

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет Мореходный
(наименование факультета, к которому относится кафедра)

Кафедра Технологические машины и оборудование
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ
Декан мореходного факультета
Труднев С.Ю.

« 0 » 03 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Холодильные машины и установки»

направление подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

направленность (профиль) «Холодильная техника и технологии»

Петропавловск-Камчатский,
2019 г.

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» (уровень бакалавриата) в соответствии с рабочим учебным планом подготовки бакалавров ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», одобренным Ученым советом вуза (протокол № 8 от 17.04.2019 г.)

Составитель рабочей программы

доцент Сарайкина И.П.
(должность, ученое звание, степень) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ТМО
(наименование кафедры)

Протокол № 8 от « 14 » 03 20 19

« 19 » 03 20 19 Костенко А.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Холодильные машины и установки» является одной из основных дисциплин программы подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения». В результате реализации настоящей программы студенты получают знания, умения и опыт в области теоретических основ низкотемпературных систем, термодинамических основ охлаждения, низкотемпературных процессов, специфических свойств рабочих веществ при низких температурах, методов расчёта и анализа низкотемпературных циклов и их энергетических характеристик.

Цель преподавания дисциплины – изучение и получение практических навыков проектирования и расчета холодильных систем и установок из условий надежности, безопасности, экономичности их эксплуатации. Выработка умения исследовать и испытывать холодильные установки и аппараты в процессе их создания и эксплуатации, а также способности анализа своей деятельности и полученной информации.

Задачей курса является формирование навыков и умения по следующим направлениям деятельности:

- теоретическое и практическое ознакомление с основами получения, передачи и использования холода;
- изучение методов расчёта и проектирования холодильных установок и систем;
- определение параметров и подбор основного и вспомогательного оборудования для эффективного холодоснабжения;
- изучение методов оценки эффективности, надёжности и безопасности холодильных систем, с учетом особенностей промышленных предприятий.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Холодильные машины и установки» направлен на формирование *профессиональных компетенций* (ПК) в области расчетно-экспериментальной с элементами научно-исследовательской деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

Перечень планируемых результатов обучения при изучении дисциплины приведен в таблице 2.1.

- готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам (ПК-3)
- готовностью участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы (ПК-10);
- готовностью участвовать во внедрении и сопровождении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики (ПК-19)

Таблица 2.1. – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-3	готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области	<i>знать:</i> – методы выполнять расчетно-экспериментальной работы и решения научно-технические задач в области холодильной,	З(ПК-3)1

	ти холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	
		<i>уметь:</i> – разрабатывать методы расчетно-экспериментальной работы и методы решения научно-технических задач в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	У(ПК-3)1
		<i>владеть навыками:</i> – разработки методов расчетно-экспериментальной работы и методов решения научно-технических задач в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	В(ПК-3)1
ПК-10	готовностью участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	<i>знать:</i> – методы проведения работ по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;	З(ПК-10)1
		<i>уметь:</i> – разрабатывать методы проведения работ по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;	У(ПК-19)1
		<i>владеть навыками:</i> – разработки методов проведения работ по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;	В(ПК-19)1
ПК-19	Готовность участвовать во внедрении и сопровождении результатов научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики	<i>знать:</i> – методы экономической оценки продукта научного труда;	З(ПК-19)1
		<i>уметь:</i> – эффективно использовать инновационные методы решения организационно-технических и хозяйственных задач;	У(ПК-19)1
		<i>владеть навыками:</i> – научно-исследовательской и инновационной деятельности в области холодильной, криогенной техники и системах кондиционирования воздуха;	В(ПК-19)1

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Холодильные машины и установки» является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и систем жизнеобеспечения».

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Термодинамика и тепломассообмен», «Криофизика», «Низкотемпературные машины». Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются при изучении профильных дисциплин учебного плана: «Тепломассообменные аппараты низкотемпературных установок», «Монтаж эксплуатация и ремонт низкотемпературных установок», «Системы динамического охлаждения и отопления» «Автоматизация низкотемпературных установок» и выполнении выпускной квалификационной работы.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» преподавание дисциплины реализуется в течение 7, 8 семестров обучения.

4.1 Тематический план дисциплины

Таблица 1. – Тематический план дисциплины по очной форме обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
Тема 1. Классификация холодильных установок. Типы холодильников и их особенности. Непрерывная холодильная цепь. Применение хладонов в свете Монреальского протокола. Теоретический и действительный циклы холодильной установки. Определение холодопроизводительности поршневого компрессора. Изоляция охлаждаемых помещений.	62	32	16		16	30	ПО ЛР ПР КП	
Тема 2. Определение теплопритоков. Теплообменные аппараты холодильных машин. Определение режимных параметров холодильной установки. Методика расчета и подбора основного и вспомогатель-	64	36	18		18	28	ПО ЛР ПР КП	

ного холодильного оборудования. Проектирование компрессорных и аппаратных отделений. Устройства для замораживания пищевых продуктов.								
Экзамен	18							18
Всего в 7 семестре	144	68	34		34	58		18
Тема 3. Схемы холодильных установок. Холодильные установки с промежуточным хладоносителем. Способы подачи хладагента в испарительную систему. Способы отвода теплоты. Использование теплоты конденсации хладагента и естественного холода. Расчет испарительной системы и подбор рассольных батарей. Работа с каталогами холодильного оборудования.	60	30	12	18		30	ПО ЛР ПР КП	
Тема 4. Оттаивание испарительной системы. Воздух в системе холодильной установки. Расчет оборотного водоснабжения. Влияние масла на работу холодильной установки. Расчет скороморозильных установок. Заправка системы холодильным агентом. Пусковые периоды в холодильных машинах и установках. Циклическая работа холодильной установки. Организация службы на промысловых судах.	62	30	12	18		32	ПО ЛР ПР КП	
Курсовой проект	31					31		
Экзамен	27							27
Всего в 8 семестре	180	60	24	36		93		27
Всего за курс	324	128	58	36	34	151		45

Примечание: ПО – письменный опрос; ПЗ – практические задания; ЛР – лабораторная работа.

