладовых могут применяться 3 системы охлаждения:

1. Смешанная.
2. Непосредственная
3. Рассольная

Непосредственная система охлаждения. В батареях кипит ж.х.а.

Обозначенные схемы применяют главным образом при использовании фреоновых холодильных машин.

Непосредственная система охлаждения воздуха обладает рядом преимуществ:

- 1). Меньшая металлоёмкость – позволяет увеличить полезную грузовместимость судна за счёт меньшего количества оборудования.
- 2). Более долговечны, т.к. используется меньшее количество агрессивных сред, что приводит к снижению уровня воздействия коррозии.
- 3). Более простая схема трубопроводов установки, т.к. нет необходимости использовать дополнительную рассольную систему.

Недостатки системы непосредственного охлаждения:

- 1). Низкая аккумулирующая способность приборов охлаждения. Т.к., в момент прекращения подачи хладагента в прибор охлаждения, например, воздухоохладитель грузового помещения, по сути останавливается процесс кипения жидкого хладагента и само охлаждение воздуха в трюме.

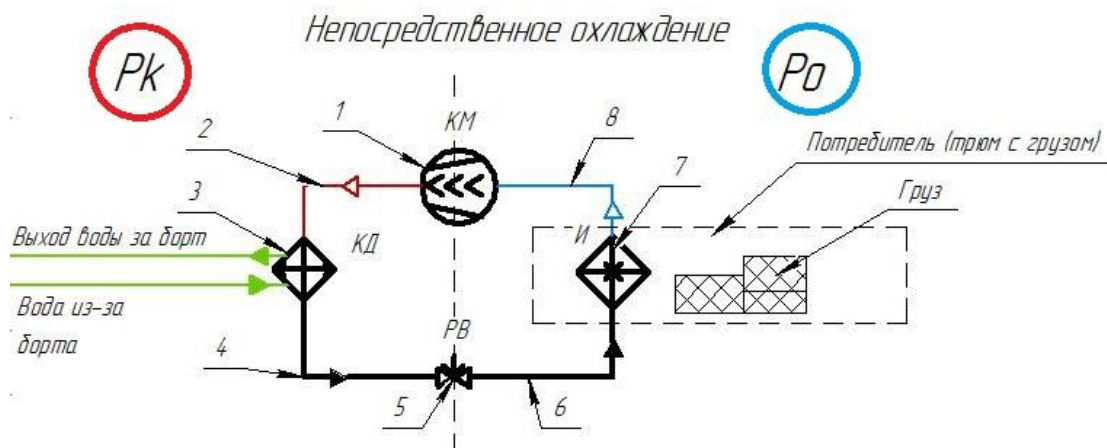


Рисунок 21. Непосредственное охлаждение.

Рассольная система охлаждения

Причины рассольной системы: В помещениях где работают постоянно люди, удаленность охлаждаемых помещений. На пищевых предприятиях с вредным хладагентом (R717).

Рассольное охлаждение

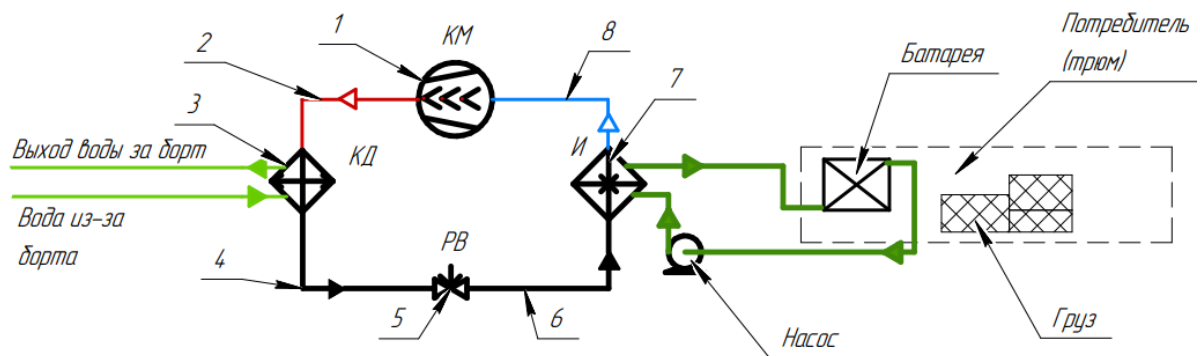


Рисунок 22. Рассольное охлаждение.

Данные системы используются для охлаждения воздуха в трюмах в случае аммиачных холодильных машин и в системах предварительного охлаждения рыбы.

В настоящее время использование аммиака на рыбопромысловых и транспортных судах ограничено и рассольные системы встречаются редко и в основном в установках, работающих на фреоне. Также, как было сказано выше, рассольная система применяется для предварительного охлаждения рыбы.

В качестве промежуточного хладоносителя на судах используют воду и рассолы (растворы солей). Как правило, рассол представляет собой водяной раствор соли CaCl_2 .

Для охлаждения рассола применяются кожухотрубные горизонтальные испарители. Для обеспечения циркуляции применяется рассольный насос и стальные трубопроводы.

Преимущества рассольной системы:

1). Высокая аккумулирующая способность – после прекращения подачи жидкого хладагента в рассольный испаритель циркуляция рассола продолжается и температура воздуха в помещении повышается медленно, т.к. жидкий рассол не может мгновенно отепляться.

2). Возможность сокращения количества применяемого хладагента – в настоящее время это актуально из-за введения новых запретов по применению современных фреонов. Взамен на рынок выводятся новые, дорогостоящие фреоны, которые также стали взрывоопасные и горючими. Соответственно использование рассольной системы позволяет сократить капитальные и эксплуатационные затраты на судовую холодильную установку.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 33/65

Хладоносители и их свойства.

Хладоноситель (теплохладоноситель) — вещество, которое переносит холод от установки к рабочему веществу. В роли хладоносителя выступают — вода, неорганические соединения (рассол), органические соединения (растворы гликолей).

Вода — самый доступный недорогой теплохладоноситель с хорошими теплофизическими свойствами.

Преимущества:

1. низкая динамическая вязкость поможет снизить нагрузку на привод насосов при циркуляции;
2. высокая теплоемкость снижает расход воды;
3. высокая температура кипения приведет к малому испарению;
4. малая коррозионная активность;
5. нетоксичность;
6. пожаро — и взрывобезопасность.

Недостатки:

1. замерзает при температуре 0 градусов. Используется в системах с положительной температурой охлаждения.

К органическим теплохладоносителям относятся спиртовые соединения — гликоли. Наиболее известные — этиленгликоль, пропиленгликоль.

Преимущества:

- температура замерзания -50 °С;
- вязкость ниже, чем у рассолов.

Таблица 4. Содержание пропеленгликоля в растворе.

Содержание пропеленгликоля в % от объема	30	40	50	60
Температура замерзания в Цельсии	- 12,8	—20,8	—32,2	—52,0

В чистом виде провоцирует коррозию, но добавление специальных ингибиторов снижает риск разрушения материалов. Хладоноситель этиленгликоль токсичен, используется только там, где его утечка не навредит человеку и окружающей среде.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 34/65

Хладоноситель пропиленгликоль напротив безвреден и его часто применяют в холодильных установках в пищевой промышленности.

Органические хладоносители имеют высокую цену, при этом меньшую коррозионную активность по сравнению с рассолами.

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

Преимущества:

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

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

Условия для хранения соли:

1. Сухое помещение; (Соль может слеживаться)
2. Использование специальных пайлов;

Метод разведения раствора.

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

Рассол из соли хлористого кальция нужно готовить следующим образом. Перед загрузкой соль CaCl разбить молотом на мелкие куски (при этой операции рабочие должны надевать защитные очки, рукавицы и рабочую обувь); налив в рассольный бак чистую воду, засыпать туда размельченные куски хлористого кальция в соответствии с требующейся концентрацией рассола; для

предупреждения ржавления и разъедания соприкасающихся с рассолом металлических частей на каждые 10 кг хлористого кальция добавить 0,05 кг едкого натрия; раствор хорошо перемешать, чтобы хлористый кальций был растворен полностью.

Концентрация рассола определяется ареометром. Ареометр — прибор для измерения плотности жидкостей, принцип работы которого основан на законе Архимеда. Приборы существуют разного типа. Зачастую это емкость 250мл в которую погружается ареометр с шкалой, ареометр требуется опускать плавно, чтобы не разбить. Замер производится при определенной температуре, которая обычно указана на приборе. Около +20 градусов.

Содержание соли, %	ρ , кг/м³	Содержание соли, %	ρ , кг/м³	Содержание соли, %	ρ , кг/м³	Содержание соли, %	ρ , кг/м³
Хлористый натрий							
0,1	1000	8,3	1060	16,2	1120	23,1*	1175
1,5	1010	9,6	1070	17,5	1130	23,7	1180
2,9	1020	11,0	1080	18,8	1140	24,9	1190
4,3	1030	12,3	1090	20,0	1150	26,1	1200
5,6	1040	13,6	1100	21,2	1160	26,3	1203
7,0	1050	14,9	1110	22,4	1170	—	—
Хлористый кальций							
0,1	1000	11,5	1100	21,9	1200	30,3	1290
1,3	1010	12,6	1110	22,8	1210	31,2	1300
2,5	1020	13,7	1120	23,8	1220	32,1	1310
3,6	1030	14,7	1130	24,7	1230	33,0	1320
4,8	1040	15,8	1140	25,7	1240	33,9	1330
5,9	1050	16,8	1150	26,6	1250	34,7	1340
7,1	1060	17,8	1160	27,5	1260	35,6	1350
8,3	1070	18,9	1170	28,4	1270	36,4	1360
9,4	1080	19,9	1180	29,4	1280	37,3	1370
10,5	1090	20,9	1190	29,9*	1286	—	—

Рисунок 23. Таблица плотности солевого раствора.

Недостатки рассольной системы:

- 1). Большая металлоёмкость системы и, соответственно, высокие капитальные и эксплуатационные затраты.
- 2). Коррозия трубопроводов.

Температура рассола в батареях отличается от температуры кипения х.а на (4.....6).

Воздушная система охлаждения. Еще ее делят на двухканальную, одноканальную, безканальную. Охлаждение происходит за счет ВОхл, которые в свою очередь продувают через себя воздух. Воздухоохладители располагают вне

трюма, последний в свою очередь направляет охлажденный воздух в воздуховоды охлаждаемых помещений.

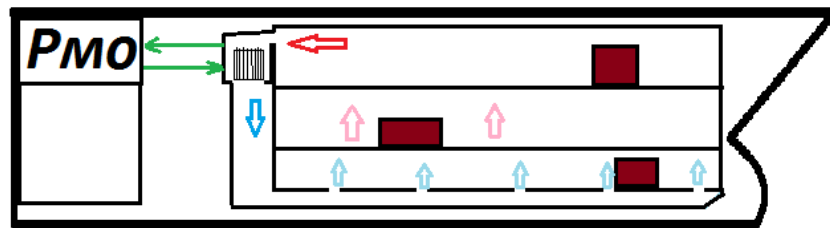


Рисунок 24. Пример грузового помещения с выгородкой.

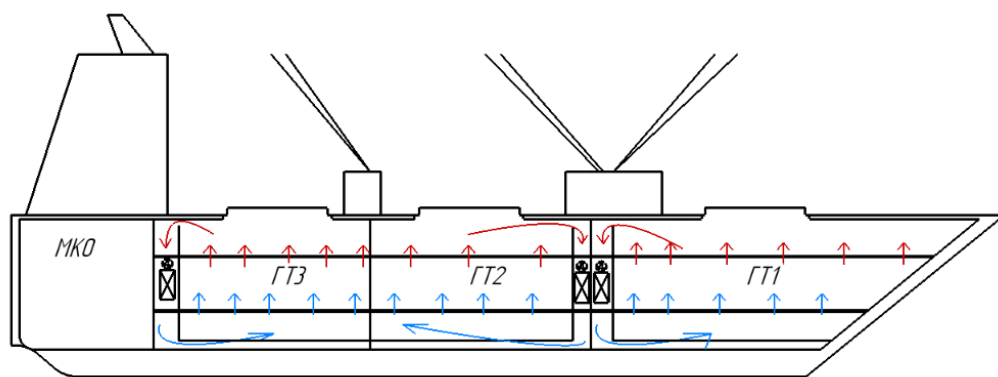


Рисунок 25. Примерное расположение выгородок в грузовом помещении.

Достоинства: Равномерное распределение воздуха, что означает нет подмораживания груза, что обеспечивает в свою очередь нормальную работу ХУ.
Простота системы.

Недостатки:

Увеличенная металлоемкость, что ведет к затратам свободного места.

Выбор способа охлаждения судового грузового трюма

Данный вопрос решается на стадии проектирования судовой холодильной установки.

Основными исходными данными для выбора способа охлаждения грузового трюма являются:

1). Назначение грузового трюма – т.е. для транспортировки каких грузов он будет предназначен – мяса в тушах, мороженая рыба в упаковке, фрукты, овощи, охлажденная продукция и т.д.

2). Требования РМРС к судовым холодильным установкам.

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 37/65

3). Современные требования к хладагентам.

4). Экономическая эффективность.

Особое внимание в настоящее время уделяют применяемым хладагентам. Применение аммиака и углекислоты связано с новыми запретами фреонов для заправки в новые холодильные системы. В каком-то смысле это схема с промежуточным хладоносителем, в роли которого выступает углекислота. Но по сути протекающих процессов это не так, т.к. углекислота кипит в приборах охлаждения.

Сейчас идёт возврат к аммиаку на судовых холодильных установках, т.к. новые виды фреонов, которые не отнесены к парниковым газам (так называемые F-gases) стали обладать отрицательными свойствами, такие как горючесть и взрывоопасность, а также имеют достаточно высокую стоимость и низкий уровень доступности. Плюс ко всему проблема утечек у них так же стоит остро, как и у всех остальных фреонов, применяемых в судовых холодильных установках. В связи с вышеизложенным более оптимальным хладагентом представляется аммиак – доступен, дешёвый, экологически чистый.

Таблица 5. Данные для практической работы 3.

Вариант	Исходные данные.
1	Судно транспортного типа. Имеется отличный доступ к выгородке даже при полной загрузке судна. Хладагент R22.
2	Судно транспортного типа. Имеется отличный доступ к выгородке даже при полной загрузке судна. Хладагент R717.
3	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Хладагент R717.
4	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Хладагент R22.
5	Рыболовный траулер. Требуется определить систему охлаждения для двух грузовых помещений. Хладагент R717.
6	Рыболовный траулер. Требуется определить систему охлаждения для двух грузовых помещений. Хладагент R22.
7	Рыболовный траулер. Требуется определить систему охлаждения для системы кондиционирования и вентиляции воздуха в жилых помещениях. Хладагент R22.
8	Рыболовный траулер. Требуется определить систему охлаждения для системы кондиционирования и вентиляции воздуха в жилых помещениях. Хладагент R717.
9	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Судовладелец не планирует перевозить пищевые продукты. Хладагент R22.
10	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Судовладелец не планирует перевозить пищевые продукты. Хладагент R717.
11	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R717. Температура в камере

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 38/65

	-18°C.
12	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R134a. Температура в камере -18°C.

Продолжение таблицы 5.

13	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R134a. Температура в камере 5°C.
14	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R717. Температура в камере -5°C.
15	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Хладагент R22.
16	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Судовладелец не планирует перевозить пищевые продукты. Хладагент R22.
17	Судно транспортного типа. Имеется отличный доступ к выгородке даже при полной загрузке судна. Хладагент R22.
18	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Судовладелец не планирует перевозить пищевые продукты. Хладагент R717.
19	Судно транспортного типа. Имеется отличный доступ к выгородке даже при полной загрузке судна. Хладагент R717.
20	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Хладагент R717.
21	Рыболовный траулер. Требуется определить систему охлаждения для двух грузовых помещений. Хладагент R717.
22	Судно транспортного типа. Грузовое помещение имеет панельное охлаждение. Хладагент R22.
23	Рыболовный траулер. Требуется определить систему охлаждения для системы кондиционирования и вентиляции воздуха в жилых помещениях. Хладагент R717.
24	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R717. Температура в камере -18°C.
25	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R134a. Температура в камере -18°C.
26	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R134a. Температура в камере 5°C.
27	Судовая провизионная кладовая. Хладагент R717. Температура в камере -5°C.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Правильно определить систему охлаждения из заданного варианта.
3. Выбрать правильный холодоноситель, если требуется.

Содержание отчета:

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 39/65

- 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;

Вопросы для самопроверки:

1. Какие системы охлаждения бывают?
2. Что такое «выгородка» в грузовом помещении?
3. Что такое выгородка вне грузового помещения?
4. Преимущества непосредственной системы.
5. Недостатки преимущественной системы.

Практическое занятие №4. Составление и изготовление схем узлов судовой холодильной установки.

Цель занятия:

- получить навыки создание узлов в принципиальных схемах;

Использованные источники: [11].

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

Теоретическая часть.

При построении оборудования холодильных машин, нужно учитывать логичность расположения оборудования. Не допускается: линейный ресивер выше конденсатора, отсутствие противотока в теплообменном оборудовании, и т.п.

Очередность расположения трубопроводов не играет никакой роли.

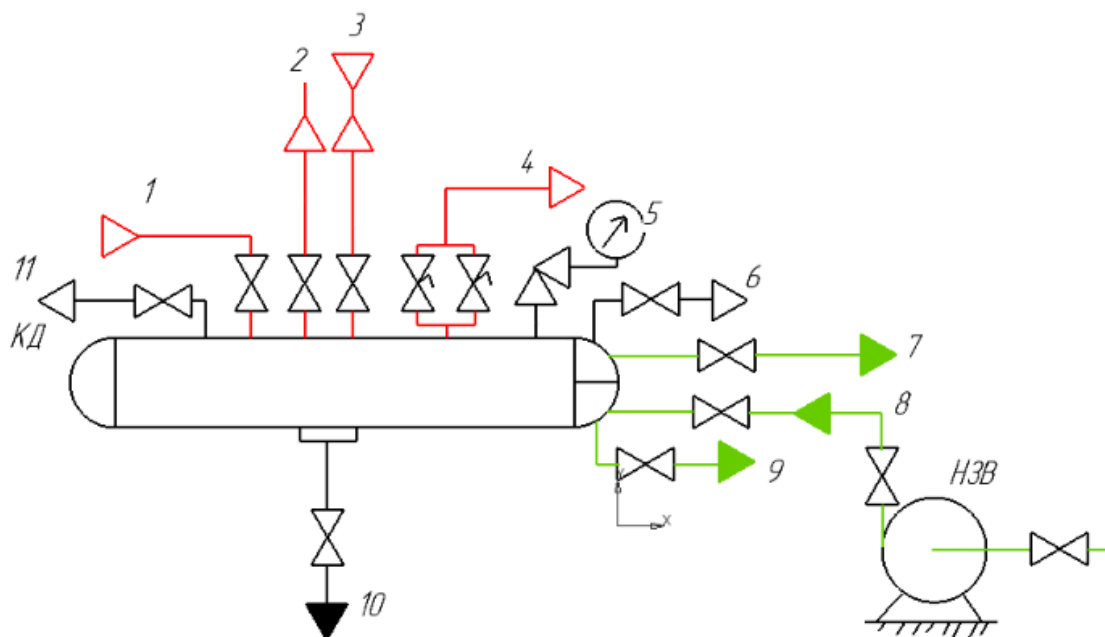


Рисунок 26. Фреоновый кожухотрубный конденсатор с насосом заборной воды.

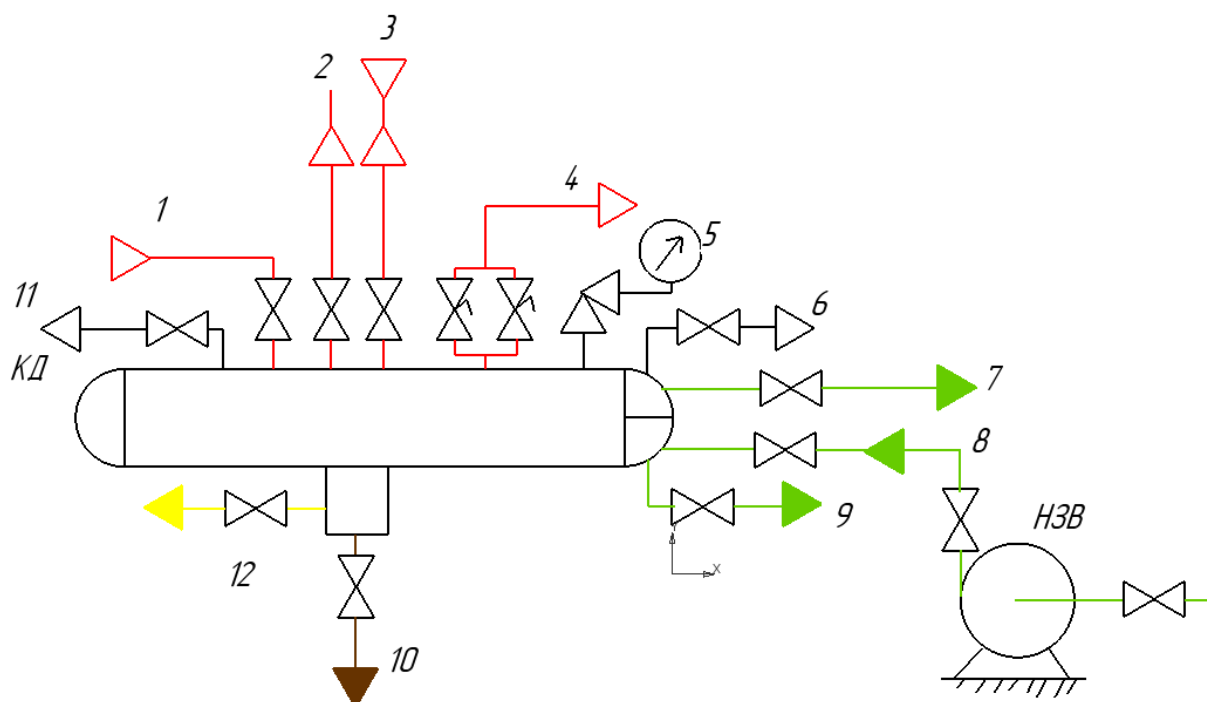


Рисунок 27. Аммиачный кожухотрубный конденсатор с насосом забортной воды.

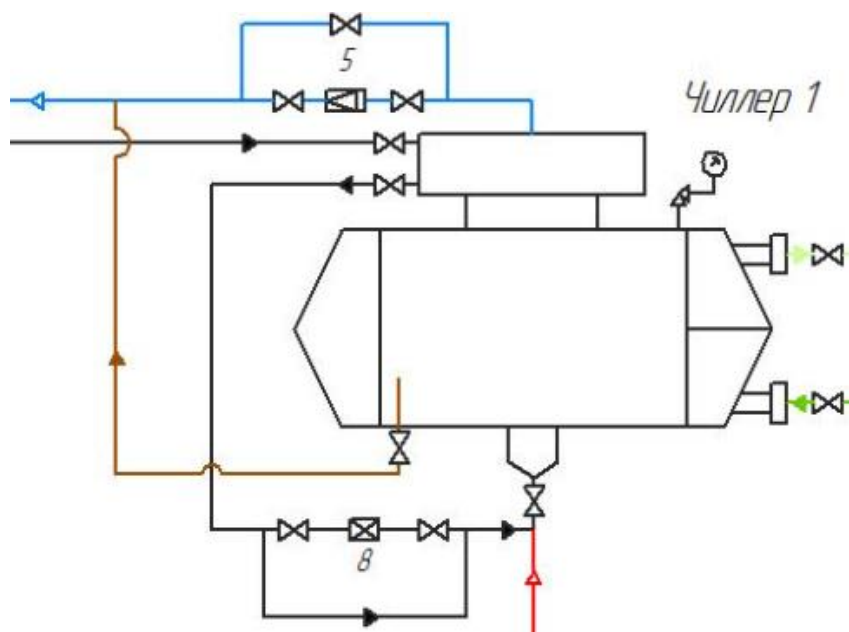


Рисунок 28. Фреоновый кожухотрубный испаритель.

