

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Холодильные машины и тепловые насосы

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 377843
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур
Владимирович
Дата: 05.02.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Холодильные машины и тепловые насосы» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» компетенций, позволяющих подготовить будущих бакалавров к проведению работ по применению и расчёту трансформаторов теплоты в энергетике, промышленности, ж.д. транспорте и объектах ЖКХ.

Задачей преподавания дисциплины является приобретение студентами знаний о трансформации теплоты для различных установок компрессионного, абсорбционного, струйного типа.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-4 - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах;

ПК-1 - Готовность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

теоретические основы работы холодильных машин и тепловых насосов, показатели их эффективности; закономерности и особенности процессов тепло-и массопереноса на уровне, обеспечивающем готовность к проведению самостоятельной работы.

Уметь:

составлять программу проведения эксперимента и проводить испытания работы холодильных машин и тепловых насосов; индивидуально разработать план решения конкретной задачи тепло-и массообмена применительно к элементу (узлу) теплотехнологической установки или системы.

Владеть:

знаниями и умениями на уровне, необходимом для получения

результатов решения задач тепло- и массопереноса в теплотехнологических установках и системах; методами обработки и анализа полученной во время эксперимента информации с привлечением соответствующего математического аппарата.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий | Количество часов | |
|---|------------------|---------|
| | Всего | Сем. №7 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 100 | 100 |
| В том числе: | | |
| Занятия лекционного типа | 50 | 50 |
| Занятия семинарского типа | 50 | 50 |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 80 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| 1 | Введение / Назначение трансформаторов теплоты. Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Роль трансформаторов теплоты в системах термостабилизации различных объектов. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надёжности. Коэффициенты определяющие эффективность. Целевые коэффициенты и КПД. . Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы. |
| 2 | Эксергетический метод термодинамического анализа / Эксергетический метод термодинамического. Анализа трансформаторов теплоты. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксергии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Характерные зоны искусственного холода. Применение эксергетического метода анализа к установкам и системам. |
| 3 | Хладагенты / Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов теплоты. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Зависимость свойств фреонов от их состава. Определение озonoактивных фреонов и выбор альтернативных хладагентов. |
| 4 | Парожидкостные холодильные и теплонасосные установки / Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов теплоты. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах (T-S, t-h, h-lgr). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчёта. Удельные затраты энергии и эксергетический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. Методы расчёта многоступенчатых и каскадных трансформаторов теплоты. Тепловые насосы . Схемы и метод расчёта. Определение коэффициента трансформации и КПД. Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов. |
| 5 | Газовые компрессионные трансформаторы теплоты / Особенности процессов газовых трансформаторов теплоты необходимые для условий работы объектов термостабилизации. Преимущества и недостатки газовых установок. Основные показатели. Схемы и реальные процессы работы газовых трансформаторов теплоты. Газовые трансформаторы с регенерацией. Регенераторы газовых установок. Схема включения , конструкции и системы переключения, принцип работы и основные преимущества их применения в системах хладоснабжения. Методы расчёта для стационарных процессов. |
| 6 | Абсорбционные трансформаторы теплоты / Особенности режимов работы абсорбционных трансформаторов теплоты, позволяющие использовать нетрадиционные и вторичные энергоресурсы. Абсорбционные трансформаторы теплоты непрерывного действия. Методика расчёта параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов теплоты. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы теплоты: принципиальные схемы и основные процессы. Абсорбционные трансформаторы теплоты периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки. |
| 7 | Струйные трансформаторы теплоты / Принципиальные схемы струйных трансформаторов теплоты. Принцип работы прямоструйных трансформаторов. Метод расчёта коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямоструйных компрессоров и эжекторов. Характеристики прямоструйных трансформаторов теплоты. Принципиальная схема низкотемпературного рефрижератора с дроссельноэжекторной ступенью. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчёта, холодильный коэффициент и КПД. |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|---|
| 8 | Ожижение и замораживание газов / Использование ожиженных и замороженных газов в качестве криоагентов. Основные процессы ожижения и замораживания газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Минимальная работа ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчёта основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей. Параметры продуктов разделения используемые для систем жизнеобеспечения |
| 9 | Термоэлектрические трансформаторы теплоты / Эффект Пельтье. Схема и метод расчёта полупроводниковых микрохолодильников для систем термостабилизации. Увеличение интервала рабочих температур, каскадные термобатареи. Эффективность термоэлектрических трансформаторов. Терромагнитные трансформаторы теплоты. Эффект Эттингсхаузена. Схема и принцип работы. Магнитные трансформаторы теплоты. Схема и принцип работы. Метод адиабатного размагничивания. Получение ультранизких криогенных температур. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | Расчёт и определение характерных параметров трансформаторов теплоты На практическом занятии студенты знакомятся с расчетом основных характеристик пароконденсационных и теплонасосных аппаратов. |
| 2 | Расчёт и определение характерных параметров газовых трансформаторов На практическом занятии студенты знакомятся с расчетом основных характеристик газовых трансформаторов с замкнутыми и разомкнутыми процессами. |
| 3 | Расчёт и определение характерных параметров абсорбционных холодильных установок. На практическом занятии студенты знакомятся с расчетом основных характеристик абсорбционных трансформаторов теплоты непрерывного действия, с методикой расчёта параметров абсорбционных установок; оценивают эффективность абсорбционных трансформаторов теплоты |
| 4 | Расчёт и определение параметров струйных трансформаторов теплоты На практическом занятии студенты знакомятся с методом расчёта коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямоструйных компрессоров и эжекторов. |
| 5 | Ожижение и замораживание газов На практическом занятии студенты знакомятся с методикой расчёта основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|--|
| 1 | Проработка лекционного материала. |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям. |
| 3 | Подготовка к зачету |
| 4 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 5 | Подготовка к текущему контролю. |

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|-------|---|--|
| 1 | Тепловые насосы Д. Рей, Д. Макмайкл. Однотомное издание. М.: Энергоиздат , 1982. – 224 с. | НТБ (фб.) |
| 2 | Тепловые насосы : учебное пособие / И. В. Агафонова, А. С. Кравец, М. М. Мурашко ; Московский гос. ун-т путей сообщения (МИИТ), Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта". - Москва : МИИТ, 2008 (М. : Типография МИИТ). - 42 с. : ил.; 21 см. | НТБ (фб.); НТБ (чз.2) |
| 3 | Теория холодильных машин и тепловых насосов. Морозюк Т.В. М.: Негоциант , 2006. – 765 с. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru) |
| 4 | Термодинамические основы тепловых насосов : учебное пособие / Е. Т. Васьков . - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский гос. архитектурно-строительный ун-т, 2007 (СПб. : Ризограф С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-та). - 127 с. : ил., табл.. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru) |
| 5 | Основы холодильной техники / Рой Дж. Доссат, Томас Дж. Хоран ; пер. с англ. С. В. Аникина под ред. Л. Г. Каплана]. - Москва : Техносфера, 2008. - 821 с. : ил., табл..ISBN 978-5-94836-158-1 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru) |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической биб-лиотеки МИИТ. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.<http://www.twirpx.com/> - электронная библиотека.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения лекционных занятий используется специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Рабочее место студента с персональным компьютером, подключёно к сетям INTERNET.

Имеется комплект переносных инструментов и оборудования для проведения энергетических обследований.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Теплоэнергетика транспорта»
Института транспортной техники и
систем управления

В.Н. Чернышов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ
Председатель учебно-методической
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин