

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 13.03.2023 14:37:05  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Основы трансформации теплоты

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Формы контроля на курсах: экзамен 3
в том числе:		
аудиторные занятия	20	
самостоятельная работа	115	
часов на контроль	9	

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Практические	12	12	12	12
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	20	20	20	20
Контактная работа	20	20	20	20
Сам. работа	115	115	115	115
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Антонов В.Н.*

Рабочая программа

**Основы трансформации теплоты**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, 13.03.01\_21\_Теплоэнергетика и теплотехника\_ПрПТЭ\_заоч\_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.04.2021, протокол № 30

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.04.2021, протокол № 30

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 09.06.2022 г., №6

Руководитель подразделения к.п.н., доцент Р.Е. Мажирина

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель дисциплины: изложение с общих термодинамических и эксергетических позиций, основы теории трансформации тепла для различных установок компрессионного, абсорбционного, струйного типа.
1.2	Задачи дисциплины: познакомить обучающихся с физико-техническими процессами, происходящими в трансформаторах теплоты различного типа; дать информацию о рабочих веществах (хладагентах), применяемых в трансформаторах теплоты и влиянию их свойств на эффективность работы трансформаторов теплоты; научить принимать конкретные решения по применению трансформаторов теплоты различных типов.

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий	
2.2.2	Источники и системы теплоснабжения	
2.2.3	Котельные установки и парогенераторы	
2.2.4	Тепломассообменное оборудование предприятий	
2.2.5	Экономика	
2.2.6	Энергоаудит на промышленных предприятиях и в коммунальном хозяйстве	
2.2.7	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Тепловые электрические станции	
2.2.10	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	
2.2.11	Энергоэффективные теплотехнологии	
2.2.12	Автоматизация тепловых электростанций	

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, знания экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями**

**Знать:**

ОПК-3-31 способы перехода из одного агрегатного состояния рабочего тела в другое, а также виды и типы когенерационных установок;  
основные методы соблюдения экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве;

**Уметь:**

ОПК-3-У1 объяснять, выявлять и строить типичные модели решения экологических и энергосберегающих задач; анализировать полученные в ходе проведения монтажных и эксплуатационных работ данные для улучшения условий работы трансформаторов теплоты;

**Владеть:**

ОПК-3-В1 способами демонстрации умения владеть сбором информации и анализа исходных данных для проектирования низкотемпературных энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Трансформаторы теплоты</b>							
1.1	Классификация трансформаторов теплоты. Области применения трансформаторов теплоты. /Лек/	3	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1

1.2	Расчет параметров тепловых трансформаторов /Пр/	3	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1
1.3	Перспективы развития установок трансформации тепла. Роль трансформаторов тепла в системах термостабилизации различных объектов. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности. Коэффициенты, определяющие эффективность. /Ср/	3	35	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1
<b>Раздел 2. Газожидкостные трансформаторы</b>								
2.1	Пароожидкостные и абсорбционные установки и процессы в них. Дросселирование, ожижение реальных газов. Газожидкостные теплотрансформаторы. /Лек/	3	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1
2.2	Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. /Пр/	3	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1
2.3	Удельные затраты энергии и эксергический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. /Ср/	3	40	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1
<b>Раздел 3. Криогенные установки</b>								
3.1	Криогенные установки и процессы в них. Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов тепла. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Зависимость свойств фреонов от их состава. /Лек/	3	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1		КМ1	Р1
3.2	Расчет озонорактивных фреонов и выбор альтернативных хладагентов. Получение продуктов разделения воздуха. /Пр/	3	4	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1		КМ1	Р1

3.3	Принципы действия идеальных абсорбционных установок и удельный расход тепла в них. Сравнительная характеристика различных холодильных установок. струйные трансформаторы тепла. /Ср/	3	40	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1		КМ1	Р1
3.4	Подготовка и сдача экзамена /Экзамен/	3	9	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Э1		КМ1	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен	ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1	Вопросы к экзамену 1. Классификация трансформаторов теплоты. 2. Области применения трансформаторов тепла. 3. Перспективы развития установок трансформации тепла. 4. Роль трансформаторов тепла в системах термостабилизации различных объектов. 5. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности. 6. Коэффициенты, определяющие эффективность. 7. Парожидкостные и абсорбционные установки и процессы в них. 8. Дросселирование, ожижение реальных газов. 9. Газожидкостные теплотрансформаторы. 10. Удельные затраты энергии и эксергический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. 11. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. 12. Криогенные установки и процессы в них. 13. Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов тепла. 14. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. 15. Зависимость свойств фреонов от их состава. 16. Определение озонактивных фреонов и выбор альтернативных хладагентов. 17. Получение продуктов разделения воздуха.

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	РГР	ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1	РГР содержит 1 теоретический вопрос и одну задачу на расчет холодильной (абсорбционной или парокompрессорной) машины

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет по дисциплине включает в себя два теоретических вопроса и задачу по темам, изложенным в 4 разделе данной РПД. Билеты хранятся на кафедре и утверждены ее заведующим.

Примеры задач на экзамен:

Задача 1. Фреоновая холодильная установка работает при температуре испарения  $t_1 = -15^\circ\text{C}$ . Определить удельное и объемное количество теплоты, отводимое 1 кг фреона-12, если пар из испарителя выходит сухим насыщенным.

Задача 2. Фреоновая холодильная установка холодильной мощностью  $Q_0 = 100$  кВт работает при температуре испарения  $t_1 = -10^\circ\text{C}$  и температуре конденсации  $t_4 = 20^\circ\text{C}$ . Определить массовый расход циркулирующего фреона-12 и объемный расход пара фреона, всасываемого компрессором установки, если пар из установки выходит сухим насыщенным.

Задача 3. Аммиачная холодильная установка работает при температуре испарения  $t_1 = -15^\circ\text{C}$  и температуре конденсации

$t_4=25^\circ\text{C}$ . Определить холодильный коэффициент, если энтальпия аммиака на выходе из компрессора  $i_2=1896$  кДж/кг. Пар из испарителя выходит сухим насыщенным.

Задача 4. Фреоновая холодильная установка холодильной мощностью  $Q_0=118$  кВт работает при температуре испарения  $t_1=-15^\circ\text{C}$  и температуре конденсации перед регулирующим вентилем  $t_4=25^\circ\text{C}$ . Определить массовый расход циркулирующего фреона-12, холодильный коэффициент и теоретическую мощность компрессора установки, если энтальпия пара фреона-12 на выходе из компрессора  $i_2=610$  кДж/кг. Пар из испарителя выходит сухим насыщенным.

Задача 5. Аммиачная холодильная установка холодильной мощностью  $Q_0=205$  кВт работает при температуре испарения  $t_1=-10^\circ\text{C}$  и температуре конденсации перед регулирующим вентилем  $t_4=20^\circ\text{C}$ . Определить стандартную холодильную мощность при температуре испарения  $t_1'=-1^\circ\text{C}$  и температуре конденсации перед регулирующим вентилем  $t_4'=25^\circ\text{C}$ , если коэффициент подачи компрессора для рабочих параметров 0,7 и коэффициент подачи компрессора для стандартных параметров 0,63. Пар из испарителя выходит сухим насыщенным.

Задача 6. Фреоновая холодильная установка холодильной мощностью  $Q_0=100$  кВт работает на фреоне-12 при температуре испарения  $t_1=-5^\circ\text{C}$  и температуре конденсации перед регулирующим вентилем  $t_4=25^\circ\text{C}$ . Определить холодильный коэффициент и стандартную холодильную мощность установки при температуре испарения  $t_1'=-15^\circ\text{C}$  и температуре и температуре конденсации перед регулирующим вентилем  $t_4'=30^\circ\text{C}$ , если теоретическая мощность компрессора установки  $N_t=26$  кВт и коэффициент подачи компрессора для рабочих параметров 0,69. Пар из испарителя выходит сухим насыщенным.