Таблица 2. – Тематический план дисциплины по заочной форме обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
Тема 1. Классификация холодильных установок. Типы холодильников и их особенности. Непрерывная холодильная цепь. Применение хладонов в свете Монреальского протокола. Теоретический и действительный циклы холо-	76	6	2		4	70	ПО ЛР ПР КП	

дильной установки. Определение холодопроизводительности поршневого компрессора. Изоляция охлаждаемых помещений.								
Тема 2. Определение теплопритоков. Теплообменные аппараты холодильных машин. Определение режимных параметров холодильной установки. Методика расчета и подбора основного и вспомогательного холодильного оборудования. Проектирование компрессорных и аппаратных отделений. Устройства для замораживания пищевых продуктов.	68	8	2		6	60	ПО ЛР ПР КП	
Экзамен								
Всего за 4 курс	144	14	4		10	130		
Тема 3. Схемы холодильных установок. Холодильные установки с промежуточным хладагентом. Способы подачи хладагента в испарительную систему. Способы отвода теплоты. Использование теплоты конденсации хладагента и естественного холода. Расчет испарительной системы и подбор рассольных батарей. Работа с каталогами холодильного оборудования.	60	10	4		6	50	ПО ЛР ПР КП	
Тема 4. Оттаивание испарительной системы. Воздух в системе холодильной установки. Расчет оборотного водоснабжения. Влияние масла на работу холодильной установки. Расчет скороморозильных установок. Заправка системы холодильным агентом. Пусковые периоды в холодильных машинах и установках. Циклическая работа холодильной установки. Организация службы на промысловых судах.	62	12	6		6	50	ПО ЛР ПР КП	
Курсовой проект	49					49		
Экзамен	9							9
Всего за 5 курс	180	22	10		12	149		9
Всего за курс	324	36	14		22	279		9

Примечание: ПО – письменный опрос; ПЗ – практические задания; ЛР – лабораторная работа.

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Классификация холодильных установок. Типы холодильников и их особенности. Непрерывная холодильная цепь. Применение хладонов в свете Монреальского протокола. Теоретический и действительный циклы холодильной установки. Определение холодопроизводительности поршневого компрессора. Изоляция охлаждаемых помещений.

Лекция 1.1. Введение и значение курса.

Рассматриваемые вопросы.

Роль холодильной техники в промышленности. Анализ современного состояния и перспективы развития холодильной техники в различных областях промышленности. *Классификация холодильных установок*. Типы холодильников и их особенности.

Лабораторное занятие 1.1. Изучение технологического процесса производства мороженой продукции на предприятии. Строительно-планировочные особенности береговой холодильной установки.

Содержание занятия.

Изучение технологического процесса на распределительном холодильнике, конструктивных особенностей платформ, дверей, воздушных завес, средств механизации и размещения машинного отделения, производственных и вспомогательных помещений (особенности планировки распределительного холодильника).

Лекция 1.2. Низкотемпературная обработка продуктов.

Сущность защиты скоропортящихся продуктов от порчи путем использования холода. Охлаждение, замораживание и хранение продукции. Скорость замораживания. Влияние скорости замораживания на качество продукции. Холодильное предприятие; непрерывная холодильная цепь.

Лабораторное занятие 1.2. Изучение устройства и анализ работы агрегатов домашних (бытовых) холодильников.

Содержание занятия.

Изучение устройства агрегатов домашних холодильников, анализ их работы и определение энергетических показателей. Выполнение лабораторной работы способствует углублению изучения раздела курса «Малые холодильные установки».

Лекция 1.3. Хладагенты.

Рассматриваемые вопросы.

Диаграмма $\ln P-i$, $T-S$. Характеристики рабочих веществ холодильных машин. Физические и химические свойства хладагентов. Аммиак, его свойства, хранение и перевозка. Фреон-12, фреон-22, свойства, хранение и перевозка. Озоноразрушающие холодильные агенты. Характеристики различных хладагентов при изменении температуры окружающей среды. Применение хладон в свете Монреальского протокола.

Лабораторное занятие 1.3. Изучение устройства и принципа работы одноступенчатой фреоновой холодильной установки с регенеративным теплообменником.

Содержание занятия.

Описание среднетемпературной камеры КХС – 2 – 65. Принцип работы паровой компрессионной холодильной машины. Поршневой компрессор 2ФВ – 4 / 4,5. Холодильные компрессоры объемного принципа действия. Применение воздушных конденсаторов.

Воздухоохладители и охлаждающие батареи. Регенеративные теплообменники. Линейные ресивер. Фильтры-осушители.

Лекция 1.4. Циклы холодильных установок.

Рассматриваемые вопросы.

Теоретический и действительный циклы холодильной установки. Принципиальная схема и принцип работы аммиачной одноступенчатой паровой холодильной машины. Принципиальная схема и принцип работы одноступенчатой фреоновой холодильной машины с регенеративным теплообменником. *Холодопроизводительность и энергетические показатели* работы холодильной установки.

Лекция 1.5. Двухступенчатые аммиачные холодильные установки.

Рассматриваемые вопросы.

Причины перехода от одноступенчатого к двухступенчатому сжатию. Цикл двухступенчатого сжатия с однократным дросселированием (схема со змеевиком в промежуточном сосуде). Изображение процессов рассмотренных схем двухступенчатых аммиачных холодильных машин на диаграмме. Термодинамические и эксплуатационные достоинства и недостатки схем. Выбор промежуточного давления.

Лабораторное занятие 1.4. Определение тепловой нагрузки холодильной установки для камер хранения с различными температурными режимами.

Содержание занятия.

Изучение схемы и состава холодильной установки. Пуск холодильной установки. В соответствии с исходными данными определение тепловой нагрузки на камеры хранения.

Определение теплопритоков при холодильной обработке продукции Q₂.

Лекция 1.6. Двухступенчатые фреоновые холодильные установки.

Рассматриваемые вопросы.

Цикл двухступенчатого сжатия фреоновых холодильных установок. Фреоновая холодильная установка с экономайзером и винтовым компрессорным агрегатом. Изображение процессов рассмотренных схем двухступенчатых холодильных машин на диаграмме. Термодинамические и эксплуатационные достоинства и недостатки этих схем. Выбор промежуточного давления.

Лабораторное занятие 1.5.

Определение холодопроизводительности поршневого компрессора по заданным геометрическим характеристикам и режиму работы.

Содержание занятия.

Разборка компрессора *Copeland*. Снятие головки цилиндра. С помощью приборов измерения производятся замеры диаметра и хода поршня. Определение теоретической и действительной подачи компрессора. В соответствии с исходными данными режима работы холодильной установки производится расчет холодопроизводительности компрессора. Определяется влияние изменения режимных параметров на работу холодильной установки.

Лекция 1.7. Изоляция охлаждаемых помещений.

Рассматриваемые вопросы.

Понятие об изоляционной конструкции, массивности ограждения; конструкция ограждения стен, перекрытий, пола, перегородок, кровли, защита грунта от промерзания; нормативный коэффициент теплопередачи; нормы проектирования; анализ современных конструкций; направления развития изоляционных конструкций. Назначение тепловой изоляции ограждений охлаждаемых помещений, аппаратов и трубопроводов. Свойства теплоизоляционных материалов. Классификация теплоизоляционных материалов.

Лекция 1.8. Защита изоляции от увлажнения.

Рассматриваемые вопросы.

Движущая сила увлажнения. Определение зоны конденсаций. Расчет сопротивления паропроницанию. Анализ современных достижений в области защиты от увлажнения. Противопожарные пояса, соединения колон. Конструктивные особенности холодильников. Свойства паро- и гидроизоляционных материалов. Увлажнение теплоизоляционных материалов в конструкциях. Установление зоны конденсации влаги в теплоизоляционной конструкции. Меры борьбы с увлажнением тепловой изоляции в конструкциях.

Лабораторное занятие 1.6. Снятие цикла одноступенчатой холодильной установки.

Содержание занятия.

Построение действительного цикла холодильной установки. Определение основных характеристик работы холодильной установки. Причины отклонения от теоретического цикла работы холодильной установки с регенеративным теплообменником.

Тема 2. Определение теплопритоков. Теплообменные аппараты холодильных машин. Определение режимных параметров холодильной установки. Методика расчета и подбора основного и вспомогательного холодильного оборудования. Проектирование компрессорных и аппаратных отделений. Устройства для замораживания пищевых продуктов.

Лекция 2.1. Теплопритоки.

Рассматриваемые вопросы.

Расчет теплопритоков. Определение расчетных условий. Цели и метод теплового расчета охлаждаемых помещений. Понятие о расчетной температуре и тепловой нагрузке. Понятие о тепловой нагрузке на компрессор и оборудование. Причины изменения теплового потока от объекта охлаждения. Определение теплопритока через ограждения. Учет теплоты солнечной радиации. Теплопритоки от грузов при холодильной обработке. Теплопритоки при вентиляции охлаждаемых помещений. Эксплуатационные теплопритоки. Итоговые данные теплового расчета. Оп-

ределение необходимой холодопроизводительности компрессора и нагрузки на камерное оборудование.

Лабораторное занятие 2.1. Снятие цикла двухступенчатой холодильной установки.

Содержание занятия.

Построение действительного цикла холодильной установки. Определение основных характеристик работы холодильной установки. Причины отклонения от теоретического цикла работы холодильной установки.

Лекция 2.2. Теплообменные аппараты холодильных машин.

Рассматриваемые вопросы.

Математические модели теплообменных аппаратов холодильных установок. Назначение конденсатора как элемента холодильной машины. Теплоотводящие среды. Определение температуры конденсации. Тепловая нагрузка на конденсатор. Характеристики, достоинства и недостатки отдельных типов конденсаторов. Подбор и расчет конденсаторов. Агрегатирование холодильных машин. Преимущества агрегатированного оборудования. Компрессорно-конденсаторные агрегаты.

Лабораторное занятие 2.2. Изучение схемы холодильной установки с использованием промежуточного хладоносителя на примере предприятий Камчатского края.

Содержание занятия.

Изучение технологического процесса на предприятии. Изучается схема холодильной установки рассольного охлаждения с испарителями открытого типа. Преимущества и недостатки схем с промежуточным хладоносителем.

Лекция 2.3. Испарительные системы.

Рассматриваемые вопросы.

Назначение испарителя как элемента холодильной машины. Понятие о способах охлаждения и классификация испарителей. Испарители, предназначенные для охлаждения хладоносителей. Типы и конструкции испарителей для охлаждения хладоносителей. Характеристики, достоинства и недостатки отдельных типов испарителей. Расчет испарителей. Конструктивные особенности хладоновых испарителей. Классификация камерных приборов охлаждения. Гладкотрубные и оребренные камерные батареи различного типа, плотность их теплового потока. Воздухоохладители, особенности конструкций. Области применения воздухоохладителей различных типов. Испарительно-регулирующие агрегаты. Камерные охлаждающие устройства. Распределение температуры по объему помещения. Усушка продукта.

Лабораторное занятие 2.3. Определение режимных параметров холодильной установки судовых провизионных кладовых.

Содержание занятия.

Состав систем тренажера соответствует стандартной судовой комплектации. Параметры и характеристики работы моделируемых механизмов и систем соответствуют реальным, так как в тренажере моделируются все основные процессы (тепловые, механические, газо- и гидродинамические, электрические) во взаимосвязи. Задачей работы является изучение схемы холодильной установки. Определение рабочих параметров на различных режимах работы холодильной установки.

Лекция 2.4. Подбор оборудования.

Рассматриваемые вопросы.

Методика расчета и подбора основного и вспомогательного холодильного оборудования. *Подбор и проектирование холодильных установок.* Подбор холодильного оборудования; компрессор, конденсатор, отделитель жидкости, промежуточный сосуд, линейный ресивер, маслоотделитель, насосы.

Лабораторное занятие 2.4. Изучение схемы холодильной установки распределительного холодильника ЗАО «Акрос».

Содержание занятия.

На примере схемы холодильной установки распределительного холодильника ЗАО «Акрос» изучается взаимодействие элементов схемы и путем сравнения с существующими определяется ее характер.

Лекция 2.5. Проектирование компрессорных и аппаратных отделений.

Рассматриваемые вопросы.

Требования к машинному отделению; нормы проектирования; выбор типа и числа компрессоров основного и вспомогательного оборудования. Помещения машинных отделений, компрессорный зал, аппаратное отделение, совмещенное помещение аммиачных холодильных установок согласно СНиП II–М. 2–72 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования».

Лекция 2.6. Водный лед и льдогенераторы.

Рассматриваемые вопросы.

Использование, получение и хранение льда. Холодильная установка как средство для получения и хранения льда. Устройства для охлаждения и пищевых продуктов. Льдогенераторы. Анализ конструкций из условия повышения качества продукта и экономичности и надежности хладоснабжения. Основы расчета льдогенератора.

Лабораторное занятие 2.5.

Снятие схем разводки трубопроводов холодильной установки ярусоловного морозильного сейнера.

Содержание занятия.

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

Лекция 2.7. Производство и применение диоксида углерода.

Рассматриваемые вопросы.

Теплофизические свойства диоксида углерода (сухой лед – R744). Производство газообразного, жидкого и твердого диоксида углерода. Схема технологического процесса выделения диоксида углерода из дымовых газов. Холодильная установка как средство для получения сухой углекислоты. Применение диоксида углерода в промышленности.

Лабораторное занятие 2.6. Изучение схемы холодильной установки морозильного филейного траулера.

Содержание занятия.

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

Лекция 2.8. Устройства для замораживания пищевых продуктов.

Рассматриваемые вопросы.

Скороморозильные холодильные установки. Анализ конструкций из условия повышения качества продукта и экономичности и надежности хладоснабжения. Азотные скороморозильные аппараты. Принцип работы воздушной турбохолодильной установки. Альтернативные скороморозильные аппараты.

Лабораторное занятие 2.7. Изучение схемы холодильной установки судна типа БАТМ пр. 1288.

Содержание занятия.

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

Лекция 2.9. Малые холодильные установки.

Рассматриваемые вопросы.

Холодильные установки торговой сети. Стационарные камеры торговых предприятий. Централизованное холодоснабжение. Охлаждаемые шкафы, витрины, прилавки и др. торговое оборудование, использующее искусственное охлаждение. Оборудование холодильных установок в торговле. Специальные холодильные установки.

Лабораторное занятие 2.8. Изучение схемы холодильной установки судна типа БМРТ

Содержание занятия.

В ходе выполнения лабораторной работы изучается схема холодильной установки судна. Узлы подачи холодильного агента в испарительную систему. Подробно рассматриваются вопросы потребителей холода. В соответствии с исходными данными вычерчивается принципиальная схема отдельного узла холодильной установки: включение компрессоров двухступенчатого сжатия; включение морозильных аппаратов; включение воздухоохладителей трюмов; включение льдогенератора.

Тема 3. Схемы холодильных установок. Холодильные установки с промежуточным хладоносителем. Способы подачи хладагента в испарительную систему Способы отвода теплоты. Использование теплоты конденсации хладагента и естественного холода. Расчет испарительной системы и подбор рассольных батарей. Работа с каталогами холодильного оборудования.

Лекция 3.1. Схемы холодильных установок.

Рассматриваемые вопросы.

Общие сведения. Понятие о схемах холодильных установок. Требования, предъявляемые к схемам холодильных установок. Узел включения одноступенчатого компрессора. Трубопроводная и приборная обвязка компрессора. Включение универсальных камер. Узел включения двухступенчатого компрессора: трубопроводная, арматурная и приборная оснащённость с точки зрения надежности, безопасности и экономичности эксплуатации.

Практическое занятие 1. Термодинамическая диаграмма $\ln P-i$, T-S.

Содержание занятия.

Работа с термодинамическими диаграммами $\ln P-i$, T-S. Определение параметров по таблицам состояния холодильных агентов. Определение давления, температуры, энтальпии, удельного объема, энтропии, плотности холодильного агента.

Лекция 3.2. Холодильные установки с промежуточным хладоносителем.

Рассматриваемые вопросы.

Схемы установок, использующих промежуточные хладоносители. Свойства хладоносителей, области применения различных хладоносителей. Подключение испарителей открытого и закрытого типа. Расчет и подбор оборудования для систем охлаждения с промежуточным хладоносителем. Схемы с использованием некоторых хладагентов в качестве хладоносителей. Схема оттаивания рассольных батарей.

Практическое занятие 2. Работа с термодинамической диаграммой $\ln P-i$.

Содержание занятия.

Построение цикла одноступенчатой холодильной установки. Оценка влияния работы холодильной установки при различных режимных параметрах на холодопроизводительность. Определение основных параметров работы холодильной установки.

Лекция 3.3. Узлы включения аппаратов холодильной установки.

Рассматриваемые вопросы.

Узел включения аппарата и сосуда (конденсатор – линейный ресивер, отделитель жидкости, дренажный ресивер, маслосборник).

Практическое занятие 3. Работа с термодинамической диаграммой $\ln P-i$.

Содержание занятия.

Работа с термодинамической диаграммой $\ln P-i$. Построение цикла двухступенчатой холодильной установки. Оценка влияния работы холодильной установки при различных режимных параметрах на холодопроизводительность. Определение основных параметров работы холодильной установки.

Лекция 3.4. Схемы узла подачи хладагента в испарительную систему.

Рассматриваемые вопросы.

Способы подачи хладагента в испарительную систему. Кратность циркуляции хладагента в испарительной системе. Безнасосные схемы без отделителя жидкости, с верхним и нижним расположением отделителя жидкости. Сосуды, используемые в схемах холодильных установок. Насосные схемы с вертикальными и горизонтальными циркуляционными ресиверами. Узел подключения герметичных циркуляционных насосов. Верхняя и нижняя подача хладагента в приборы охлаждения. Распределительные коллекторы для автоматизированных схем.

Практическое занятие 4. Определение толщины изоляции.

Содержание занятия.

Определение толщины изоляции ограждения стен, перекрытий, пола, перегородок, кровли. Расчет изоляции с тепловыми мостиками.

Лекция 3.5. Безнасосная фреоновая схема трубопроводов.

Рассматриваемые вопросы.

Безнасосная фреоновая схема трубопроводов с терморегулирующим вентилем (регулятором перегрева). Анализ работы ТРВ - Испаритель - Компрессор. *Взаимосвязь параметров при работе холодильных установок в нерасчетных условиях. Описание динамических режимов работы холодильных установок и аппаратов. Системы автоматизации холодильных установок в нерасчетных условиях.*

Практическое занятие 5. Расчет теплопритоков.

Содержание занятия.

Производится расчет теплопритоков Q_1 и Q_2 , определение нагрузки на компрессор и на камерное оборудование в камеры замораживания, хранения охлажденных и замороженных продуктов питания при различных значениях температуры наружного воздуха.

