

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 17.09.2024 11:27:57
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12

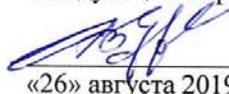


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 / Абдразаков Ф.К./
«26» августа 2019 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ
Направление подготовки	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Тепло-, газо-, холодоснабжение и вентиляция
Квалификация выпускника	Бакалавр
Нормативный срок обучения	4 года
Кафедра-разработчик	Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение
Ведущий преподаватель	Спиридонова Е.В. доцент

Разработчик: доцент Спиридонова Е.В.


(подпись)

Саратов 2019

Содержание		Стр
1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.	9
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования	26

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Холодильные машины» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31.05.2017 г. № 481, формируют следующие компетенции:

«Способен использовать нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования инженерных сетей» (ПК-1).

«Способен подготавливать проектную и рабочую документацию по отдельным элементам и узлам систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции» (ПК-12);

Таблица 1

Таблица 1 - Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Холодильные машины»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-1	Способен использовать нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования инженерных сетей	ПК1.5 Использует нормативную базу в области инженерных изысканий при проектировании систем холодоснабжения	5	лекции, лабораторные занятия	устный отчет по лабораторным занятиям, доклад по самостоятельной работе.

ПК-12	Способен подготавливать проектную и рабочую документацию по отдельным элементам и узлам систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции	ПК12.8 Подготавливает проектную и рабочую документацию по отдельным элементам и узлам систем холодильных машин ПК12.9 Демонстрирует знание нормативной базы в области проектирования систем холодоснабжения.	5	лекции, лабораторные занятия	устный отчет по лабораторным занятиям, доклад по самостоятельной работе.
-------	---	---	---	------------------------------	--

Компетенция ПК-1 – также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Введение в профессию», «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики на объектах тепло-, газоснабжения», «Теплогазоснабжение с основами теплотехники»; «Энергосбережение в системах ТГС и В»; «Инженерное обеспечение строительства. Геодезия»; «Инженерная геология»; «Ознакомительная практика»; «Изыскательская практика»; «Технологическая практика»; «Проектная практика»; «Исполнительская практика»; «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

Компетенция ПК-12 – также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Кондиционирование и холодоснабжение»; «Отопление»; «Насосы, вентиляторы, компрессоры в системах теплогазоснабжения и вентиляции»; «Вентиляция»; «Теоретические основы создания микроклимата»; «Основы обеспечения микроклимата зданий»; «Технологическая практика»; «Проектная практика»; «Исполнительская практика»; «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 2

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ОМ
1	Доклад	продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в устном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	темы докладов
2	лабораторная работа	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	лабораторные работы
3	Тестирование	метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и навыков, способностей и других качеств личности, а также их соответствие определенным нормам путем анализа способов выполнения обучающимися ряда специальных заданий	банк тестовых заданий

Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	<p>Типы холодильников и их особенности. Определение зависимости между температурой и давлением насыщенного пара хладагента R12</p> <p>Определение зависимости между температурой и давлением насыщенного пара хладагента R12</p> <p>Виды систем охлаждения</p> <p>Способы отвода теплоты от потребителя холода. Определение энтальпии водяного пара при помощи адиабатического дросселирования.</p> <p>Определение удельной изобарной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении</p>	ПК-1, ПК-12	лабораторные работы, тестирование, доклад.
2	<p>Промышленные холодильники. Основное и вспомогательное оборудование систем холодоснабжения</p> <p>Определение удельной теплоты парообразования хладонов. Определение удельной теплоты парообразования хладонов</p> <p>Особенности проектирования ограждающих конструкций холодильников</p> <p>Определение зависимости между давлением и объемом при изотермическом процессе сжатия или расширения хладагента R13</p> <p>Определение толщины теплоизоляционного слоя холодильной камеры. Исследование цикла паровой компрессорной холодильной машины. Исследование цикла паровой компрессорной холодильной машины</p>	ПК-1, ПК-12	лабораторные работы, тестирование, доклад.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
3.	Получение и применение водного льда. Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло. Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло Операции по обслуживанию холодильной установки. Определение энтальпии водяного пара при помощи адиабатического дросселирования Определение энтальпии водяного пара при помощи адиабатического дросселирования Подбор и размещение холодильного оборудования Определение зависимости между температурой и давлением насыщенного водяного пара	ПК-1, ПК-12	лабораторные работы, тестирование, доклад.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине

Таблица 4

«Холодильные машины» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы Достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-1, 5 семестр	ПК1.5 Использует нормативную базу в области инженерных изысканий при проектировании систем холодоснабжения	Обучающийся не знает нормативную базу в области инженерных изысканий; принципы проектирования систем холодоснабжения. Обучающийся	Обучающийся примерно знает нормативную базу в области инженерных изысканий; принципы проектирования систем холодоснабжения промышленны	Обучающийся знает нормативную базу в области инженерных изысканий; принципы проектирования систем холодоснабжения	Обучающийся твердо знает действующие нормативную базу в области инженерных изысканий; принципы проектирования систем кондиционирования

		не умеет применять на практике положения нормативных документов в области инженерных изысканий при проектировании систем холодоснабжения	х предприятий. Обучающийся неуверенно применяет на практике положения нормативных документов в области инженерных изысканий при проектировании систем холодоснабжения	Обучающийся умеет применять на практике положения нормативных документов в области инженерных изысканий при проектировании систем холодоснабжения.	Обучающийся уверенно умеет применять на практике положения нормативных документов в области инженерных изысканий при проектировании систем холодоснабжения, при ответе ссылается на нормативную документацию
ПК – 12 5 семестр	ПК12.8 Подготавливает проектную и рабочую документацию по отдельным элементам и узлам систем холодильных машин ПК12.9 Демонстрирует знание нормативной базы в области проектирования систем холодоснабжения.	Обучающийся не знает методы выполнения обоснования проектных расчетов систем холодоснабжения; нормы и методы выполнения проектной и рабочей технической документации; правила оформления законченной проектно-конструкторской работы; нормы и требования по контролю за соответствием разрабатываемых проектов систем холодоснабжения Обучающийся не	Обучающийся знает некоторые методы выполнения обоснования проектных расчетов систем холодоснабжения; нормы и методы выполнения проектной и рабочей технической документации; правила оформления законченной проектно-конструкторской работы; нормы и требования по контролю за соответствием разрабатываемых проектов систем холодоснабжения Обучающийся	Обучающийся знает основные методы выполнения обоснования проектных расчетов систем холодоснабжения; нормы и методы выполнения проектной и рабочей технической документации; правила оформления законченной проектно-конструкторской работы; нормы и требования по контролю за соответствием разрабатываемых проектов	Обучающийся твердо знает основные методы выполнения обоснования проектных расчетов систем холодоснабжения; нормы и методы выполнения проектной и рабочей технической документации; правила оформления законченной проектно-конструкторской работы; нормы и требования по контролю за соответствием разрабатываемых проектов систем холодоснабжения. При ответе ссылается на

		демонстрирует знание нормативной базы в области проектирования систем холодоснабжения	не уверенно демонстрирует знание нормативной базы в области проектирования систем холодоснабжения	систем холодоснабжения. Обучающийся демонстрирует знание нормативной базы в области проектирования систем холодоснабжения	нормативную документацию. Обучающийся уверенно демонстрирует знание нормативной базы в области проектирования систем холодоснабжения
--	--	---	---	---	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Входной контроль

Примерный перечень вопросов

1. Что называется идеальным и реальным газом?
2. Водяной пар, какой он бывает?
3. Насыщенный водяной пар, параметр, характеризующий его насыщение?
4. Цикл Карно в P-V координатах
5. Цикл Карно в T-S координатах
6. Термодинамические процессы цикла Карно
7. Принцип работы компрессора
8. Какие бывают компрессоры?
9. Индикаторная и эффективная мощности компрессора
10. Коэффициент подачи компрессора, факторы на него влияющие
11. Индикаторная диаграмма цикла компрессора
12. Теплообменные аппараты, классификация, конструкций
13. Особенности конструкции теплообменных аппаратов
14. Влияние различных факторов на процесс теплообмена
15. Что такое удельный объем, его размерность?
16. Что такое теплота парообразования, от чего она зависит?
17. Что такое энтальпия, ее размерность?
18. Что такое 1 Паскаль?
19. Что такое 1 Джоуль?
20. Какое давление называют избыточным, какое абсолютным?

21. Как обозначаются основные параметры состояния, изложите их размерность?

22. Что такое степень сухости водяного пара?

23. Принцип работы воздушной холодильной установки.

24. За счет изменения какого параметра состояния может происходить охлаждение рабочего тела?

25. Что такое хладагенты и хладоносители?

3.2. Доклад

Требования к подготовке доклада

Под докладом понимается устное сообщение по одному из вопросов тем, вынесенных на самостоятельное изучение.

Подготовка доклада направлена на развитие и закрепление у обучающихся навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной, методической и другой литературы; на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Для этого обучающему предлагается: освоить один из вопросов по дисциплине; выявить ключевые понятия, характеризующие материал; подготовить доклад.

Выступление обучающего с докладом, занимает не более 3-5 минут.

Перечень вопросов и тем, вынесенных на самостоятельное изучение, представлен в приложении 2.

Таблица 3.1

Темы докладов, рекомендуемые к написанию при изучении дисциплины
«Холодильные машины»

№ п/п	Темы докладов
1	Абсорбционно бромисто-литиевая холодильная установка 2
1.	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения
2.	Использование вторичных энергетических ресурсов в холодильных установках
3.	Энергосбережение в промышленном холодоснабжении
4.	Требования Монреальского протокола к холодильным агентам
5.	Возможные замены хладагентов
6.	Хранение и перевозка холодильных агентов
7.	Техника безопасности при эксплуатации холодильных машин с учетом свойств холодильных агрегатов
8.	Типы хладоносителей, возможность применения их в холодильной машине

3.3 Лабораторная работа

Лабораторные работы проводятся после изучения теоретического материала по теме, и служат для закрепления полученных знаний, освоения умений и направлены на формирование установленных учебным планом компетенций.

Тематика лабораторных работ связана с рассматриваемым теоретическим лекционным материалом.

Оформление отчётов по лабораторным работам.

Отчёт должен оформляться на листах формата А 4 или в тетради для практических занятий и содержать:

1. Тему занятия (работы).
2. Цель занятия
3. Задание для исполнения.
4. Выполненные задания.
5. Выводы.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Холодильные машины».

Пример лабораторной работы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ИСПЫТАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Цель работы. Изучение основ работы холодильных машин. Определение основных характеристик холодильной установки малой производительности.

Общие положения

Охлаждение какого-либо тела (будем говорить продукта) осуществляется теплопроводностью при его контакте с другим, более холодным, рабочим телом, например, с естественным (водой, льдом или воздухом). Искусственно холодное тело можно получить термодинамическими способами из тел, способных расширяться. Так, при расширении газа или пара температура обычно понижается, в то время как при сжатии – повышается. Термодинамической основой получения рабочих тел с низкой температурой является процесс расширения.

Чтобы постоянно иметь холодное тело, необходимо повторять процессы расширения, а также совмещать их другими термодинамическими процессами, позволяющими приводить рабочее тело в исходное состояние. Таким образом, для охлаждения продуктов эпизодически процессы получения холодного рабочего тела должны быть заменены циклом.

Очевидно, что в цикле наряду с процессом расширения рабочего тела должен быть процесс сжатия для приведения его в исходное состояние. Кроме того, полученным в процессе расширения холодным рабочим телом надо охладить продукт, то есть передать теплоту продукта рабочему телу. Следовательно,

наряду с процессом подвода теплоты к рабочему телу от продукта должен быть и процесс отвода теплоты от рабочего тела в окружающую среду.

Цикл холодильной установки состоит из следующих основных процессов изменения состояния рабочего тела: расширение, подвода теплоты, сжатия, отвода теплоты. Каждый из этих процессов осуществляется в отдельном аппарате, совокупность которых и составляет холодильную машину. Конструкции этих аппаратов разнообразны. Холодильные машины классифицируются, главным образом в зависимости от устройства аппарата для сжатия рабочего тела и в зависимости от рода рабочего тела (паровые и воздушные). Холодильные машины, применяемые для так называемого умеренного охлаждения, по принципу действия устройства для сжатия разделяются на компрессионные, абсорбционные и парожеткорные. В условиях сельскохозяйственного производства широкое применение получили паровые компрессионные холодильные установки, в которых в качестве рабочего тела применяют аммиак и фреоны (в основном фреон-12 и фреон-22).

Холодильной машиной называется устройство, действующее циклично и передающее теплоту от среды менее нагретой к среде более нагретой. Работа идеальной компрессионной паровой холодильной машины теоретически осуществляется по обратному циклу Карно. Принципиальная схема и цикл такой установки показаны на рис. 1.

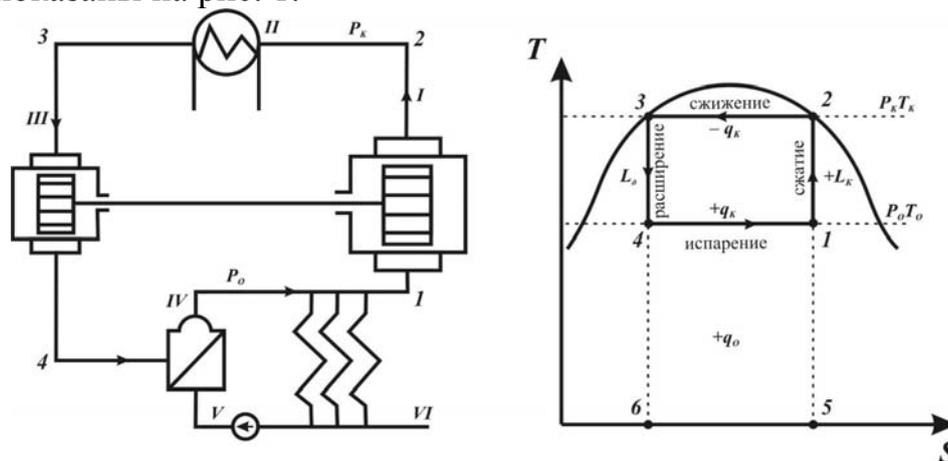


Рис. 1. Принципиальная схема и цикл холодильной установки

Процесс 1-2 адиабатного сжатия влажного пара до состояния, сухого насыщенного осуществляется компрессором I, при этом повышается температура и давление хладагента. В процессе 2-3, происходящим в конденсаторе II, хладагент сжижается до состояния жидкости в результате отвода теплоты; этот процесс одновременно изобарный и изотермный. Охлаждение рабочего тела осуществляется в процессе 3-4 при адиабатном расширении его в детандере (расширительном цилиндре) III, при этом понижение давления в цилиндре сопровождается снижением температуры хладагента. В процессе 4-I холодное рабочее тело отнимает теплоту охлаждаемого тела в испарителе IV, за счет чего хладагент становится менее влажным (испаряется) при постоянном давлении и

температуре.

Теплота, отнимаемая от охлаждаемого объекта q_o , называется холодопроизводительностью. Этой теплоте соответствует площадь 1-4-5-6 на диаграмме T-S, теплоте q , отведенной в окружающую среду конденсатором, соответствует площадь 2-3-5-6-2. Работе, затраченной на осуществление цикла, соответствует площадь 1-2-3-4, $l_{ц} = q_{ц}$.

Тепловой баланс такой холодильной установки:

$$q = q_o + l_{ц} = q_o + (l_k - l_d),$$

где l_k – работа сжатия в компрессоре;

l_d – работа расширения в детандере.

Показателем энергетической эффективности холодильной установки служит холодильный коэффициент E , представляющий собой отношение холодопроизводительности к затраченной работе:

$$E = \frac{q_o}{l_{ц}}.$$

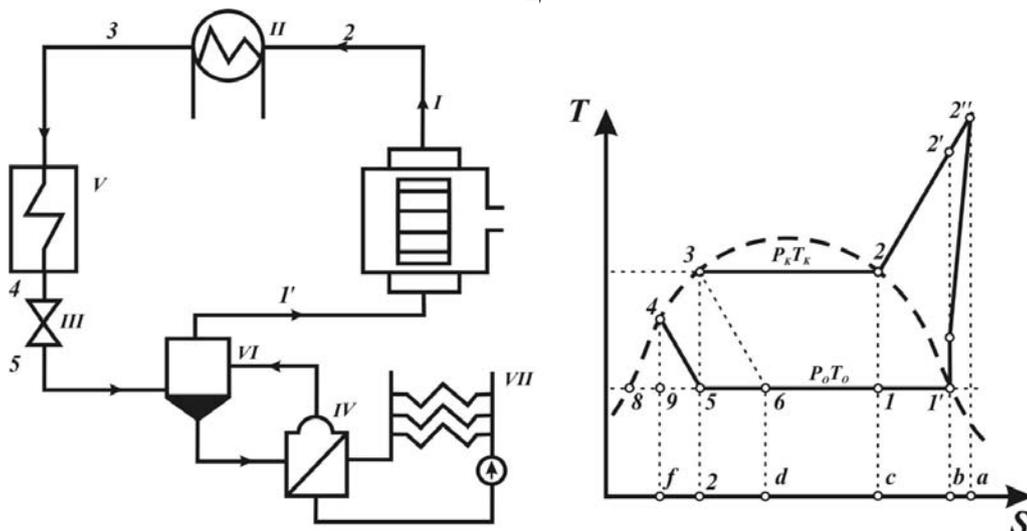


Рис. 2. Принципиальная схема и цикл одноступенчатой паровой компрессионной холодильной машины

На рис. 2 показаны схема и цикл в координатах $T-S$ одноступенчатой действительной паровой компрессионной холодильной машины. Основные отличия действительного цикла от идеального сводится к следующему:

1. С целью упрощения установки детандер заменяется регулирующим дроссельным вентилем III. Однако это приводит к тому, что процесс расширения идет не по адиабате 4-6, а при постоянной энтальпии $h = const$ условно по линии 4-7. Вследствие этого уменьшается холодопроизводительность на величину, соответствующую площади а-6-7-в-а.

2. Процесс сжатия осуществляется не в области влажного пара, как это имело место в идеальном цикле по линии 8-3, а в области перегретого пара, и не по адиабате 1-2, а по политропе 1-2'. Вследствие этого происходит незначительное увеличение холодопроизводительности (на величину площади С-8-1-d-C), расход же энергии на сжатие увеличивается в большей степени (на площадь 1-2'-3-8-1). Но, тем не менее такое изменение цикла дает ряд положительных моментов: исключает возможности гидравлических ударов и компрессоре при сжатии влажного пара, уменьшает влияние вредного пространства, увеличивает коэффициент подачи и внутренний КПД компрессора (сухой ход), в схему установки вводится отделитель жидкости V.

3. С целью компенсации снижения холодопроизводительности за счет дросселирования вводится переохлаждение рабочего тела после конденсатора на участке 4-5 в переохладителе IV. Это учитывает холодопроизводительность на величину площади а-6-7-в-а. После переохлаждения конденсата процесс дросселирования изображается линией 5-6, а испарения линией 6-1.

В практике анализа циклов холодильных установок широкое применение получили диаграммы состояния рабочих тел в координатах h -lg P. На рис. 3 показан цикл той же установки, что и на рис. 2.

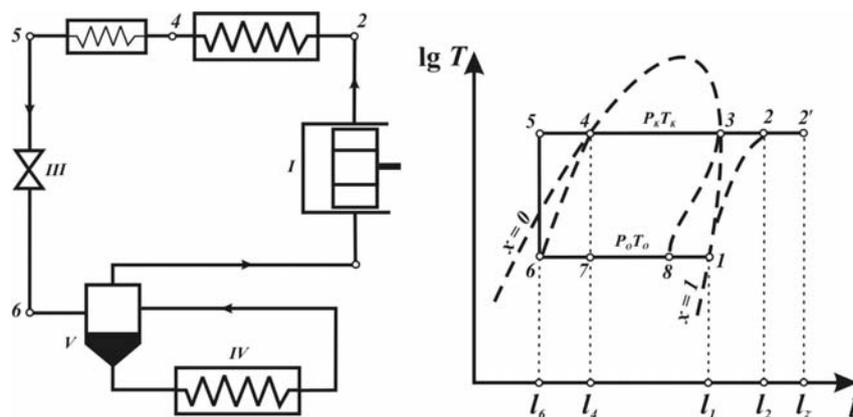


Рис. 3. Диаграммы состояния рабочих тел

Рассмотренная схема работы относится к более простым холодильным машинам невысокой холодопроизводительности для охлаждения до -10 - -15°C . Для получения более низких температур -40°C и ниже применяются холодильные машины с компрессорами многоступенчатого сжатия или каскадные холодильные установки.

Для установки с одноступенчатым сжатием удельная холодопроизводительность $q_0 = h_1 - h_6$ [кДж/кг].

Работа адиабатного сжатия $l_A = h'_2 - h_1$.

Теплота, отводимая в конденсаторе $q_K = h'_2 - h_4$.

Теплота, отводимая в переохладителе $q_{по} = h_4 - h_5$.

Теоретически холодильный коэффициент $E_T = \frac{q_o}{l_A}$.

Холодильный коэффициент цикла Карно, совершаемого в том же интервале температур

$$E_K = \frac{T_o}{T_K - T_o}.$$

Степень термодинамического совершенства $\delta = \frac{E_T}{E_K}$.

Удельная объемная холодопроизводительность

$$q = \frac{q_o}{V}, \text{ [кДж/м}^3\text{]},$$

где V – удельный объем хладагента перед компрессором, м³/кг.

Холодопроизводительность машины зависит главным образом от работы компрессора и его холодопроизводительности. Основной характеристикой компрессора является коэффициент подачи λ . Холодопроизводительность машины через производительность компрессора:

$$\Phi_o = q_v \cdot V_h \cdot \lambda, \text{ [кВт]},$$

где V_h – объем, описываемый поршнем компрессора за секунду (рабочий объем), м³.

Коэффициент подачи $\lambda = \lambda_v \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{yT}$.

Объемный коэффициент

$$\lambda_v = 1 - \alpha \left(\left(\frac{P_K}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right),$$

где α – относительная величина вредного пространства (для малых компрессоров принимаем $\alpha = 0,06$);

n – показатель политропы расширения (для герметичных компрессоров принимаем $n = 0,9...1,1$).

Коэффициент подогрева $\lambda_T = \frac{T_o}{T_K}$.

Коэффициент утечки $\lambda_{yT} = 0,95...0,95$.

Для сравнения отдельных холодильных машин пользуются определенными номинальными температурными режимами. К таким режимам относятся нормальные и стандартные условия. Температура хладагента (фреонов) при нормальных и стандартных условиях принята соответственно:

- испарения $t_0^H = t_1^H = -10^\circ\text{C}$ и $t_0^C = t_1^C = -15^\circ\text{C}$;
- конденсации $t_K^H = t_3^H = 25^\circ\text{C}$ и $t_K^C = t_3^C = 30^\circ\text{C}$;
- перед дросселем $t_5^C = 15^\circ\text{C}$ и $t_5^H = 25^\circ\text{C}$.

Соответственно и холодопроизводительность будет нормальной Φ_0^H и стандартной Φ_0^C . Холодопроизводительность при конкретных рабочих условиях называется рабочей Φ_0^P . Сравниваем нормальной или стандартной холодопроизводительностей выявляется эффективность различных холодильных машин.

Нормальная и стандартная холодопроизводительность определяется из отношения их к рабочей холодопроизводительности:

$$\frac{\Phi_0^H}{\Phi_0^P} = \frac{q^H \cdot \lambda^H}{q_V^P \cdot \lambda^P}, \quad \frac{\Phi_0^C}{\Phi_0^P} = \frac{q_V^C \cdot \lambda^C}{q_V^P \cdot \lambda^P}.$$

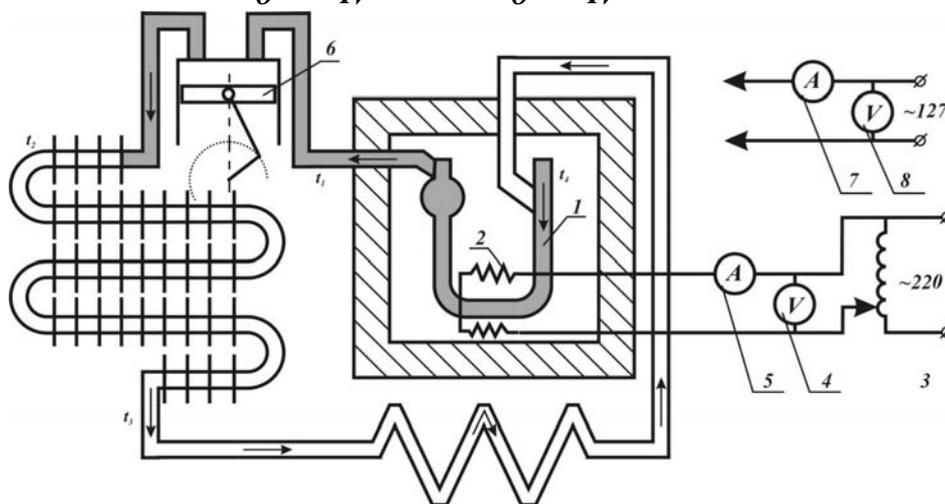


Рис. 4. Установка для изучения цикла холодильных машин

Описание экспериментальной установки. Установка для изучения цикла холодильных машин сделана на основе домашнего холодильника «Саратов». Схема установки показана на рис. 4. Для измерения температур рабочего тела используются термометры сопротивления в комплекте с двумя лагометрами и переключателями. Места установки термометров показаны на схеме. Необходимо теплоступление к рабочему телу в испарителе 1 обеспечивается ТЭНом 2, подсоединенным в сеть через ЛАТР 3. Мощность нагревателя определяется по

показаниям вольтметра 4, амперметра 5. Мощность, потребляемая электродвигателем компрессора 6, замеряется амперметром 7 и вольтметром 8.

Порядок выполнения работы

1. Изучить принцип действия компрессорной холодильной установки.
2. Ознакомиться с конструкцией и схемой экспериментальной установки.
3. Заготовить таблицу под опытные данные.
4. Включить электродвигатель компрессора.
5. Установить режим (силу тока) нагревателя по указанию преподавателя.
6. При достижении установившегося режима (когда температуры не будут изменяться по времени) произвести запись опытных данных.
7. Установить следующий режим, дождаться установившегося процесса, записать опытные данные, выключить установку.
8. Составит отчет по прилагаемой форме.

Обработка опытных данных

1. По полученным в опыте значениям температуры, а также по температуре при нормальных и стандартных условиях нанести циклы на диаграмму $h\text{-lg}P$. Принять процесс сжатия адиабатным.
2. Выписать с диаграммы значения параметров t , P , V , h , S , x основных состояний рабочего тела: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Данные свести в таблицу.
3. Построить в отчете циклы в координатах $T\text{-}S$ и $h\text{-lg}P$ без масштаба, указав значения основных параметров.
4. Произвести расчеты в соответствии с заданием.

Для данной лабораторной установки рабочая холодопроизводительность может быть определена по затраченной мощности электронагревателя:

$$\Phi_C^P = I_{\text{НАГ}} \cdot U_{\text{НАГ}} \cdot \eta,$$

где $I_{\text{НАГ}}$, $U_{\text{НАГ}}$ – сила тока и напряжение нагревателя;

η – коэффициент, учитывающий тепlopоступления от окружающей среды.

Эффективный холодильный коэффициент данной установки

$$E_e = \frac{I_{\text{НАГ}} \cdot U_{\text{НАГ}}}{I_{\text{ДВ}} \cdot U_{\text{ДВ}}},$$

где $I_{\text{ДВ}}$, $U_{\text{ДВ}}$ – сила тока и напряжение электродвигателя компрессора.

Задание

1. Определить теоретический холодильный коэффициент и степень термодинамического совершенства при нормальных, стандартных и рабочих условиях по данным диаграмм.
2. Определить холодопроизводительность при нормальных, стандартных и рабочих условиях через затраченную мощность.
3. Определить эффективный холодильный коэффициент данной установки.

Содержание и оформление отчета

1. Общие положения (кратко изложить принцип действия холодильной машины).
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Описание установки. Схема установки. Используемое оборудование.
5. Опытные данные:
 - сила тока электродвигателя $I_{ДВ}$, А;
 - напряжение $U_{ДВ}$, В;
 - сила тока нагревателя $I_{НАГ}$, А;
 - напряжение $U_{НАГ}$, В;
 - температура t_1 , t_2 , t_3 , t_4 и t_5 , °С;
6. Обработка опытных данных.
7. Заключение.

Контрольные вопросы

1. Какие вещества применяются в качестве рабочего тела в холодильных установках?
2. Из каких элементов состоит холодильная машина? Какой процесс осуществляется в каждом из них?
3. В чем сущность прямого и обратного термодинамического цикла? Какой цикл положен в основу работы холодильных машин?
4. Какие основные процессы необходимы для осуществления этих процессов?
5. Что такое холодильный коэффициент? Каково его содержание?
6. Почему второй закон термодинамики является основой работы холодильных машин?

7. Изобразить цикл паровой компрессионной холодильной установки в координатах $T-S$, $h-lgP$. Назвать процессы цикла и состояния рабочего тела в характерных точках.

3.4. Тестовые задания

По дисциплине «Холодильные машины» предусмотрено проведение следующих видов тестирования: письменное.

Письменное тестирование рассматривается как рубежный контроль успеваемости и проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Результаты тестирования учитываются при проведении рубежного контроля, если обучающийся сдал тестовое задание на «хорошо» и «отлично», то он освобождается от вопросов по данному материалу при сдаче рубежного контроля.

Пример тестового задания:

V1: 01

V2: 01

V3:

Задание {{1}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: Способность твердых тел передавать внутреннюю энергию в форме теплоты без механического перемещения частиц веществ называется ###.

+: теплопроводность #S#

@

Задание {{2}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: Способность различных веществ проводить тепло характеризуется ###.

+: коэффициентом теплопроводности

@

Задание {{3}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=

I:

S: Коэффициент теплопроводности имеет размерность ###.

+: Вт/(м² · °С)

+: Вт/(м² · °К)

@

Задание {{4}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: В жидкостях и газах передача тепловой энергии происходит в результате перемещения частиц вещества в объеме за счет ###.

+: конвекции

@

Задание {{5}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: В холодильной технике передача тепла осуществляется за счет

+: теплопроводности

–: лучеиспускания

+: конвекции

@

Задание {{6}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: Процесс фазового перехода вещества из твердого состояния в жидкое называется ###.

+: плавлением

@

Задание {{7}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: Процесс перехода охлаждающего вещества из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу называется ###.

+: сублимацией

@

Задание {{8}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: Процесс парообразования, протекающий при подводе тепла к жидкому рабочему веществу, называется ###.

+: кипением

@

Задание {{9}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: Процесс перехода рабочего вещества из парообразного в жидкое состояние, сопровождающийся отводом тепла в окружающую среду, называется ###.

+: конденсацией

@

Задание {{10}} ТЗ № 1-1 КТ =; МТ=;

I:

S: Процесс понижения давления рабочего вещества и его температуры называется ###.

+: дросселированием

3.5. Рубежный контроль

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Каковы теоретические основы получения искусственного холода

2. Каковы способы получения искусственного холода? Дать краткую характеристику
3. В чем суть цикла Карно
4. Объяснить процессы цикла Карно в P-V координатах
5. Объяснить процессы цикла Карно в T-S координатах
6. Что такое холодильная машина. Основные элементы холодильной машины
7. Основные принципы работы воздушной холодильной машины
8. Основные принципы работы паровой компрессионной холодильной машины
9. Отличие теоретического цикла паровой компрессионной холодильной машины от цикла Карно
10. Построение цикла работы холодильной машины в P-V координатах
11. Построение цикла работы холодильной машины в T-S координатах
12. Построение цикла холодильной машины в i-lgP координатах
13. Перегрев пара в испарителе при помощи терморегулирующего вентиля (ТРВ)
14. Переохлаждение жидкого холодильного агента перед его дросселированием
15. Получение холода при помощи двухступенчатой холодильной машины
16. Что такое плавление
17. Обозначение хладагентов и их смесей
18. Смесей хладагента
19. Неазотропные смеси
20. Азеотропные смеси

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Выбор параметров и построение процессов в теоретической парокомпрессионной холодильной установке на T-S и p-I – диаграммах.
2. Многоступенчатые парокомпрессионные холодильные машины. Схемы и особенности расчета.
3. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной машины, теоретические основы описания процессов.