Задача 7. Фреоновая холодильная установка холодильной мощностью  $Q_0=105$ кВт работает при температуре испарения  $t_1=-15^\circ\text{C}$  и температуре конденсации перед регулирующим вентилем  $t_4=25^\circ\text{C}$ . Определить индикаторную удельную холодильную мощность машины, если энтальпия пара фреона-12 на выходе из компрессора  $i_2=604$  кДж/кг и индикаторный КПД 0,865. Пар из испарителя выходит сухим насыщенным

Задача 8. Фреоновая холодильная установка холодильной мощностью  $Q_0=102$ кВт работает при температуре испарения  $t_1=-5^\circ\text{C}$  и температуре конденсации перед регулирующим вентилем  $t_4=25^\circ\text{C}$ . Определить эффективную удельную мощность машины, если энтальпия пара фреона-12 на выходе из компрессора  $i_2=610$  кДж, индикаторный КПД  $\eta_i=0,87$  и механический КПД 0,905. Пар из испарителя выходит сухой насыщенный.

Компьютерное тестирование по разделам дисциплины

Каким законом характеризуется теплопроводность?

законом Ньютона

законом Фурье

законом Стефана- Больцмана

Как называется теплообмен, если передача тепла проходит за счет электромагнитных колебаний?

конвекция

теплопроводность

излучение

В каком виде теплообменника передачи тепла проходит только при движении?

конвекция

теплопроводность

излучение

Что такое тепловой насос?

теплотрансформатор, который служит для выработки тепла и холода

устройство для перекачивания тепла от одного объекта – другому

теплотрансформатор, который служит преимущественно для выработки тепла

Что такое трансформатор теплоты?

устройство для переноса теплоты от объекта с относительно низкой температурой – теплоотдатчика к объекту с относительно высокой температурой - теплоприемнику

устройство для получения холода

специальный теплообменник в котором преобразуют тепло в холод

Трансформаторами тепла называются системы, в которых осуществляется:

отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой.

подвод энергии в форме тепла к объекту с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой

отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой.

подвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой

Брутто это:

вес  
имя французского учёного  
холодильный коэффициент  
индикаторный КПД

При теплоснабжении от котельной удельный расход условного топлива зависит от:

кпд  
брутто  
нетто  
местонахождения котельной

Чем выше начальные параметры пара на ТЭЦ и ниже давления пара в отборе турбин, тем:

больше угловой коэффициент линий равный экономичности  
меньше угловой коэффициент линий равный экономичности  
постоянен угловой коэффициент линий равный экономичности  
ответ не указан

В чём заключается работа рефрижератора:

подводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых ниже температуры окружающей среды  
отводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых выше температуры окружающей среды  
подводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых выше температуры окружающей среды  
отводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых ниже температуры окружающей среды

Для снабжения теплом городских абсорбционных холодильных установок целесообразно использовать:

водоаммиачные абсорбционные холодильные установки  
системы кондиционирования  
системы теплофикации  
бромистолитиевые абсорбционные холодильные установки

Процесс выравнивания скоростей в камере смешения струйных аппаратов сопровождается:

изменением давления  
изменением массы  
изменением силы  
изменением температуры

До середины прошлого столетия единственными источниками охлаждения были:

естественный холод и запасы льда  
запасы льда  
естественный холод  
ответ не указан

Появление получения искусственного холода путем трансформации тепла коренным образом изменило:

диапазон и масштабы использования высоких температур  
области использования высоких температур  
диапазон и масштабы использования низких температур  
области использования низких температур

На какие два вида можно разделить установки для трансформации тепла по принципу работы:

парожидкостные и газовые  
термоэлектрические и механические  
компрессионные и струйные  
сорбционные и газожидкостные

Принцип работы компрессионных установок основан:

на понижении давления посредством механического или термического воздействия на рабочий агент  
на повышении давления посредством электрического или электромагнитного воздействия на рабочий агент  
на повышении давления посредством механического или термического воздействия на рабочий агент  
на понижении давления посредством электрического или электромагнитного воздействия на рабочий агент

Компрессионные установки делятся на:

парожидкостные, газожидкостные и газовые  
компрессионные, сорбционные и струйные  
парожидкостные, сорбционные и газовые  
газожидкостные, сорбционные и компрессионные

Какая энергия используется в компрессионных установках:

внутренняя или электрическая  
механическая или потенциальная  
электромагнитная или кинетическая  
электрическая или механическая

Основным аппаратом паражекторных холодильных установок служит:

конденсатный насос  
поплавковый вентиль  
струйный эжектор  
дрессельный вентиль

Принцип работы сорбционных установок основан на:

повышении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с отводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого подводом тепла

понижении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с подводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого отводом тепла

повышении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с подводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого отводом тепла

понижении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с отводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого подводом тепла

Цикл Линде:

дресселирование  
сочетание дресселирования с регенеративным теплообменом  
теплообмен  
сочетание дресселирования с конвективным теплообменом

Струйные установки основаны на:

использовании кинетической энергии потока пара или газа для повышения давления рабочего агента  
использовании потенциальной энергии потока пара или газа для понижения давления рабочего агента  
использовании электромагнитной энергии потока пара или газа для повышения температуры рабочего агента  
использовании механической энергии потока пара или газа для понижения температуры рабочего агента

Какой цикл осуществляется в трансформаторах тепла с циклическими процессами:

оборотно-замкнутый  
разомкнутый  
замкнутый  
ответ не указан

Примером цикла с нестационарными процессами может служить:

обратный цикл Карно  
цикл Стирлинга  
цикл Ренкина  
цикл Дизеля

Какой цикл осуществляется в трансформаторах тепла с квазициклическими процессами:

замкнутый  
однозначный ответ невозможен  
оборотно-замкнутый  
разомкнутый

Разомкнутые процессы типа квазициклов применяются в системах, где используется:

вода  
атмосферный воздух  
лёд  
фреон

В трансформаторах тепла с нециклическими процессами параметры в процессе работы:

уменьшаются  
увеличиваются  
не меняются  
ответ не указан

Заслуга разработки каскадного метода принадлежит:



К.Линде  
Р.Пикте  
Р.Стирлингу  
С.Карно

Регенерация к прямому циклу была изобретена:

Р. Миллером  
Э.Ленуаром  
Г.Тринклером  
Р.Стирлингом

Регенерация к обратному циклу была изобретена:

В.Сименсоном  
Д.Брайтоном  
Д.Джоулем.  
Н.Отто

В чём заключается идея каскадного метода:

один находящийся выше по температурам цикл передаёт тепло расположенному ниже или наоборот  
каждый находящийся выше по температурам цикл передаёт тепло расположенному ниже или наоборот  
один находящийся ниже по температурам цикл передаёт тепло расположенному выше или наоборот  
каждый находящийся ниже по температурам цикл передаёт тепло расположенному выше или наоборот

Общий термодинамический метод анализа:

химический  
физический  
эксергетический  
энтропический

Мера превратимости энергии системы:

эксергия системы  
энтальпия системы  
энтропия системы  
энергия системы

Эксергия системы остается неизменной только при:

при необратимом проведении всех процессов, протекающих как внутри неё, так и при взаимодействии с окружающей средой  
при обратимом проведении всех процессов, протекающих как снаружи неё, так и при взаимодействии с окружающей средой  
при необратимом проведении всех процессов, протекающих как снаружи неё, так и при взаимодействии с окружающей средой  
при обратимом проведении всех процессов, протекающих как внутри неё, так и при взаимодействии с окружающей средой

Диссипацией называется:

переход части энергии неупорядоченных процессов в энергию упорядоченных процессов, в конечном счёте - в воду.  
переход части энергии упорядоченных процессов в энергию неупорядоченных процессов, в конечном счёте - в теплоту.  
переход части энергии неупорядоченных процессов в энергию упорядоченных процессов, в конечном счёте - в холод.  
переход части энергии упорядоченных процессов в энергию неупорядоченных процессов, в конечном счёте - в воздух.

Первое начало термодинамики:

не устанавливает никаких ограничений перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их разность  
устанавливает определенные ограничения перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их сумма  
не устанавливает никаких ограничений перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их сумма  
устанавливает определенные ограничения перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их разность

Второе начало термодинамики:

накладывает дополнительно определенные ограничения на преобразование энергии  
не накладывает дополнительных определенных ограничений на преобразование энергии  
накладывает дополнительно некоторые ограничения на преобразование энергии  
не накладывает дополнительно некоторых ограничений на преобразование энергии

Что служит идеальным циклом компрессионных трансформаторов тепла при постоянных температурах теплоприёмника и теплоотдатчика:

цикл Стирлинга

обратный цикл Карно  
цикл Ренкина  
прямой цикл Карно

В каких установках применяется вода как хладагент:

компрессионного и поршневого типа  
эжекционного и компрессионного типа  
поршневого и абсорбционного типа  
абсорбционного и эжекционного типа

В каких установках широко применяется хладагент NH<sub>3</sub>:

в газовых  
в поршневых  
в компрессионных  
в эжекционных

Что относится к недостаткам аммиака:

пахучесть, высокая вязкость и горючесть при низких концентрациях в воздухе  
ядовитость, взрывоопасность и горючесть при низких концентрациях в воздухе  
ядовитость, взрывоопасность и горючесть при определенных концентрациях в воздухе  
пахучесть, низкая вязкость и горючесть при высоких концентрациях в воздухе

Что относится к недостаткам двуокиси углерода CO<sub>2</sub>:

низкая критическая температура при сравнительно высоком критическом давлении  
высокая критическая температура при сравнительно высоком критическом давлении  
низкая критическая температура при сравнительно низком критическом давлении  
высокая критическая температура при сравнительно низком критическом давлении

В каких установках наиболее распространены хладагенты Ф-12 CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>и Ф-22 CHF<sub>2</sub>Cl:

в каскадных холодильных установках  
в рефрижераторах  
в компрессионных автоматизированных холодильных установках  
в криогенных установках

В каких установках используются главным образом низкотемпературные хладагенты Ф-13 CF<sub>3</sub>Clи Ф-14 CF<sub>4</sub>:

в верхней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смеси одного агента  
в нижней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смесях агентов  
в средней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смесях агентов  
в нижней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смеси одного агента

Что используется в качестве рабочих агентов при температурах от 80 до 27 К:

метан, аргон и гелий  
воздух, неон и азот  
водород, неон и гелий  
азот, фреон и гелий

Что называется хладоносителем:

жидкость температура затвердевания которых существенно ниже  $T_0$   
жидкость температура затвердевания которых существенно выше  $T_0$   
жидкость температура затвердевания которых существенно выше  $T_0$   
жидкость температура затвердевания которых существенно ниже  $T_0$

Определить эксергию 4820 кДж холода, полученного при температуре кипения жидкого азота  $T_s = 82$  К.

11650 кДж  
12050 кДж  
14020 кДж  
13570 кДж

Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла как холодильные, так и теплонасосные характеризуются тем, что их работа протекает главным образом в области:

влажного пара  
сухого пара  
насыщенного пара  
ненасыщенного пара

Выбор числа ступеней сжатия зависит от:

условий её работы и назначения установки  
области применения и условий её работы

назначения установки и условий её работы  
области применения и назначения установки

В случае когда трансформация тепла в одной установке осуществляется на разных температурных уровнях применяются:  
многоступенчатые установки вместо одноступенчатых  
многоступенчатые установки вместо двухступенчатых  
двухступенчатые установки вместо одноступенчатых  
одноступенчатые установки вместо двухступенчатых

Какое вещество показывает данная штриховка: --- - ---  
водород  
слабый аммиачный раствор  
крепкий водоаммиачный раствор  
жидкий аммиак

Основное преимущество каскадных установок заключается:  
в возможности работы в небольших интервалах температур  
в возможности работы в низких интервалах температур  
в возможности работы в больших интервалах температур  
в возможности работы при абсолютном нуле

Определить удельный расход электроэнергии на выработку холода для установки холодопроизводительностью  $Q_0 = 2,93$  кДж/с. Мощность идеального компрессора  $N_B = 1,5$  кВт. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора соответственно равны:  $\eta_i = 0,8$ ;  $\eta_{эм} = 0,85$ .  
0,753  
0,596  
0,845  
0,689

Нагнетательные машины предназначены для:  
понижения давления и сжижения рабочего тела  
повышения давления и испарения рабочего тела  
понижения давления и перемещения рабочего тела  
повышения давления и перемещения рабочего тела

Насосы и вентиляторы выполняют в основном функцию:  
давления  
перемещения  
сжижения  
испарения

Машины, работающие на сжимаемом рабочем теле:  
вентиляторы  
конденсаторы  
насосы  
компрессоры

Расширительные машины предназначены для:  
внутреннего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внутренней работы  
внешнего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внутренней работы  
внутреннего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внешней работы  
внешнего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внешней работы