Лекция 3.6. Отвод теплоты конденсации к окружающей среде.

Рассматриваемые вопросы.

Способы отвода теплоты. Основы процесса испарительного охлаждения воды. Типы охладителей воды. Схема проточного, оборотного и двухконтурного водоснабжения. Основы процесса испарительного охлаждения воды. Типы охладителей воды. Вентиляторные градирни. Использование теплоты конденсации хладагента и естественного холода.

Практическое занятие 6. Расчет теплопритоков.

Содержание занятия.

Производится расчет теплопритоков Q_3 и Q_4 , определение нагрузки на компрессор и на камерное оборудование в камеры замораживания, хранения охлажденных и замороженных продуктов питания при различных значениях температуры наружного воздуха.

Практическое занятие 7. Подбор оборудования.

Содержание занятия.

По результатам практического занятия 2.2 производится подбор основного и вспомогательного холодильного оборудования с использованием каталогов отечественных и зарубежных производителей.

Практическое занятие 8. Расчет ледогенератора периодического действия для производства пластинчатого льда.

Содержание занятия.

Определяется число намораживающих элементов ледогенератора, время намораживания льда, потребная холодопроизводительность компрессоров, удельные показатели работы ледогенератора и составление полной схемы трубопроводов холодильного агента. В основной части работы необходимо привести чертеж конструкции намораживающего элемента ледогенератора, и произвести расчет.

Практическое занятие 9. Расчет испарительной системы и подбор рассольных батарей.

Содержание занятия.

Изучается схема холодильной установки рассольного охлаждения. В соответствии с исходными данными определяется тепловая нагрузка на испаритель. Определяется площадь теплообменной поверхности рассольных батарей, количество секций рассольных батарей исходя из размеров камер хранения. Определяется необходимое количество рассола. Пользуясь каталогами холодильного оборудования, производится подбор рассольных батарей. Производится подбор рассольного насоса.

Тема 4. Оттаивание испарительной системы. Воздух в системе холодильной установки. Расчет оборотного водоснабжения. Влияние масла на работу холодильной установки. Расчет скороморозильных установок. Заправка системы холодильным агентом. Пусковые периоды в холодильных машинах и установках. Циклическая работа холодильной установки. Организация службы на промысловых судах.

Лекция 4.1. Оттайка испарительной системы.

Рассматриваемые вопросы.

Снятие снеговой шубы с воздухоохладителей непосредственного охлаждения. Оттаивание воздухоохладителей с применением ТЭНов. охлаждения. Оттаивание воздухоохладителей с применением паров высокого давления. Схема оттаивания рассольных батарей. Оттайка плиточных морозильных аппаратов и рассольных систем.

Практическое занятие 10. Определение емкости испарительной системы.

Содержание занятия.

Определение емкости испарительной системы для различных схем подачи холодильного агента в испарительную систему. Рассматриваются схемы подачи холодильного агента под действием столба жидкости; непосредственная (от разности давлений кипения и конденсации); с верхним и нижним расположением отделителя жидкости; насосно-циркуляционная схема подачи.

Лекция 4.2. Воздух в системе холодильной установки.

Рассматриваемые вопросы.

Причины попадания. Вредное воздействие на работу холодильной установки. Способы обнаружения и удаления воздуха. Конструкция воздухоотделителей. Автоматизация удаления воздуха из холодильной установки.

Практическое занятие 11. Расчет оборотного водоснабжения.

Содержание занятия.

Изучается схема оборотного водоснабжения с применением градирни. В соответствии с исходными данными определяется температура по мокрому термометру. Определяется температура на входе в конденсатор и на выходе из градирни. Определяется тепловая нагрузка на градирню и количество форсунок. Пользуясь каталогами холодильного оборудования производится подбор градирни.

Лекция 4.3. Масло в системе холодильной установки.

Рассматриваемые вопросы.

Виды масла и свойства смеси масло-хладагент. Причины попадания масла в систему и влияние оказываемое на энергетические показатели. Способы удаления и автоматизация процесса отделения масла. Возврат масла в компрессор. Особенности при работе с поршневыми и винтовыми компрессорами. Конструкции маслоотделителей.

Практическое занятие 12. Расчет скороморозильной установки с интенсивной циркуляцией воздуха.

Содержание занятия.

В ходе практического занятия определяется число блокформ, длина и скорость конвейера, потребная холодопроизводительность компрессоров, производительность вентиляторной установки, охлаждающая поверхность воздухоохладителей, а также удельные показатели работы скороморозильной установки: расход холода на замораживание 1 кг рыбы; расход электроэнергии на замораживание 1 т рыбы. В основной части работы вычерчивается схема морозильной установки.

Лекция 4.4. Заправка системы холодильным агентом

Рассматриваемые вопросы.

Заправка системы холодильным агентом аммиачных и хладоновых холодильных машин. Техника безопасности при заправке. Особенности влияния утечек однокомпонентных, зеотропных и азеотропных хладагентов на изменение характеристик холодильных систем.

Практическое занятие 13. Расчет плиточного морозильного аппарата.

Содержание занятия.

При расчете морозильного аппарата с использованием формулы Планка требуется определить продолжительность замораживания блока, геометрические размеры и количество моро-

зильных плит, теплопритоки в аппарат. Определяется необходимая холодопроизводительность холодильной установки.

Лекция 4.5. Влага и загрязнения в системе холодильной установки

Рассматриваемые вопросы.

Причины попадания влаги в систему холодильной установки. Влияние, оказываемое присутствием влаги на работу аммиачной и хладагентной установки. Растворимость воды в холодильных агентах. Коррозия металлов. Удаление влаги из системы. Сушка хладагентов с применением сорбентов (силикагель и синтетические цеолиты). Влияние механических загрязнений на работу холодильной установки. Газовые, масляные и жидкостные фильтры.

Практическое занятие 14. Расчет азотного морозильного аппарата

Содержание занятия.

В ходе выполнения практической работы изучается схема азотной скороморозильной холодильной установки. Определяется продолжительность охлаждения, замораживания продукта, а так же процесс выравнивания среднеобъемной температуры продукта. Определяется необходимая холодопроизводительность и расход азота при замораживании продуктов.

Лекция 4.6. Эксплуатация и регулирование низкотемпературных установок.

Рассматриваемые вопросы.

Оптимальные режимы холодильной установки. Регулирование работы, параметры подлежащие регулированию. *Пусковые периоды в холодильных машинах и установках. Циклическая работа холодильной установки.* Отклонения от оптимальных режимов работы холодильной установки: повышенная температура нагнетания, пониженная температура кипения, всасывания, повышенная температура конденсации. *Влияние температуры окружающей среды на энергетические характеристики холодильных систем.*

Практическое занятие 15. Расчет обогрева полов охлаждаемых камер.

Содержание занятия.

Изучается принципиальная схема электрообогрева полов. Определяется мощность требуемого теплового потока. Определяется активное сопротивление и напряжение в секции, предельный ток трансформатора. При этом рассматриваются несколько вариантов с изменением числа электронагревательных стержней и их диаметра, числа нагревателей в группе и количества групп в секции.

Лекция 4.7. Организация службы на промысловых судах.

Рассматриваемые вопросы.

Обязанности, права и ответственность машиниста рефрижераторных установок. Ведение вахтенного журнала, порядок его заполнения. Заполнение документов по заведованию. Требования безопасности труда при эксплуатации холодильной установки. Доврачебная помощь при поражении холодильным агентом. Средства индивидуальной защиты при прорыве аммиака. Требования безопасности труда при эксплуатации аммиачной и фреоновой холодильной установки.

Практическое занятие 16. Определение диаметра трубопроводов.

Содержание занятия.

В соответствии с исходными данными производится расчет трубопроводов всасывающей магистрали компрессора, жидкостной циркуляционный трубопровод, нагнетательной магистрали. Производится подбор стальных бесшовных и медных трубопроводов.

Практическое занятие 17. Определение толщины изоляции трубопроводов.

Содержание занятия.

В соответствии с исходными данными производится расчет толщины изоляции трубопроводов всасывающей магистрали компрессора, жидкостной циркуляционный трубопровод. Применяется метод последовательных приближений.

Практическое занятие 18. Гидравлический расчет трубопроводов.

Содержание занятия.

Изучаются схемы последовательного и параллельного соединения гидравлических участков трубопроводов. В соответствии с исходными данными определяются потери давления на трение, число Рейнольдса, коэффициент трения. Определяются потери давления в местных сопротивлениях и полная потеря давления на участке трубопровода. Определение падения давления в жидкостных трубопроводах. Расчет и подбор насосов.

Практическое занятие 19. Прочерчивание трассы трубопроводов (в аксонометрии) в машинном отделении.

Содержание занятия.

Прочерчивание трассы трубопроводов (в аксонометрии) в машинном отделении узла одноступенчатого поршневого и винтового компрессора и воздушного конденсатора, узла двухступенчатого поршневого и винтового компрессора и водяного конденсатора, узла циркуляционного ресивера, насоса холодильного агента и испарительной системы, промежуточного сосуда, линейного ресивера и маслосборника.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает следующие виды работ:

- проработка (углубленное изучение) лекционного материала, работа с конспектами лекций;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к текущему (опрос, тестирование) и итоговому контролю знаний по дисциплине.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Значение холода в рыбной промышленности. Непрерывная холодильная цепь.
2. Типы холодильников и их особенности.
3. Технологическая схема обработки рыбы на производственном рефрижераторе и береговом холодильнике.
4. Определение потребной емкости холодильника.
5. Определение потребной площади холодильника и условной емкости холодильника.
7. Строительные и планировочные особенности холодильников.
8. Назначение изоляции, условия работы изоляции.
9. Требования к изоляционным материалам. Определение коэффициента теплопередачи ограждения.
10. Пароизоляционные материалы.
11. Определение толщины пароизоляционного материала в неоднородном ограждении.
12. Определение толщины изоляции из условия невыпадения влаги на поверхности ограждения.
13. Определение оптимальной толщины изоляции.
14. Конструкция изолированных ограждений холодильников и рефрижераторных судов.
15. Расчет коэффициента теплопередачи ограждения с тепловыми мостиками путем разделения на зоны и слои.
16. Расчет коэффициента теплопередачи методом круговых потоков.
17. Расчет теплопритоков через ограждения и полы.
18. Расчет теплопритоков от солнечной радиации.
19. Расчет теплопритоков при охлаждении и замораживании.
20. Теплопритоки эксплуатационные и теплопритоки при вентиляции.
21. Выбор температур кипения. Суммарные теплопритоки.
22. Сравнительный анализ охлаждения по энергетическим затратам.
23. Сравнение способов охлаждения по капитальным затратам.
24. Технико-экономический анализ батарейного, панельного и воздушного охлаждения.

25. Области применения систем охлаждения с промежуточным хладоносителем. Влияние гидростатического столба ж.х.а на температуру кипения.
26. Подбор компрессоров одноступенчатого сжатия.
27. Подбор компрессоров двухступенчатого сжатия.
28. Подбор конденсатора и отделителя жидкости.
29. Подбор промежуточного сосуда, водяного переохладителя и маслоотделителя.
30. Охлаждающие устройства камер. Конструктивные особенности.
31. Анализ тепловых сопротивлений камерных охлаждающих устройств.
32. Методика расчета охлаждающих устройств.
33. Узел включения компрессоров.
34. Узел включения конденсатора, линейного ресивера.
35. Способы подачи холодильного агента в охлаждающие устройства, требования предъявляемые к способам подачи.
36. Безнасосная схема с верхним расположением отделителя жидкости.
37. Аммиачная безнасосная схема с ТРВ. Анализ работы.
38. Аммиачная насосная схема с нижней подачей аммиака в охлаждающие устройства.
39. Насосная схема с верхней подачей аммиака в охлаждающие устройства. Анализ работы, подбор оборудования.
40. Варианты включения универсальных камер.
41. Особенности схем фреоновых холодильных установок.
42. Расчет всасывающих трубопроводов холодильной установки.
43. Расчет нагнетательных и жидкостных трубопроводов холода, установок.
44. Требования, предъявляемые к морозильным установкам, вывод уравнения Планка, анализ путей интенсификации процесса замораживания.
45. Способы замораживания рыбы. Технико-экономическое сравнение.
46. Методика расчета морозильной установки.
47. Расчет потребной мощности компрессоров для морозильной установки.
48. Свойства водного льда. Заготовка, хранение и применение водного льда.
49. Льдогенератор рассольного типа.
50. Льдогенератор для производства трубчатого льда.
51. Льдогенератор непосредственного охлаждения для производства цилиндрического льда.
52. Льдогенераторы для производства чешуйчатого льда.
53. Определение потребной мощности компрессоров для льдогенератора периодического действия.
54. Схема промежуточного хладоносителя с открытым испарителем и открытыми охлаждающими устройствами.
55. Схема промежуточного хладоносителя с закрытыми охлаждающими устройствами и открытым испарителем. Аккумуляция холода.
56. Схема промежуточного хладоносителя с закрытым испарителем и закрытыми охлаждающими устройствами.
57. Домашние холодильники. Схема агрегата, особенности работы, электросхема.
58. Тепло и массообмен между водой и воздухом, предел охлаждения воды.
59. Тепловые характеристики охладителей циркуляционной воды, схемы охладителей обратной воды.
60. Методика расчета охладителей обратной воды.
61. Взаимодействие масел и холодильных агентов.
62. Масло в системе аммиачной холодильной установки, маслоотделители.
63. Масло в системе фреоновой холодильной установки.
64. Вода и механические загрязнения в системе холодильной установки.
65. Влияние воздуха на работу холодильной установки. Пути сокращения потерь холодильного агента при выпуске воздуха.
66. Воздухоотделитель змеевикового типа, двухтрубный воздухоотделитель.
67. Воздухоотделитель фирмы «Армстронг».

68. Автоматический воздухоотделитель АВ-4.
69. Свойства углекислоты, источники углекислоты, применение углекислоты.
70. Схема получения газообразной углекислоты из дымовых газов котельных установок.
71. Обязанности, права и ответственность машиниста рефрижераторных установок.
72. Требования безопасности труда. Доврачебная помощь при поражении холодильным агентом. Средства индивидуальной защиты.

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Курьлев Е.С., Герасимов Н. А. Холодильные установки. □ Л: Машиностроение. 1980. □ 822 с.
2. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности Техника и физика низких температур» / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, Л.С. Тимофеевский; Под общ.ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 2006. – 944 с.

Дополнительная литература

1. Холодильные машины. Под общ. ред. И.А. Сакуна. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-е, 1985. – 510 с.
2. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. Под общ. ред. И.А. Сакуна.- Л.: Маш-е. Ленингр. отд-е, 1987. – 423 с.
3. Холодильные машины и установки, их эксплуатация: Учебное пособие / Абдульманов Х.А., Балыкова Л.И., Сарайкина И.П. – М.: Колос, 2006. – 238 с.
4. Перльштейн И.И., Парушин Е.Б. Термодинамические и теплофизические свойства рабочих веществ холодильных машин и тепловых насосов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 232 с.
5. Теплофизические основы получения искусственного холода. Справочник. Под ред А.В. Быкова. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 231 с.
6. Холодильные машины. Справочник. Под ред. А.В. Быкова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 223 с.
7. Различные области применения холода: Справочник. – Под ред. А.В.Быкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
8. Журнал «Холодильная техника».

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [сайт]. URL: <http://www.elibrary.ru>;
2. Камчатский государственный университет: [сайт]. URL: <http://www.kamchatgtu.ru>;
3. <http://www.holodilshchik.ru>.
4. <http://www.himholod.ru>
5. <http://www.ostrov.ru>
6. <http://www.promholod.com>
7. <http://bitzer.ru>

Методические указания

1. Холодильные машины и установки: Лабораторный практикум / И. П. Сарайкина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины рекомендуется использовать методические указания (Холодильные машины и установки: Лабораторный практикум / И. П. Сарайкина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019) которые содержат:

- краткую характеристику дисциплины;
- цели и задачи изучения дисциплины;
- содержание дисциплины;
- рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;
- методические указания к выполнению лабораторных работ;
- методические указания к выполнению практических работ;
- содержание, варианты заданий и методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы;
- перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамену);
- рекомендуемую литературу.

8. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Целью выполнения курсового проекта является систематизация, закрепление, расширение и контроль теоретических и практических знаний, полученных курсантами при изучении курса «Холодильные машины и установки» и приобретение навыков самостоятельного проектирования.

Задачей курсового проекта является разработка технологической части проекта холодильника с элементами строительных решений.

Курсовой проект состоит из комплекта чертежей и расчетно-пояснительной записки (РПЗ).

Текстовая часть:

- титульный лист, задание на проектирование, введение;
- технологический процесс на проектируемом холодильнике;
- расчет площадей, планировка, расчет условной емкости, техническая характеристика охлаждаемых помещений; расчет изоляции;
- расчет теплопритоков, выбор и обоснование температур в холодильных камерах, определение потребной холодильной мощности компрессоров и тепловой нагрузки камерных охлаждающих устройств;
- принципиальная схема холодильной установки;
- подбор и расчет холодильного оборудования;
- расчет трубопроводов;
- вопросы техники безопасности.
- заключение;
- список используемой литературы.

В расчетно-пояснительной записке должно быть приведено описание спроектированного холодильника: планировочное решение, принятые изоляционные материалы и конструкции, схема холодильной установки, система охлаждения и температуры кипения, перечень оборудования и др. Здесь же следует привести обоснование выбора типа и числа элементов холодильной установки.

В расчетной части должны быть выполнены расчеты, доказывающие правильность принятых решений: размеров помещений, типа и количества единиц холодильного оборудования, а также толщины тепловой изоляции. Холодильное и вспомогательное оборудование должно быть современно и выбрано с учетом особенностей схемы холодильной установки.

Объем графической части проекта составляет три листа формата А1 (594×841 мм):

План и разрез холодильника.

На этом листе вычерчивается план холодильника на отметке 0.000 с нанесением сетки колонн и размеров, узлами изоляционных конструкций, характеристикой помещений. Разрез здания с указанием отметок оборудования, трубопроводов, основных элементов конструкций и высот помещений.

Аксонетрическая схема разводки трубопроводов в машинном отделении.

Вычерчиваются в аксонетрической проекции основное оборудование и все трубопроводы машинного отделения холодильной установки с указанием их диаметров, типа используемой арматуры и изоляции, а также мест отбора давлений и установки датчиков температуры.

План и разрез машинного отделения.