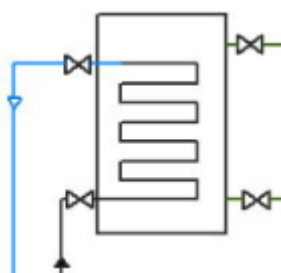


Рисунок 29. Пластинчатый испаритель.

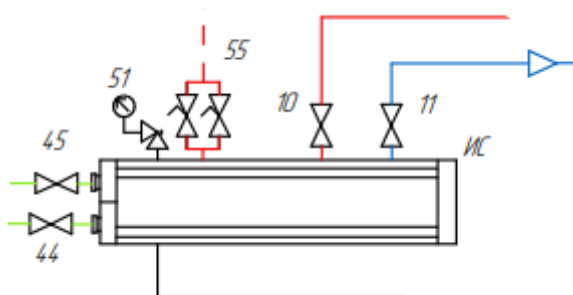


Рисунок 30. Кожухотрубный испаритель без сухопарника.

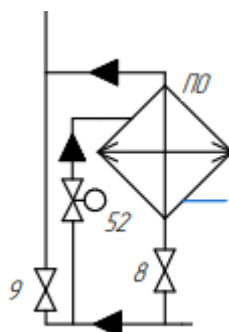


Рисунок 31. Переохладитель (экономайзер).

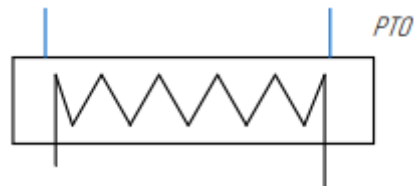


Рисунок 32. Регенеративный теплообменник.

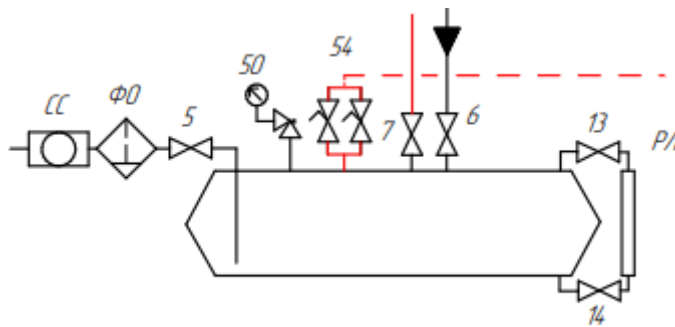


Рисунок 33. Ресивер линейный с фильтром осушителем и смотровым стеклом.



Рисункок 34. Моторный клапан.



Рисунок 35. Запорный клапан.



Рисунок 36. Терморегулирующий вентиль.



Рисунок 37. Обратный клапан.



Рисунок 38. Регулирующий вентиль.

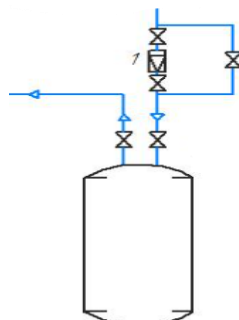


Рисунок 39. Отделитель жидкости

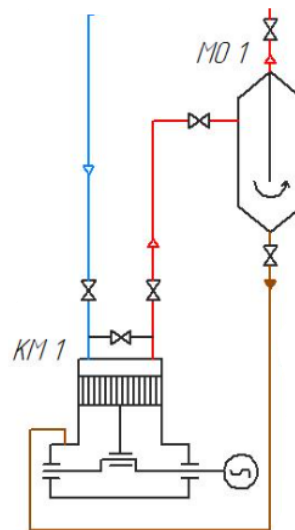


Рисунок 40. Компрессор поршневой и маслоотделитель с перегородкой.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Перечертить в тетрадь оборудование из теоретической части.
2. Расписать «цифры и буквы» на схеме. Если цифры отсутствуют, то поставить произвольно, а затем расписать.
3. Показать цветными карандашами используемые цвета в данном оборудовании и прилегающих трубопроводах.
4. Расставить параметры на всех трубопроводах, а также внутри оборудования.

Содержание отчета:

- Наименование практической работы;
- Цель работы;
- Вариант задания;

Исходные материалы и данные:

1. Раздаточный материал;

Вопросы для самопроверки:

1. Какая сторона давления после данного оборудования?

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 44/65

Практическое занятие №5. Составление и изготовление схемы судовой холодильной установки.

Цель занятия:

- получить навыки составления принципиальных схем судовых холодильных установок;

- научиться правильно размещать оборудование.

Использованные источники: конспект

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Получить задание.
2. Построить схему холодильной машины на листе формата А3 или А2.

Допускается использование «масштабных» листов.

Содержание отчета:

3. Готовая схема холодильной установки, оформленная по ГОСТ.
4. Защита холодильной схемы.

Исходные материалы и данные:

1. Образцы схем судовых холодильных машин.
2. Индивидуальное задание для практического занятия;

Вопросы для самопроверки:

1. Как выполнить оттайку горячим паром?
2. Как отключить от системы переохлаждающее оборудование?
3. Как вывести из схемы один из конденсаторов?
4. Как отключить один из потребителей?

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»														
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования												С. 45/65		

В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
КМ	1	1	-	2	-	1	-	1	2	1	1	2	1	1	1
КД	3	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3
МО	1	1	-	1	-	1	-	1	2	1	1	1	1	1	1
ЛР	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
РД	1	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-
РС	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	-
<u>НЗВ</u>	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3
И	1	-	-	-	-	1	1	1	-	1	-	1	-	1	1
РЦ	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<u>ВКМ</u>	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>ВОТ</u> <u>д</u>	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1
ГТ	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3
Б	4	10	5	4	9	5	3	8	4	3	6	10	5	6	3
Х.А	717	22	717	22	717	22	717	22	717	717	22	22	717	22	717

Рисунок 41. Таблица вариантов работ для практической работы 5.

N - Воздухоохладители. Маслосборник устанавливается во всех вариантах работ.

Практическое занятие № 6. Выполнение размещения холодильного оборудования на судне.

Цель работы:

-закрепление полученных теоретических знаний.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

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

Измерительные приборы: Линейка, штангенциркуль.

Теоретическая часть.

Способы монтажа различают: поточно - совмещенный или поточно-совмещенный и последовательный; крупноблочный; поточный.

Поточно- совмещенный – является наиболее прогрессивным и экономичным, требует тщательной инженерной подготовки. Выполнение работ происходит по строго запланированному графику, согласованном со всеми монтажными организациями и бригадами, а также с заказчиками и поставщиками оборудования.

График затраченного времени. Тобщ = Т1+Т2+Т3+Т4+Т5+Т6.

Данный способ монтажа предусматривает определенную последовательность монтажных работ. Сначала сооружают фундаменты.

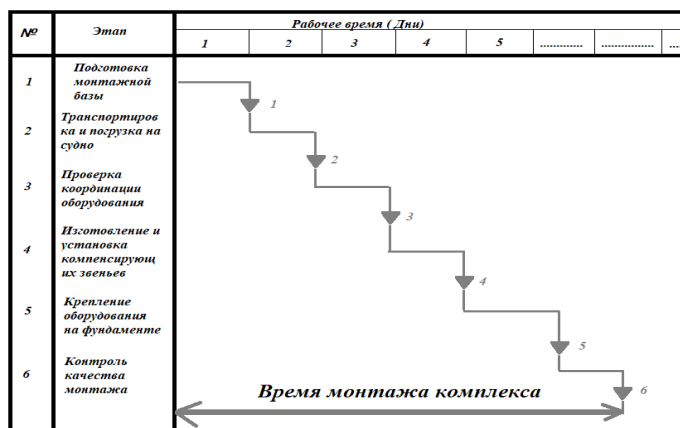


Рисунок 42. График затраченного времени.

Фундамент, станина – место установки холодильного оборудования, выполняются заблаговременно до монтажа. Выполняются из крепких металлов. Если судно находится в рамках строительства, то фундаменты изготавливают в цехах, они могут быть уже размечены под данное оборудование. Скрепляется с помощью сварных операций напрямую с набором судна.

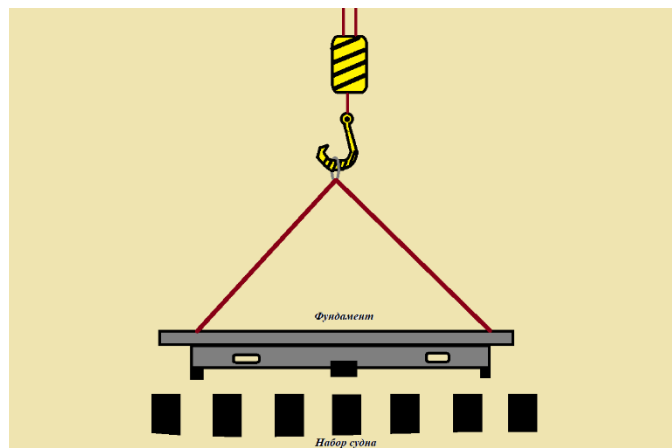


Рисунок 43. Установка фундамента.

Крупноблочный способ. Обеспечивает минимальные сроки монтажа за счет поставки оборудования крупными блоками(агрегатами).

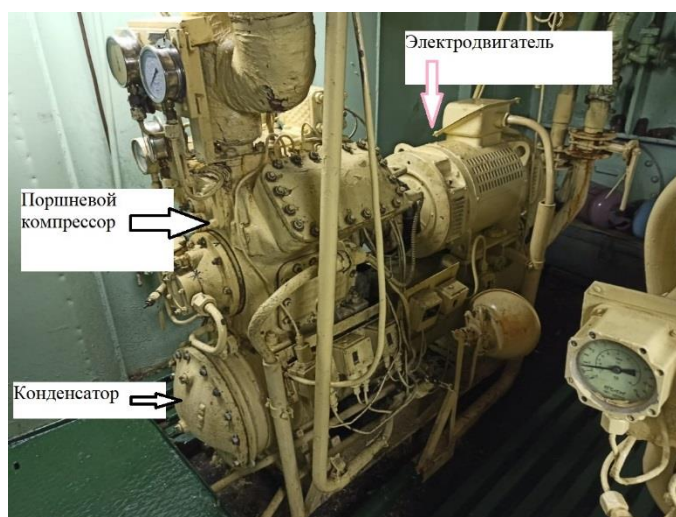


Рисунок 44. Поршневой агрегат МАК-40-РЭ.

Преимущества: Отсутствие монтажных и центровочных работ. Выполняется монтаж непосредственно на фундамент.

Поточный или поточно-узловой. Комплекс организационных приемов монтажа, основанных на глубоком планировании монтажного производства, обеспечивающий высокую организованность и технологичность процесса, отсутствие потери времени, труда и ресурсов. Данный способ предусматривает специализацию бригад при монтаже оборудования. Пример: бригада монтажа компрессоров должна заниматься только данной работой, при условии, что компрессоров несколько.

Преимущества: Увеличение скорости и качества работ, так как одними и теми же операциями занимаются одни специалисты. Уменьшение трудоемкости на 17%. Увеличение заработной платы на 14%.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 48/65

Если монтаж осуществляется в процессе модернизации или ремонта судна, то возможны выполнения технических отверстий (разрезание бортов, палуб, переборок).

Порядок выполнения работы:

1. Повторить пройденный лекционный материал.
2. Изучить теоретическую часть к работе.

**Практическое занятие №7. Выполнение работ по подготовке элементов систем
судовой холодильной установки к монтажу.**

Цель работы:

-закрепление полученных теоретических знаний.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

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

Теоретическая часть.

Монтаж агрегата выполняется на судовой фундамент. Конструкция выполняется в виде ребер жесткости, которые крепко связаны с набором судна. Фундамент для агрегата выбирают исходя из жесткости, прочности, отсутствия вибраций установленного на него агрегата, а также исключения деформации. Фундаменты изготавливают из расчета допусков для агрегата, которые дает изготовитель данного оборудования. Важно, чтобы нагрузка оборудования была указана с массой масла компрессора. Также фундамент должен обеспечивать полную неподвижность оборудования при эксплуатации судна.

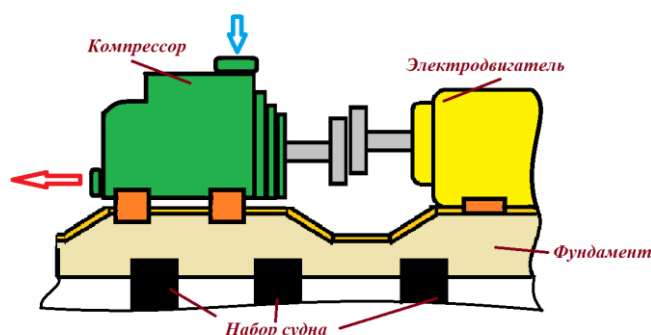


Рисунок 45. Установка компрессора открытого типа.

Монтаж компрессора осуществляется вдоль продольной оси судна для улучшения работы и предотвращения выхода из строя при качке. Это приоритетное правило в

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 49/65

монтаже. Направление валов к корме или носу не имеет значение, главное отталкиваться от оси судна.

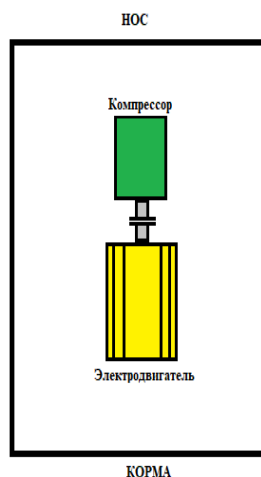


Рисунок 46. Пример расположения компрессор с электродвигателем.

Если компрессор имеет ременной тип привода, то его фундамент будет располагаться поперек оси судна, но при этом компрессор и электродвигатель будет следовать главным правилам монтажа.

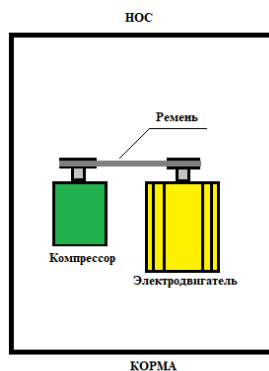


Рисунок 47. Компрессор с ременным приводом.

Исполнения фундаментной станины разные. Может быть наличие нескольких компрессоров на одном фундаменте. На этом изображении установка, работающая на плиточно-морозильный комплекс. У компрессоров отсутствует маслоотделитель и маслосборник. Он вынесен за конструкцию фундамента и является общим для трех винтовых компрессоров, также тут довольно удобно расположен нагнетательный трубопровод, являющийся общей нагнетательной магистралью.



Рисунок 48. Три ВКМ на общей станине.

Место под агрегат выбирается так, чтобы обслуживающий персонал мог без затруднений осуществлять ремонт или обслуживание. Перед установкой оборудования к месту агрегата должны быть проведены все коммуникации.



Рисунок 49. Пример доступного места для обслуживания.

Перед монтажом оборудования проверяют фундамент. Проверяют на отсутствие неровностей самой конструкции и ее узлов, а также качество сварки. Фундамент проверяется при помощи линейки и уровня. Также сверяют разметку с документацией, если она была выполнена на заводе.

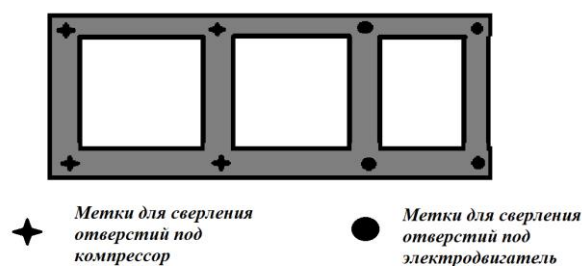


Рисунок 50. Заводская разметка фундамента.

Порядок выполнения работы:

1. Переписать цель и тему занятия.
2. Повторить пройденный лекционный материал.
3. Узнать основные моменты выбора места под оборудование.