В машинах объемного действия изменение давления рабочего тела происходит в следствии:  
изменения объёма в результате взаимодействия рабочего тела и перемещающегося элемента машины  
изменения температуры в результате взаимодействия рабочего тела и перемещающегося элемента машины  
изменения объёма в результате взаимодействия рабочего тела и неподвижного элемента машины  
изменения температуры в результате взаимодействия рабочего тела и неподвижного элемента машины

В машинах кинетического действия изменение давления и температуры достигается путём:  
использования движущих сил в потоке давления  
использования инерционных сил в потоке рабочего тела  
использования гравитационных сил в потоке рабочего тела  
использования инерционных сил в потоке давления

При торможении потока, имеющего запас кинетической энергии, давление рабочего тела:  
не меняется  
убывает

возрастает  
ответ не указан

При расширении потока с внешним отводом энергии температура рабочего тела:  
понижается  
не изменяется  
повышается  
ответ не указан

Турбокомпрессоры и турбодетандеры применяют при существенно:  
больших расходах газов и небольших отношениях давлений  
небольших расходах газов и больших отношениях давлений  
мелких расходах газов и меньших отношениях давлений  
больших расходах газов и меньших отношениях давлений

В адиабатном компрессоре и детандере отсутствует:  
специально организованный теплообмен с внутренней средой  
специально организованный теплообмен с внешней средой  
специально организованный теплообмен с внутренней и внешней средой  
ответ не указан

Неадиабатный компрессор это:  
машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внешнюю среду для уменьшения работы, затрачиваемой на сжатие  
машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внутреннюю среду для увеличения работы, затрачиваемой на расширение  
машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внешнюю среду для увеличения работы, затрачиваемой на расширение  
машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внутреннюю среду для уменьшения работы, затрачиваемой на сжатие

Неадиабатный детандер это:  
машина, в которой в процессе расширения отводится тепло от охлаждаемого объекта  
машина, в которой в процессе сжатия подводится тепло от охлаждаемого объекта  
машина, в которой в процессе сжатия отводится тепло от охлаждаемого объекта  
машина, в которой в процессе расширения подводится тепло от охлаждаемого объекта

По числу ступеней сжатия машины разделяются на:  
одноступенчатые и двухступенчатые  
одноступенчатые и двухступенчатые  
многоступенчатые и одноступенчатые  
двухступенчатые и многоступенчатые

В расширительных машинах многоступенчатое расширение с промежуточным подводом тепла приводит:  
к уменьшению холодопроизводительности  
к увеличению холодопроизводительности  
холодопроизводительность не изменяется  
ответ не указан

Герметичность машины диктуется как целесообразностью изоляции ее внутренних объёмов от:  
внутренней и окружающей среды  
внутренней среды  
окружающей среды  
ответ не указан

Величина  $\eta_{ad}$  широко используется для оценки качества процесса:  
в неохлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в неохлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам  
в охлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в неохлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам  
в неохлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в охлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам  
в охлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в охлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам

Главные недостатки поршневых машин связаны с:  
значительными инерционными усилиями в приводном механизме при малых скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.

незначительными инерционными усилиями в приводном механизме при больших скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.  
значительными инерционными усилиями в приводном механизме при больших скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.  
незначительными инерционными усилиями в приводном механизме при малых скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.

Объемная производительность поршневых компрессоров ограничена:

размерами цилиндров и числом оборотов  
частотой вращения вала и ходом поршня  
ходом поршня и размерами цилиндров  
размерами цилиндров и частотой вращения вала

Применение мембранных компрессоров целесообразно при:

малых расходах рабочего тела  
больших расходах рабочего тела  
небольших расходах рабочего тела  
ответ не указан

Процесс сжатия в поршневых компрессорах осуществляется в цилиндре в результате:

возвратно - вращательное движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра  
поступательно - вращательное движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра  
возвратно- круговое движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра  
возвратно - поступательного движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра

Какие элементы отсутствуют в бескрейцкопфных машинах:

коленчатый вал  
крейцкопф и шток  
вошипно-шатунный механизм  
ответ не указан

Сколько число ступеней сжатия не превышает в компрессорах холодильных установок:

2  
4  
3  
1

Сколько число ступеней сжатия не превышает в криогенных установках:

1  
3  
2  
4

В мембранном компрессоре объем рабочего тела меняется вследствие:

перемещения в полости расширения гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или непосредственно от вошипно-шатунный механизма.  
перемещения в полости сжатия гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или непосредственно от кривошипно-шатунного механизма.  
перемещения в полости расширения гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или непосредственно от кривошипно-шатунного механизма.  
перемещения в полости сжатия гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или непосредственно от вошипно-шатунный механизма.