На листе вычерчивается план машинного отделения с указанием размеров помещений основного и вспомогательного назначения, расстановкой основного и вспомогательного оборудования и привязкой его к строительным конструкциям. Указываются расстояния между оборудованием и строительными конструкциями, определяется ширина проходов, наносятся трассы основных трубопроводов с указанием размещения опор и подвесок. Для детализации особенностей строительных конструкций установки и (или) обвязки оборудования выполняются один или несколько разрезов машинного отделения, на которых указывают планировочные отметки, высоты и привязки оборудования и трубопроводов.

Расчетно пояснительная записка (РПЗ) оформляется на бумаге формата А4 (297×210 мм). Объем записки должен быть достаточным для изложения всех вопросов, рассматриваемых в проекте.

Следует избегать пространных рассуждений, выписок из учебников и др. источников. РПЗ составляется на основании черновых записей и расчетов, проводимых в течение всего времени работы над проектом. Учитывая большой объем работы по ее оформлению, рекомендуется чистой вариант записки писать поэтапно.

Текстовая часть записки пишется на одной стороне листа. Эскизы, графики, фотографии и схемы оформляют в тексте или на отдельных листах.

Выполнение курсового проекта целесообразно вести в следующем порядке.

Определить площадь производственных и вспомогательных помещений, а также размеры холодильника в плане. Затем выполнить планировку холодильника. Выбрать теплоизоляционный материал, теплоизоляционную конструкцию и ее коэффициент теплопередачи. После этого выполнить тепловой расчет, и определить тепловую нагрузку на компрессор и на камерное оборудование.

По данным теплового расчета производятся расчет и выбор основного и вспомогательного холодильного оборудования.

Пояснительная часть записки составляется по завершении всех расчетов.

Порядок выполнения работы:

- расчет площадей производственных и вспомогательных помещений;
- планировка холодильника (два варианта);
- выбор способа охлаждения и определение температурного режима работы холодильной установки;
- выбор изоляционной конструкции, коэффициента теплопередачи K (только для одного из ограждений);
- тепловой расчет;
- расчет и подбор основного холодильного оборудования, подбор камерного оборудования.

Перед началом проектирования курсант (студент) должен проработать соответствующие теоретические вопросы. Наряду с учебной литературой следует пользоваться периодическими изданиями, действующей нормативно-технической документацией и другой специальной литературой.

Исходные данные выдаются руководителем курсового проекта каждому курсанту (студенту) перед началом проектирования. Для студентов заочной формы обучения задание на курсовой проект выдается на установочных лекциях.

Исходными данными для курсового проекта являются:

- тип холодильника;
- район строительства (город);
- емкость в тоннах условного груза или объем.

Перед началом работы руководитель проекта проводит консультацию, на которой уточняет задачи, объем и сроки выполнения отдельных этапов. После предварительной проработки и изу-

чения литературы студент (курсант) конкретизирует свои задачи. В ходе проектирования прорабатываются различные варианты, проводится их анализ, представляется обоснование и принимаются оптимальные решения по каждому рассматриваемому вопросу.

Всю ответственность за принимаемые решения, точность расчетов и качество разработки несет студент (курсант), как автор проекта.

Разработка проекта организуется и регламентируется графиком работы. Контроль за выполнением этапов проекта осуществляется руководителем.

Не реже одного раза в неделю студент (курсант) обязан доложить руководителю проекта о выполнении графика проектирования. Несоблюдение студентом (курсантом) графика проектирования считается нарушением графика учебного процесса и является основанием для рассмотрения выпускающей кафедрой вопроса о целесообразности его дальнейшего обучения. Указания по выполнению разделов проекта студент (курсант) получает в индивидуальном порядке на консультациях.

Выполненный, проверенный и подписанный (студентом) курсантом проект в полном объеме не позднее, чем за неделю до назначенной даты защиты, сдается руководителю. Руководитель проверяет его комплектность и объем, дает рекомендации по устранению ошибок и неточностей. Полностью проверенный и скомплектованный проект подписывается руководителем и назначается дата его защиты.

Защита проекта проводится не позднее, чем за неделю до окончания текущего семестра. К защите предъявляются пояснительная записка и чертежи. Студент (курсант) должен уметь обосновать принятые для расчетов исходные данные, объяснить методики проводимых расчетов и исследований.

Защита проекта включает в себя краткий доклад (8–10 минут) и ответы на вопросы. В докладе студент (курсант) должен обосновать принятые в ходе выполнения разделов проекта решения: выбор объемно-планировочного решения, конструкции изоляции, холодильного оборудования, особенности схемы холодильной установки, выбор холодильного агента, экономичность решения поставленной задачи и предусмотренные меры безопасной эксплуатации холодильника.

Оценка за курсовой проект выставляется с учетом качества выполнения графической части, четкости и полноты раскрытия основных разделов проекта, содержания доклада и правильности ответов на вопросы.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса:

- приложение Microsoft Power Point;
- текстовый редактор Microsoft Office Word.

Перечень информационно-справочных систем:

- единая информационная образовательная среда университета «ЭИОС КамчатГТУ»;
- электронная библиотечная система;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU;
- электронный каталог научно-технической библиотеки КамчатГТУ.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническая база для осуществления образовательного процесса по дисциплине, имеющаяся в распоряжении КамчатГТУ:

- для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной

- аттестации, специализированная учебная аудитория 3-201, 3-202, 3-203, 3-204, 3-205, 3-212, 3-213, 3-216, 3-308 с комплектом учебной мебели;
- *T-s* – диаграммы рабочих веществ холодильной машины.
 - *i-Igp* – диаграммы рабочих веществ холодильной машины.
 - плакаты термодинамических диаграмм, схем и циклов холодильных машин.
 - лабораторные установки кафедры холодильных машин и установок.
 - для самостоятельной работы обучающихся – аудитория 3-208, оборудованная комплектом учебной мебели;
 - читальный зал и библиотечные каталоги научно-технической библиотеки КамчатГТУ;
 - мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор).

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий

- презентации в Power Point по темам курса.
- компьютерная программа по подбору теплообменного оборудования Bitzer Software 5.0.1

Дополнения и изменения в рабочей программе за _____ / _____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине Холодильные машины и установки

для направления (ний) 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»
 специальности (тей) _____

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
 (должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО
 (наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 201 _____ г.

Заведующий кафедрой

« _____ » _____ 201 _____ г. _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)