Практическое занятие №8. Монтаж холодильных компрессоров.

Цель работы:

- изучить последовательность монтажа холодильных компрессоров.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

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

Теоретическая часть.

Монтаж поршневых компрессоров отличается от типа их герметичности.

Герметичные компрессора, требуют меньше всего монтажных работ

Перед установкой компрессоров предварительно принятый фундамент подготавливают. При построение судна, оборудование могло быть размечено с завода, а на фундаменте сделаны отметки. Исходя из этих данных отсверливается фундамент, если он не был отсверлен в сборочном цеху. Если же идет переоборудование судна, то сверлить фундамент следует по месту, так достигается высокая точность.

Далее транспортировка, погрузка, монтаж. По приходу компрессора или агрегата на судно, обязательно нужно его осмотреть, а также проверить техническую документацию и наличие всех внешних элементов. Все отверстия для движения холодильного агента закрыты и снимаются только при подключении к трубопроводам. Компрессора и другое тяжелое оборудование имеют грузовую петлю. Ей пользуются уже непосредственно при сборке на фундамент.



Рисунок 51. ВКМ с грузовой петлей.

Если петля отсутствует, то компрессор застрапливается за твердые элементы и ставится на фундамент. Важно застропить так, чтобы потом без затруднений удалить стропа. Строго запрещается распаковывать заводскую упаковку до прихода оборудования на судно! При такой операции необходимо подготовить подъемный инструмент. Самым необходимым станут: домкраты, тали, металлические рычаги.

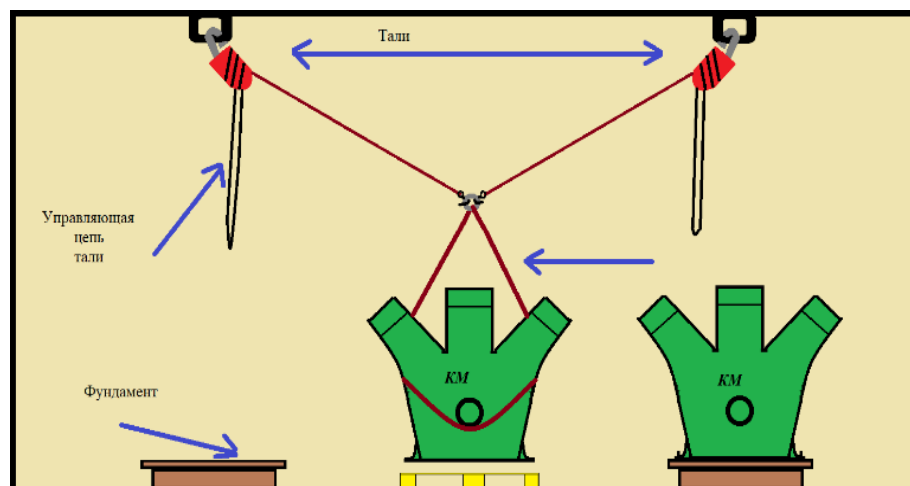


Рисунок 52. Один из методов установки компрессоров.



Рисунок 53. Фотография тали.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 53/65

Оборудование в подвешенном состоянии небезопасно. Следовательно, строго соблюдаются все правила техники безопасности по работе с такелажом.

После установки на фундамент компрессора, заводятся фундаментные болты, наживляются, но не затягиваются. Болты следует заводить со стороны палубы, так достигается максимальная надежность и нужное количество витков болта. Горизонтальность установки компрессора проверяют уровнем, отклонение не должно превышать 0.3 мм на 1м оборудования.

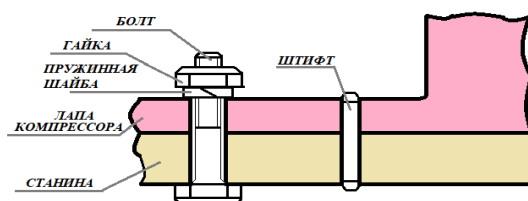


Рисунок 54. Пример соединения.

Если судно на стадии проектирования, то есть документация обозначающая порядок действий. В таких случаях агрегат может уже быть собран на заводе, а также имеет документацию по тестированию и испытанию. Заводом предусмотрен его разбор, а сам фундамент имеет штифты. Они играют роль увеличения надежности сборки.

Каждому компрессору необходимо центровать привод, вал закрепленного оборудования принимается за базу. Перед установкой электродвигателя, при монтаже нового агрегата, необходимо осмотреть его на отсутствие дефектов, а также убрать заводскую смазку, которая применяется для лучшей консервации оборудования.

Для центровки привода применяют клинья, также на фундаменте зачастую варивают отжимные планки, которые помогают центровать с помощью болтов, идущих по резьбе внутри отверстия планок.

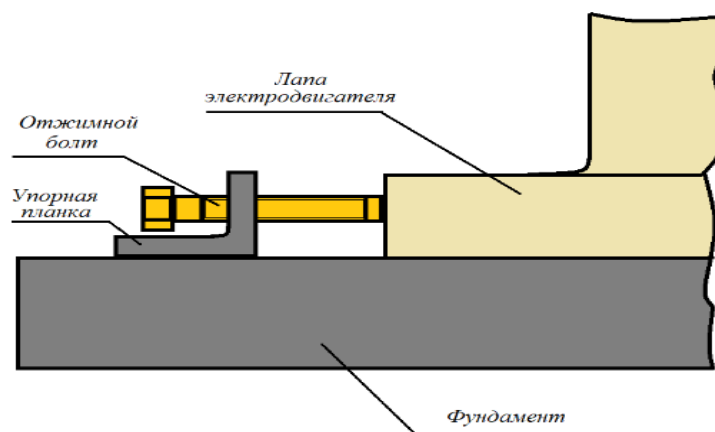


Рисунок 55. Отжим с помощью болтов.

У компрессора и электродвигателя схожие процессы монтажа, двигателю также необходимы отжимные планки на фундаменте. С помощью щупа вымеряют зазор между лапой и фундаментом. Эти замеры производят для того, чтобы изготовить необходимые клинья. Такие клинья называют компенсирующими звеньями. Звенья применяют для выравнивания зазора, так как большую поверхность трудно подогнать точно для оборудования. Также применяют их для центровки валов. Зазор проверяют в четырех точках одной опоры. После всех замеров изготавливают клинья с припуском 0.1 мм. Допускается свисание с фундамента лапы устанавливаемого оборудования, но не более 5 мм. При этом щуп 0.05мм не должен проходить между фундаментом, клиньями, лапой компрессора.

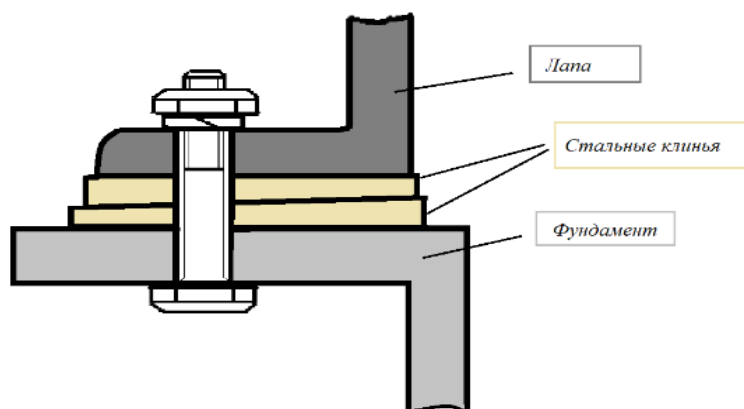


Рисунок 56. Пример установки электродвигателя.

Точность центровки оборудования зависит от типа привода. Допуски в центровке вала зависят от типа привода. Жесткий тип или непосредственный, валы соединяются с

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 55/65

помощью болтов. Нуждается в самой точной центровке, но имеет значительные преимущества в эксплуатации. Самая главная особенность этого привода в том, что при точной центровке подшипники компрессора и двигателя поддаются самым малым нагрузкам, что сказывается на долговечности деталей оборудования. В процессе работы такого типа происходят минимальные потери силы, в отличие от других типов привода.

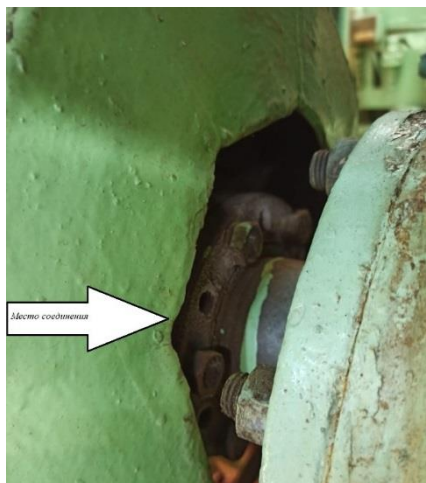


Рисунок 57. Соединение валов с помощью жесткой муфты.

Эластичный привод, выполняется в виде мягкой муфты, изготавливаемой из специальной резины. Особенность такого типа в том, что подшипники не имеют нагрузки в радиальном направлении, а также можно наблюдать за состоянием муфты при остановке компрессора.

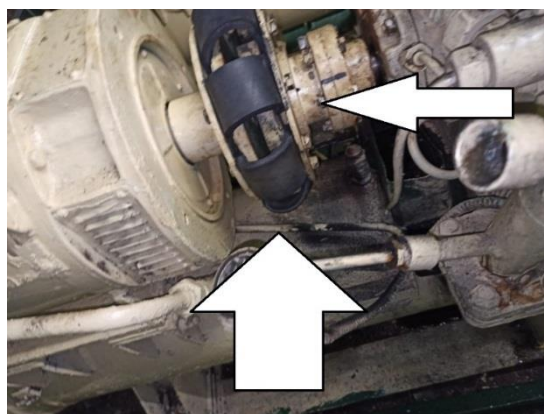


Рисунок 58. Фотография эластичной муфты.

Ременной привод используется на компрессорах низкой мощности, его простота и замена в случае неисправности являются его главной особенностью. Недостатки имеет

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 56/65

сам ремень: материал имеет свойство к растяжению и обрыву, также происходит потеря мощности при передаче силы.



Рисунок 59. Фотография привода с ремнем.

Несоосность валов приводит к износу и разрушению подшипников, эластичного привода, а также к появлению вибраций. Точность в центровке вала компрессора и двигателя является самой ответственной частью при монтаже. На поршневых компрессорах плохая центровка приводит к разному виду износу и разрушений шатунно-поршневой группы: обрыву шатунных болтов, износу вкладышей, разрушению съемных головок шатуна, а также приводит к деформации коленчатого вала.



Рисунок 60. Фотография разрушенной верхней головки шатуна.

Центровка самый ответственный момент в монтаже компрессора, при ремонте компрессора или электродвигателя, также расцепляется привод, что в дальнейшем обязует персонал отцентровать его.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить пройденный лекционный материал.
2. Определить правильный порядок монтажа.

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

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 57/65

3. Определить возможные последствия неправильного монтажа.

Содержание отчета:

1. Переписать цель и тему занятия.
2. Построить краткий план монтажа.
3. Защита практической работы.

Практическое занятие № 9. Монтаж теплообменных аппаратов.

Цель работы:

- получить знания о правильном монтаже теплообменного оборудования.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

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

Теоретическая часть.

Монтаж маслоохладителя не является сложным, особых требований не имеет. Крепится он зачастую к фундаменту на приваренные к охладителю крепления. Важно соблюдать противоток сред. При нарушении противотока сред понизиться коэффициент теплоотдачи, и придется больше подавать воды в охладитель, что скажется на экономичности. Это правило относится ко всем теплообменным аппаратам. Также встречается и обратное крепление. На маслоохладитель ставятся скобы, которые обтягиваются с двух сторон болтами и гайками и играют роль жестких хомутов, под скобы подкладывают резину. На специальный кронштейн приваривается часть хомута, обращенная к фундаменту. Сам кронштейн крепится или же приваривается к фундаменту. С такой конструкцией достигается легкость в замене маслоохладителя, что приоритетно для судов, работающих при температуре забортной воды выше 25 градусов.

Маслоохладитель подвергается испытанием под высоким давлением, перед установкой. Проверка проходит в комплексе испытаний теплообменного оборудования, испытания гидравлические и пневматические. (Подробное описание в монтаже КД.)

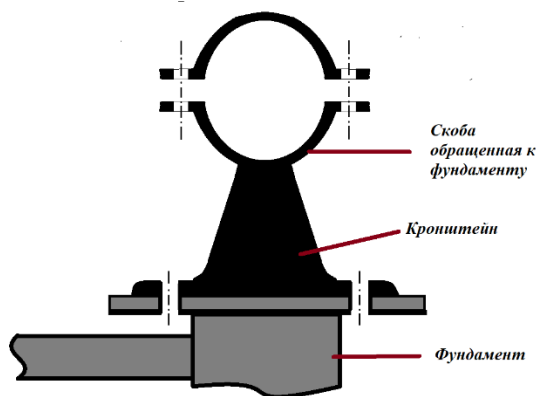
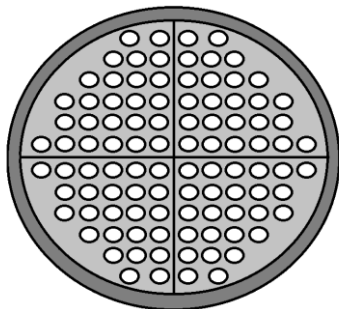


Рисунок 61. Пример крепежных скоб маслоохладителя.

Монтаж конденсаторов.

Конденсаторы поступают на судно в собранном виде за исключением испарительных и орасительных. Кожухотрубные конденсаторы монтируются в реф.машинном отделении, но сначала проверяется комплектность и проводится ревизия. По приходу на судно конденсатор следует разобрать и осмотреть его трубное пространство на отсутствие дефектов. Следующим этапом стоит провести испытания под давлением. Испытания бывают гидравлические и пневматические (так как в кожухотрубном конденсаторе два контура). Гидравлическое испытание трубного пространства проводят в течении 15 мин под давлением 6 Bar. Собирают обратно крышки и глушат выход воды из КД. После чего подключают воду через армированный шланг и наполняют его с выдержкой давления. Если на манометре за это время не опустится давление, то испытание считают пройденным.

Пневматическое испытание проводят с целью проверки межтрубного пространства, в него подается воздух под давлением 18 Bar, после чего делается замер давления, а также при снятых крышках производят обмыливание трубных тарелок.



Вид торцевой части конденсатора без крышки

Рисунок 62. Вид торцевой части конденсатора.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 59/65

Конденсаторы, поступившие опломбированными и заполненные инертным газом, испытанию не подвергаются!

Обычно эти испытания проводят в комплексе с другим теплообменным оборудованием, которое подвергается испытанию.

Перед установкой конденсатора проверяют его техническую документацию о прохождении испытаний.

После установки его на фундамент необходимо снять торцевые крышки и осмотреть трубки на наличие загрязнений. При необходимости чистят трубную полость, для этого применяют металлические ерши. При снятых крышках необходимо установить протекторную защиту. *Протекторная защита - вставки или металлические цилиндры, выполненные из алюминия, магния, цинка. Крепятся в крышках конденсатора или в трубной решетке, а также в трубопроводах.* Из какого материала решает обслуживающий и эксплуатационный персонал, самый экономичный считается алюминий, но в конденсаторах чаще всего устанавливают цинковые.

Также следует обработать крышки и прилегающие к ним трубопроводы. Обработывается методом нанесения эпоксидного покрытия слоем от пяти до шести миллиметров внутри прилегающих труб и крышек, а также поверх трубной решетки. Эти методы помогут замедлить разрушение и коррозию. (крышка и прилегающие трубопроводы должны подвергаться обработке)



Рисунок 63. Фотография обработанных прилегающих трубопроводов.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 60/65

Конденсатор имеет две крышки. Крепят их с помощью болтов и гаек. Если конденсатор установлен на больших установках, то заранее необходимо подготовить цепную таль. Если конденсатор необходимо будет вскрыть при обслуживании, то сначала необходимо разобрать, а иногда и убрать подключенные трубопроводы. Конденсаторы необходимо расположить так, чтобы в обслуживании и ремонте был свободный доступ к их крышкам.