Турбокомпрессоры относятся к машинам:

кинетического действия  
объемного действия  
инерционного действия  
потенциального действия

Коэффициент полезного действия центробежных компрессоров находится в пределах:

0,55-0,69  
0,75-0,85  
0,85-0,94  
0,41-0,49

Коэффициент полезного действия осевых компрессоров находится в пределах:

0,54-0,63  
0,65-0,79

0,85-0,92  
0,93-0,98

Адиабатный КПД современных поршневых детандеров гелиевых рефрижераторов и ожижителей находится в пределах:

0,87-0,95  
0,96-0,98  
0,75-0,85  
0,63-0,74

Турбодетандеры применяются в холодильных и криогенных установках для предварительного и окончательного:  
замораживания рабочего тела  
нагрева рабочего тела  
сжижения рабочего тела  
охлаждения рабочего тела

Турбодетандер называют реактивным если:

в каналах рабочего колеса осуществляется сужение рабочего тела  
в каналах рабочего колеса осуществляется расширение рабочего тела  
в каналах рабочего колеса осуществляется выравнивание рабочего тела  
ответ не указан

Работа совершаемая газом в ступени турбодетандера, определяется:

числом Фибоначчи  
постоянной Больцмана  
уравнением Эйлера  
теоремой Вейерштрассе

Максимальное значение КПД современных реактивных турбодетандеров составляет:

0,68-0,75  
0,58-0,67  
0,86-0,90  
0,80-0,85

Механические потери и внешние утечки рабочего тела из машины относят к:

внутренним потерям  
внутренним и внешним потерям  
внешним потерям  
ответ не указан

В детандерах требуется применять материалы:

с высокой теплопроводностью  
с низкой теплопроводностью  
с средней теплопроводностью  
ответ не указан

Назначение насосов в установках трансформации тепла заключается в:

понижении давления  
понижении давления и перемещения рабочего тела  
повышении давления  
повышении давления и перемещения рабочего тела

Жидкость перекачиваемая насосом в установках трансформации тепла, обычно имеет температуру близкого к температуре:

кипения  
плавления  
абсолютный ноль  
ответ не указан

Определить индикаторный КПД вертикального непрямоточного бессальникового компрессора ФВ-6 при следующих условиях: коэффициент плотности  $\lambda_{пл} = 0,98$ , коэффициент подогрева  $\lambda_w = 0,85$ .

67%  
78%  
95%  
83%

РДС это:

регулятор дополнительного действия сети  
постоянный регулятор давления

дополнительный регулятор давления типа «до себя»

ответ не указан

В испарителе на стороне рабочего агента происходит в общем случае:

кипение жидкости

испарение жидкости и перегрев пара

охлаждения жидкости

ответ не указан

При регулировании трансформаторов тепла устанавливают дроссельный вентиль на линии жидкого агента:

не установлен

установлен после испарителем

установлен перед испарителем

ответ не указан

Снижение массового расхода рабочего агента в следствии прикрытия дроссельного вентиля приводит к:

к повышению температуры конденсации

к снижению температуры конденсации

к повышению давления конденсации

ответ не указан

Если после конденсатора включен охладитель конденсата, то прикрытие дроссельного вентиля вызывает:

тепловая нагрузка охладителя понижается

тепловая нагрузка охладителя повышается

тепловая нагрузка охладителя не изменяется

ответ не указан

Экзотермический процесс это:

замещение

разделение

смещение

охлаждение

Эндотермический процесс это:

замещение

разделение

смещение

охлаждение

Довести концентрацию в дефлегматоре до единицы (получить идеальный чистый пар):

практически можно в невесомости

можно везде и всегда

теоретически невозможно

ответ не указан

Под температурой генерации понимается:

абсолютный ноль

наивысшая температура в генераторе

средняя температура в генераторе

температура плавления

Температура греющей среды в генераторе может:

понижаться пропорционально температуре внутренней среды

повышаться пропорционально температуре внешней среды

не отличаться от номинальной

отличаться от номинальной

Суммарный срок работы рефрижератора зависит от:

ёмкость баллонов

подачи электроэнергии

температуры внешней среды

повышения давления

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Критерии оценивания ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется, когда обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда обучающийся неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Прохождение контрольного мероприятия по сдаче экзамена считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	В.Г. Дьяконов, О.А. Лонцаков	Основы теплопередачи : учебное пособие		Казань : Издательство КНИТУ, 2011, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258437">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258437</a>
Л1.2	М.Х. Хаблянян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров	Вакуумная техника: оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация : учебное пособие		Казань : Издательство КНИТУ, 2013, 2013, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258831">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258831</a>

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	В.С.Логинов и др.	Примеры и задачи по тепломассообмену: учебное пособие		СПб.: Лань, 2011,
Л2.2	Ю.В.Синявский	Сборник задач по курсу теплотехника		СПб.: ГИОРД, 2010,
Л2.3	Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова	Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие		Ставрополь : СКФУ, 2014, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457750">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457750</a>
Л2.4	Ю.А. Фирсова, М.С. Хамидуллин, А.Г. Сайфетдинов	Расчет аммиачной холодильной установки с закрытой системой охлаждения : учебное пособие		Казань : КГТУ, 2011, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258608">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258608</a>

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Салова Т.Ю.	Тепловой расчет холодильной установки : методические указания		Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2016, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=445955">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=445955</a>

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru/">https://lms.misis.ru/</a>
----	------------	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ПО MATLAB & Simulink
П.2	ПО DjVu Solo 3.1
П.3	ПО WinDjView 2.0.2
П.4	ПО Microsoft Teams



П.5	Браузер Google Chrome
П.6	ПО Microsoft Office 2007 Russian Academic OpenLicensePack NoLevel Acdmc
П.7	ПО Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	<a href="http://window.edu.ru/window/catalog">http://window.edu.ru/window/catalog</a> - единое окно доступа к образовательным ресурсам;
И.2	<a href="http://matlab.exponenta.ru/">http://matlab.exponenta.ru/</a> - подробные авторские руководства по продуктам MathWorks;
И.3	<a href="http://electromeh.npi-tu.ru/">http://electromeh.npi-tu.ru/</a> - научно-технический журнал «Известия высших учебных заведений. Электромеханика»;
И.4	<a href="http://sstuaeu.esrae.ru/">http://sstuaeu.esrae.ru/</a> - электронный научный журнал «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»;
И.5	<a href="https://readera.ru/elektro">https://readera.ru/elektro</a> - научно-технический журнал «ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность».
И.6	<a href="http://electrical-engineering.ru/">http://electrical-engineering.ru/</a> - "Электротехника: сетевой электронный научный журнал"
И.7	<a href="http://www.news.elteh.ru/">http://www.news.elteh.ru/</a> Общероссийский журнал «Новости Электротехники» - отраслевое информационно-справочное издание.

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
127	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Компьютер в сборе 34220287, 13 шт. Интерактивная доска Panasonic 34050034, 1 шт. Проектор Epson 34250033, 1 шт. Документ-камера Avermedia 34250035, 1 шт. Наб ACORP 16 порт, 1 шт. Стол компьютерный, 12 шт. Стол ученический, 8 шт. Кресло компьютерное, 12 шт. Стул, 16 шт. Доска ученическая, 1 шт. Веб-камера Logitech, 1 шт.
216	Учебная лаборатория	Лаборатория теплотехники и термодинамики 01350012, 1 шт. Лабораторный стенд для изучения принципов преобразования и измерения давления, расхода жидкости, воздуха 04.2.3.0196, 1 шт. Лабораторный стенд для изучения принципов преобразования и измерения давления, расхода жидкости, воздуха 04.2.3.0197, 1 шт. Горелка эжекционная, 1 шт. Компьютер 34753/1, 1 шт.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная

самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа,

не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и

т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может

осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы

осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.