Вопросы рубежного контроля № 2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Назначение компрессоров и их классификация
2. Поршневые компрессоры
3. Компрессоры закрытого и открытого типа
4. Компрессоры герметичные экранированным ротором

5. Компрессоры объемного действия
6. Холодопроизводительность поршневого компрессора
7. Объемные потери компрессора
8. Энергетические потери компрессора
9. Оценка холодопроизводительности холодильных машин, работающих при различных температурных режимах
10. Многоступенчатое сжатие
11. Назначение и конструкция испарителей и конденсаторов
12. теплообмен в испарителях и конденсаторах
13. Конденсаторы с возвратом охлаждающей воды
14. Классификация холодильных агрегатов
15. Компрессорно-конденсаторные агрегаты с конденсатором воздушного охлаждения
16. Компрессорно-конденсаторные агрегаты с конденсатором воздушного охлаждения
17. Основные элементы компрессора, особенности их конструкции
18. Система смазки компрессора
19. Сплит-системы

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Отделители жидкости
2. Фильтры, осушители
3. Как достигается повышение эффективности работы теплообменных аппаратов холодильника

Вопросы рубежного контроля № 3

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Материалы для использования изоляции в холодильных камерах
2. Основные требования к изоляционным материалам
3. Основные физические и термодинамические свойства изоляционных материалов
4. Тепловой расчет слоя изоляции
5. Подбор толщины слоя изоляции
6. Теплопритоки от ограждений
7. Теплопритоки от продуктов
8. Теплопритоки от радиации
9. Теплопритоки от тары
10. Эксплуатационные теплопритоки
11. Холодильные машины и установки как объекты автоматизации
12. Процессы саморегулирования в холодильной камере

13. Параметры, подлежащие регулированию в холодильной машине
14. Соотношение холодопроизводительности компрессора и испарителя холодильной машины
15. Методы регулирования холодопроизводительности компрессора
16. Приборы прямого регулирования температуры воздуха в охлаждаемом объеме
17. Приборы косвенного регулирования температуры воздуха в охлаждаемом объеме
18. Реле давления, назначение, конструкция
19. Дроссели и электромагнитные вентили, используемые для регулирования температурного режима

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Как устраняются неисправности в работе компрессора
2. Как устраняются неисправности при работе теплообменных аппаратов
3. Как устраняются неисправности приборов автоматики холодильных машин.

3.7. Промежуточная аттестация

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 08.03.01 Строительство установлена промежуточная аттестация в виде экзамена.

Расчетные задания к экзаменационному билету прилагается.

Вопросы, выносимые на экзамен

1. Холодильный агрегат. Понятие, работа, устройство
2. Поршневые компрессоры
3. Понятие о холодильном цикле, Обратный цикл Карно. Холодопроизводительность и холодильный коэффициент
4. Циклы паровой компрессорной установки
5. Диаграмма i -lgP
6. Винтовой компрессор, конструкция, особенности эксплуатации
7. Назначение холодильных установок, их классификация и характеристики
8. Воздушные конденсаторы, типы, конструкции
9. Конденсаторы с водяным охлаждением, типы, конструкции
10. Отделители жидкости, конструкция и требования к ним
11. Способы получения низких температур
12. Принципиальная схема и работа воздушной холодильной установки
13. Компрессоры холодильных машин и их классификация
14. Градирни, конструкции, принцип работы
15. Вспомогательное оборудование холодильных машин

16. Поршни компрессоров. Конструкция и требования к ним
17. Холодильные агенты и хладоносители
18. Маслособиратели, назначение, конструкция, принцип действия
19. Понятие теплоты и холода
20. Конденсаторы, назначение, конструкция, работа, расчет
21. Основные теплообменные аппараты холодильных установок и их назначение
22. Циклы холодильных машин
23. Испарительные конденсаторы, конструкция, принцип работы
24. Подбор холодильных машин и агрегатов с одноступенчатым компрессором
25. Способы искусственного охлаждения
26. Особенности замораживания пищевых продуктов
27. Абсорбционная холодильная машина и принцип ее действия
28. Перспективы развития холодильного оборудования
29. Подбор малых холодильных машин
30. Ресиверы. Назначение, конструкции
31. Коленчатые валы компрессоров. Требования, конструкции
32. Схема двухступенчатого аммиачного агрегата. Принцип работы
33. Принцип работы холодильной машины
34. Расчет изоляции холодильников
35. Объясните работу герметичного агрегата двухкамерного холодильника
36. Какие элементы холодильных машин смазываются маслом, и каким способом
37. Техника безопасности при эксплуатации холодильных машин с учетом свойств и холодильных агентов
38. Теплообмен в испарителях и конденсаторах
39. Компрессорно-конденсаторные агрегаты с конденсатором воздушного охлаждения
40. Компрессорно-конденсаторные агрегаты с конденсатором водяного охлаждения
41. Сплит-системы
42. Моноблочная холодильная машина
43. Теплопритоки в холодильную камеру
44. Соотношение холодопроизводительности компрессора и испарителя холодильной машины
45. Методы регулирования холодопроизводительности компрессора

46. Приборы прямого и косвенного регулирования температуры воздуха в охлаждаемом объеме
47. Современные тенденции развития средств автоматизации холодильных машин
48. Основные неисправности холодильных машин
49. В чем заключается техническое обслуживание холодильных машин
50. Неисправности приборов автоматики холодильных машин

Образец экзаменационного билета:

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ**

**Кафедра «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»
Экзаменационный билет № 5**

По дисциплине «Холодильные машины»

1. Принцип работы холодильной машины
2. Холодильные агенты и хладоносители
3. В камере охлаждения фруктов с температурой $t_{\text{кам}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ находятся яблоки, упакованные в деревянные ящики. Начальная температура яблок $t_{\text{н}} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$, конечная – $t_{\text{к}} = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$. Требуется: определить продолжительность охлаждения, вместимость камеры, тепловую нагрузку на камерное оборудование, подобрать воздухоохладители и компрессорные агрегаты

Зав. кафедрой, профессор

Абдразаков Ф.К.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Холодильные машины» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация) *			Описание
высокий	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
базовый	«хорошо»	«зачтено»	«зачтено (хорошо)»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация) *			Описание
пороговый	«удовлетворительно»	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудовлетворительно»	«не зачтено»	«не зачтено (неудовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: методы расчета инженерных систем технологических энергоносителей; основные направления развития систем технологических энергоносителей, элементы этих систем, современное оборудование систем технологических энергоносителей промышленных предприятий;

умения: применять основные нормативы и правила при проектировании систем кондиционирования и холодоснабжения, разрабатывать эффективные технические решения по расчетам и принятым проектным решениям, разрабатывать проектную техническую документацию, соответствующую

стандартам, техническим условиям или другим нормативным документам.

владение навыками: выбора схем и проектирования современных систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения в зданиях различного назначения.

Критерии оценки

отлично	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">- знание материала: методы расчета систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения; основные направления развития систем кондиционирования воздуха, элементы и оборудование этих систем.- умение применять основные нормативы и правила при проектировании систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения, разрабатывать эффективные технические решения по расчетам и проектированию систем кондиционирования воздуха, разрабатывать проектную техническую документацию, соответствующую стандартам, техническим условиям или другим нормативным документам.
хорошо	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">- знание материала, но допускает не существенные неточности;- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение выполнять построение процессов КВ в теплый и холодный периоды для различных схем систем координирования воздуха и холодоснабжения;- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками современных методов проектирования и расчета систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">- знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;- в целом успешное, но не системное умение составление теплового и влажностного балансов помещения, построение процессов КВ на h-d диаграмме;- в целом успешное, но не системное владение навыками современных методов проектирования и расчета систем кондиционирования воздуха для зданий различного назначения.
неудовлетворительно	обучающийся: <ul style="list-style-type: none">- не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале: методы расчета и проектирования систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения; основные направления развития этих систем и современное оборудование систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения;- не умеет использовать методы и приемы при решении инженерных задач, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой

	<p>дисциплины, не выполнено;</p> <p>- обучающийся не владеет навыками современных методов проектирования и расчета систем кондиционирования воздуха в зданиях различного назначения, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу.</p>
--	--

4.2.2. Критерии оценки доклада

При подготовке доклада обучающийся демонстрирует:

знания: составления доклада согласно требованиям;

умения: работать с научной и технической литературой;

владение навыками: четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, **делать** выводы по возможным способам решения.

Критерии оценки доклада

отлично	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <p>знания составления доклада согласно требованиям;</p> <p>умения работать с научной и технической литературой по рассматриваемой теме;</p> <p>навыки четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения.</p>
хорошо	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <p>знания составления доклада согласно требованиям, но допускаются неточности;</p> <p>умения работать с научной и технической литературой</p> <p>навыки четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения, которые требуют небольшого дополнения.</p>
удовлетворительно	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <p>знания составления доклада, которые в большей части не соответствуют требованиям;</p> <p>умения в недостаточной степени работать с научной и технической литературой по рассматриваемой теме;</p> <p>навыки четко отражать актуальность, которая изложена с серьезными упущениями, и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения.</p>
неудовлетворительно	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <p>не знание основных требований составления доклада;</p> <p>не умеет работать с научной и технической литературой по рассматриваемой теме;</p> <p>не владеет навыками четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения.</p>

4.2.3. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

знания: теоретического материала по теме работы

умения: делать обоснованные выводы на основании проведенных испытаний и расчетов

владение навыками: работы с имеющимся оборудованием, проведения расчетов, необходимых по данной лабораторной работе.

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

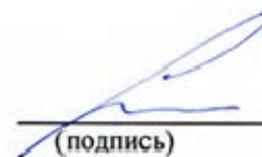
отлично	обучающийся демонстрирует: - выполненную лабораторную работу в соответствии с установленной формой отчета, полноту ответов на контрольные вопросы, выводы по работе; владеет: - знаниями техники безопасности по работе с оборудованием, теоретическим материалом по теме работы, знанием правильного выполнения расчётов и построения необходимых диаграмм; имеет навыки: - самостоятельного проведения лабораторной работы, расчетов, по описанным в лабораторной работе методикам.
хорошо	обучающийся демонстрирует: - выполненную лабораторную работу в соответствии с установленной формой отчета, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе; владеет: - знаниями техники безопасности по работе с оборудованием, теоретическим материалом по теме работы, знанием правильного выполнения расчётов и построения необходимых диаграмм; имеет навыки: - проведения лабораторной работы, расчетов, по описанным в лабораторной работе методикам.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - выполненную лабораторную работу, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе; владеет: - знаниями техники безопасности по работе с оборудованием, знанием правильного выполнения расчётов и построения необходимых диаграмм; имеет навыки: - проведения расчетов, по описанным в лабораторной работе методикам.
неудовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - небрежно выполненную лабораторную работу в неполном объеме, отсутствие обработки данных и выводов владеет: - знаниями техники безопасности по работе с оборудованием.

4.2.4. Критерии оценки выполнения тестовых заданий

Критерии оценки выполнения тестовых заданий

отлично	обучающийся демонстрирует: - правильные ответы на 9-10 вопросов
хорошо	обучающийся демонстрирует: - правильные ответы на 7-8 вопросов
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - правильные ответы на 5-6 вопросов
неудовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - правильные ответы менее 5 вопросов

Разработчик: доцент, Спиридонова Е.В.



(подпись)