Рисунок 64. Фотография конденсаторов и линейных ресиверов.

Конденсатор удобней всего располагать над линейным ресивером. В этом случае достигается простота конструкции и ее компактность. Для такой конструкции над ресиверами устанавливается дополнительная станина.

Конденсатор, как и компрессор, нуждается в компенсирующих звеньях. Для этого применяют стальные прокладки. Также тут есть определенное требование: щуп 0.5 мм не должен проходить между поверхностями. Компенсирующие звенья обрабатываются смолой, для обеспечения защиты от коррозии.

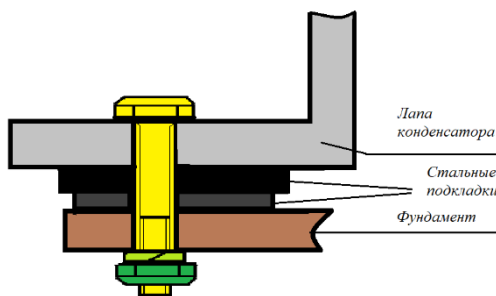


Рисунок 65. Примерный крепеж конденсатора.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 61/65

Метод крепления конденсаторов довольно простой. Используются крепежные болты, шайбы, гайки. Требования к выходящим виткам болта отсутствуют.



Рисунок 66. Фотография крепежа конденсатора.

Кожухотрубный испаритель.

К фундаменту **испарителей** нет высоких требований. Главное – его ровность, которая проверяется уровнем. Также монтаж данного оборудования не представляется сложным, основное время займет транспортировка до места установки.

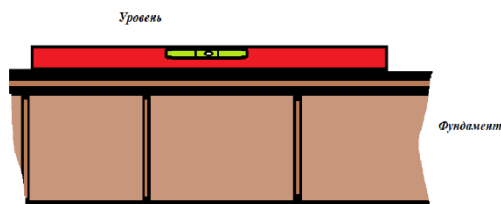


Рисунок 67. Проверка фундамента с помощью уровня.

Между испарителем и фундаментом устанавливают деревянные бруски, чтобы аппарат не отдавал тепло фундаменту. Дерево не должно быть влажным. Перед установкой бруски окрашивают. Применяют и другие материалы устойчивые к теплопритокам, а также агрессивным физическим воздействиям.

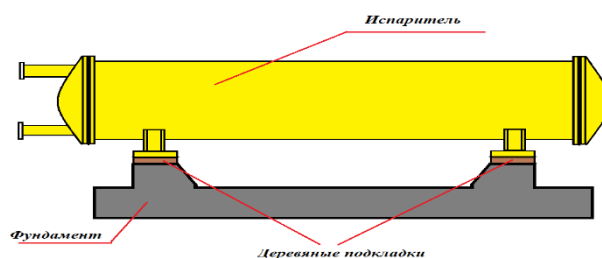


Рисунок 68. Установка испарителя.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 62/65

Испарители являются аппаратами низкого давления, поэтому их необходимо покрывать теплоизоляцией. При монтаже обязательно учитывается размер оборудования с изоляцией. Типы изоляции для испарителей бывают разные, все зависит от его конструктивных особенностей и теплопритоков в устанавливаемом помещении. Также бывает, покрывают изоляцию металлическими листами.

Крышки испарителя и подходящие к нему магистрали должны быть защищены от внешних теплопритоков с помощью термоизоляции. Испаритель должен располагаться так, чтобы можно было его ремонтировать и обслуживать. Наличие свободного доступа к запорным клапанам и клапану выпуска воздуха. С помощью клапана выпуска воздуха можно проводить определение герметичности контура хладагента при условии исправной запорной арматуры на стороне рассола.

Батареи.

На холодильных установках применяют батареи из оребренных и гладких труб, а также панельные из листовой стали. Батареи бывают цельными или сборными. Вторые свариваются для удобства на судне, вблизи места монтажа. Такой метод исключает необходимость технических вырезов в переборках и бортах, исключения суда в постройке. Сборные батареи собираются с методом варки. После чего монтируются. Секции сваривают любым способом, обеспечивающим надежность сварных швов. Аммиачные батареи проверяются на варочных швах специальными приборами с применением рентгена. Прочность батарей проверяется в дальнейшем под давлением, больше рабочего на 4 Bar или 1.25 рабочего давления. (Больше нагнетания).

Правильность установки настенных батарей проверяют уровнем. Отклонения от вертикальности не должны превышать 1мм на 1м высоты батареи.

Воздухоохладители.

Воздухоохладители бывают разборными, для удобства обслуживания батареи или цельные, последние поставляются в собранном виде, исключение может составить отнятый электродвигатель. У разборных электродвигатель отдельно, и в момент обслуживания имеется возможность без каких-либо инструментов открыть лист с двигателем, на который тот крепится, что обеспечит свободный доступ к испарителю.

Существует горизонтальные воздухоохладители и вертикальные. Одно вентиляторные, двухвентиляторные, трехвентиляторные. Зачастую в грузовых

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 63/65

помещениях располагается примерно 3-4 воздухоохладителя, все зависит от нагрузки на холодильную машину. Место при проектировке выбирается так, чтобы обслуживающий персонал мог его обслуживать без каких-либо затруднений. Монтаж производится аналогично батареям. После установки проверяют давлением около 16 Bar. В случае если воздухоохладитель является рассольным, то его опрессовывают водой под давлением 6 bar, после чего продувают сжатым воздухом под давлением 3 bar. Испытания проходит 20 минут. Перед испытанием электродвигателя, повернуть крылатку. Такое действие обеспечит уверенность в отсутствие посторонних звуков.

Порядок выполнения работы:

1. Переписать в тетрадь тему и цель занятия.
2. Изучить теоретическую часть.
3. Разработать краткий план монтажа кожухотрубного конденсатора.
4. Какое теплообменное оборудование покрывается изоляцией?

Практическое занятие №11. Монтаж насосов и вентиляторов.

Цель работы:

- понять процесс монтажа насосов и вентиляторов.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ПК 2.1-ПК 2.6

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

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

Теоретическая часть.

Правильная подготовка места установки центробежного насоса является важным шагом для обеспечения его надежной работы и длительного срока службы. В данном разделе мы рассмотрим основные этапы подготовки места установки насоса.

Очищается место установки от грязи и мусора. Перед установкой насоса необходимо освободить пол и стены от любых загрязнений, которые могут повредить насос или привести к его засорению.

Далее проверяется горизонтальность поверхности установки. Поверхность, на которой будет установлен насос, должна быть горизонтальной. Для этого можно использовать уровень и регулировочные устройства.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 64/65

Установка основания для насоса. В большинстве случаев необходимо установить специальное основание или площадку для насоса. Оно должно быть достаточно прочным и устойчивым для поддержки веса насоса и вибрации во время работы.

Подключение электропитания к месту установки. Перед установкой насоса необходимо убедиться, что в месте установки есть доступ к электропитанию с соответствующими техническими требованиями (напряжение, мощность, защита от перегрузок и короткого замыкания).

Установка требуемых амортизирующих прокладок или подушек. Для снижения вибрации и шума во время работы насоса рекомендуется установить специальные амортизирующие прокладки или подушки.

Подключение системы водоснабжения к насосу. В зависимости от конкретных условий установки, необходимо провести монтаж трубопроводов, клапанов и фильтров, чтобы обеспечить надежное подключение системы водоснабжения к насосу.

Проверка установки расходомера и датчиков безопасности. Если в установке предусмотрено использование расходомера или датчиков безопасности, их необходимо установить и проверить их работоспособность.

Закрепление насоса и проведение начального испытания. После всех подготовительных мероприятий необходимо закрепить насос на основании или площадке с помощью соответствующих крепежных элементов и провести начальное испытание для проверки работоспособности насоса.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Переписать тему и цель практической работы.
3. Составить пошаговый план монтажа насоса.

МО-15 02 06-ПМ.02 – МДК 02.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МДК 02.01 Монтаж судового холодильного оборудования	С. 65/65

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.
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.