

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
_____ /Глухарев В.А./
« ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
_____ /Грушкин В.А./
« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЬНАЯ)

Дисциплина	ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ
Направление подготовки	140100.62 – «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль подготовки	Энергообеспечение предприятий
Квалификация (степень) выпускника	Бакалавр
Нормативный срок обучения	4 года
Форма обучения	Очная

	Всего	Количество часов								
		<i>в т.ч. по семестрам</i>								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	2						2			
Общее количество часов	72						72			
Аудиторная работа – всего, в т.ч.:	36						36			
лекции	18						18			
лабораторные практические	18						18			
Самостоятельная работа	36						36			
Количество рубежных контролей	2						2			
Форма итогового контроля	Зач.						Зач.			
Курсовой проект (работа)										

Разработчик: доктор технических наук, Эфендиев А.М. _____

Саратов 2013

1.Цели освоения дисциплины:

Целью изучения дисциплины является формирование навыка термодинамических и эксергетических расчетов основ теории трансформации тепла для различных установок компрессионного, абсорбционного, струйного типа.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 140100.62 – Теплоэнергетика и теплотехника дисциплина «Основы трансформации теплоты» относится к вариативной части профессионального цикла. Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Термодинамика» и «Гидрогазодинамика».

Для изучения дисциплины обучающиеся должны:

Знать: основные законы физики и химии, математические методы расчётов, термодинамические терминологию и её основные законы.

Уметь: пользоваться и применять вышеперечисленные правила, законы, математический механизм, при решении задач.

Знания, полученные по мере освоения дисциплин, необходимы при изучении всех последующих дисциплин: Технологические энергоносители и системы.

3.Компетенции обучающегося, формируемые в процессе изучения дисциплины «Основы трансформации теплоты».

По завершению освоения данной дисциплины у бакалавров должны быть сформированы компетенции:

- 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.(ПК-8);

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

Знать:

- процессы сопровождающие преобразование теплоты в другие формы энергии;
- рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных установках ТТ;

Уметь:

- выполнять расчеты, связанные с оборудованием по трансформации тепла.

Владеть:

- методикой построения систем трансформации теплоты.

4. Структура и содержание дисциплины «Основы трансформации теплоты».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часов из них 36 часа – аудиторная работа, 36 часов – самостоятельная работа.

Таблица 1.

Структура и содержание дисциплины «Основы трансформации теплоты»

№ п/п	Тема занятия Содержание	Недели семестра	Аудиторная работа			Самостоятельная работа Количество часов	Контроль знаний		
			Вид занятия	Форма проведения	Количество часов		Вид	Форма	Мак. балл
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1.	Введение. Назначение трансформаторов тепла, их классификация.	1	Л	Т	2			КЛ	
2.	Изучение терминологии предмета, маркировки хладагентов и процессов в трансформаторах тепла	2	ПЗ	Т	2	3	ВК ТК	УО	3
3.	Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла;	3	Л	Т	2			КЛ	
4.	Расчет и определение характерных параметров пароконденсаторных трансформаторов тепла	4	ПЗ	Т	2	3	ТК	УО	3
5.	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла.	5	Л	Т	2			КЛ	
6.	Испытание парожидкостных компрессионных холодильных установок	6	ПЗ	В	2	3	ТК	УО	4
7	Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксергии различных видов энергии Коэффициенты работоспособности	7	Л	Т	2			КЛ	
8.	Расчет и определение характерных параметров теплонасосных трансформаторов тепла	8	ПЗ	Т	2	3	ТК	ПО ОУ	3
9.	Хладоносители и хладагенты, их выбор для трансформаторов тепла.	9	Л	Т	2			КЛ	
10.	Испытание теплового насоса	10	ПЗ	В	2	3	РК	ПО	3

11.	Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические	11	Л	Т	2			КЛ	
12.	Расчет и определение характерных параметров газовых трансформаторов тепла с замкнутыми процессами	12	ПЗ	Т	2	3	ТК	УО	4
13.	Принципиальные схемы парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла	13	Л	В	2			КЛ	
14.	Расчет и определение характерных параметров газовых трансформаторов тепла с разомкнутыми процессами	14	ПЗ	Т	2	3	ТК	УО	3
15.	Принципиальные схемы парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла	15	Л	В	2			КЛ	
16.	Испытание адиабатной вихревой трубы	16	ПЗ	В	2	3	ТК	УО	
17.	Принципиальные схемы абсорбционных и струйных трансформаторов тепла	17	Л	В	2			КЛ	
18.	Расчет и определение характерных параметров абсорбционных холодильных установок	18	ПЗ	Т	2	3	РК	ПО	4
19.	Выходной контроль					9	Вых.К Зач.	Р зач	9
20.	Итого				36	36			36

Примечание:

Условные обозначения:

Виды аудиторной работы: Л-лекция, ЛЗ-лабораторное занятие, ПЗ-практическое занятие, С-семинарское занятие.

Формы проведения занятий: В-Л-лекция-визуализация, П-проблемная лекция/занятие, ПК-лекция-пресс-конференция (занятия пресс-конференция), Б-бинарная лекция, Т-лекция/занятие, проводимое в традиционной форме, М-моделирование, ДИ-деловая игра, КС-круглый стол, МШ-мозговой штурм, МК-метод кейсов.

Виды контроля: ВК-входной контроль, ТК-текущий контроль, РК-рубежный контроль, ТВ-творческий рейтинг, Вых.к.-выходной контроль.

Форма контроля: УО-устный опрос, ПО-письменный опрос, Т-тестирование, КЛ-конспект лекций, Р-реферат, ЗР-защита курсовой работы, ЗП-защита курсового проекта, Э-экзамен, З-зачет.

5. Образовательные технологии

Для успешной реализации образовательного процесса по дисциплине «Основы трансформации теплоты» и обеспечения его эффективности используются как традиционные педагогические технологии, так и методы активного обучения: лекция-визуализация, проблемная лекция, пресс-конференция.

Удельный вес занятий, проводимых с использованием активных и интерактивных методов обучения, в целом по дисциплине составляет 33% (по ФГОС не менее 20%).

6. Оценочные средства для проведения входного, рубежного и выходного контроля.

Вопросы входного контроля.

1. Основные параметры состояния газа
2. Что такое теплота и работа
3. Уравнение состояния идеального газа
4. Теплоемкость
5. Количество теплоты
6. Что такой термодинамический процесс
7. Равновесные и неравновесные процессы
8. Обратимые и необратимые процессы
9. Внутренняя энергия рабочего тела
10. Формулировка первого закона термодинамики $dq=d_u+d_e$
11. Энтальпия
12. Изохорный процесс (в PV координатах)
13. Изобарный процесс (в PV координатах)
14. Изотермический процесс (в PV координатах)
15. Адиабатный процесс (в PV координатах)
16. Второй закон термодинамики, формулировка второго закона термодинамики
17. Цикл Карно (2 изотерм+2 адиабат)
18. Энтропия
19. Относительная и абсолютная влажность
20. Влажосодержание
21. Процесс конвекции
22. Процесс теплопроводности
23. Процесс теплового излучения
24. Теплопроводность
25. Теплопередача

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Какие функции осуществляют трансформаторы тепла в общем случае?
2. Какие установки относятся к трансформаторам тепла и их уровни отвода тепла?
3. Какие технические системы называются трансформаторами тепла и какое обязательное условие требуется для повышения потенциала тепла?

4. Классификация процессов повышения потенциала тепла в зависимости от положения температурных уровней (классы R, H, RH)
5. Для чего предназначены рефрижераторы, теплонасосные установки и комбинированные установки
6. Нарисуйте схему температурных зон использования трансформаторов тепла
7. Что является теплоприемником в рефрижераторных системах, теплонасосных и комбинированных системах?
8. Нарисуйте обратные термодинамические циклы трех видов трансформаторов тепла и опишите их
9. Какой термодинамический цикл может служить эталоном цикла трансформатора тепла и чем отличаются цикл ТТ от эталона?
10. Перечислите для каких целей используются рефрижераторные установки
11. Перечислите для каких целей используются криогенные системы
12. Перечислите для каких целей используются трансформаторы тепла, в которых осуществляются теплонасосные и комбинированные процессы
13. Классификация трансформаторов тепла по принципу работы: термомеханические и электромагнитные (дать пояснение)
14. Классификация термомеханических ТТ в зависимости от способа повышения давления рабочего тела
15. Принцип работы компрессионных установок и их классификация (парожидкостные, газожидкостные и газовые)
16. Принцип работы сорбционных установок
17. Абсорбционные и адсорбционные установки
18. Струйные установки, их принципы действия
19. Классификация электромагнитных ТТ
20. Классификация ТТ по характеру трансформации тепла
21. Классификация ТТ по характеру протекания процесса во времени
22. Перспективы развития установок ТТ

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Классификация ТТ по термодинамическому признаку-характеру протекающих в них процессов
2. Трансформаторы тепла с циклическими процессами
3. Трансформаторы тепла с квазициклическими (разомкнутыми) процессами
4. ТТ с нециклическими (ациклическими) процессами
5. Назначение каскадных и регенеративных трансформаторов тепла
6. Каскадный метод и метод регенерации тепла для построения схем с прямыми и обратными циклами
7. Удельная работа т.е. удельная эксергия получаемая в обратимом взаимодействии потока газа с окружающей средой
8. Связь величины удельной эксергии с величинами i , s , T (привести схему)

9. Диаграмма эксергия-энтальпия (e-i)
10. Диаграммы e-i для веществ с различными физическими свойствами (привести схемы)
11. Составления энергетического баланса системы
12. Иллюстрация энергетического и эксергетического баланса механического трансформатора тепла
13. Анализ эксергетического и энергетического баланса механического ТТ
14. Идеальные и идеализированные модели термодинамического анализа
15. Принципиальная схема и действие парожидкостного компрессионного ТТ
16. Работа парожидкостного компрессионного ТТ на T, s, и i-s диаграммах

Вопросы рубежного контроля № 2

Вопросы рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области в диаграмме $g_e=f(T)$ ($T_{c.c.}=293K$)
2. Характерные зоны низкотемпературной техники и пределы изменения температуры теплоотдатчика T_n, K ($t_n, ^\circ C$)
3. Зона КВ, ее температурный интервал
4. Зона УХ, ее температурный интервал, используемые хладагенты и газы
5. Зона КА, ее температурный интервал, промышленные газы с температурой конденсации в этом интервале
6. Зона ВГ, ее температурный интервал и назначение установок работающих в этом интервале
7. Зона УН, ее температурный интервал
8. Изменения коэффициента работоспособности тепла g_e и удельных эксергетических затрат в пределах этих зон
9. Вещества применяемые в качестве рабочих тел в термомеханических ТТ
10. Хладагенты абсорбционных установок
11. Назначение хладоносителей и требования к ним
12. Хладоносители холодильных установок
13. Принципиальная схема и процесс работы реального компрессионного ТТ
14. Основные отличия схемы и процесса работы реального парожидкостного компрессионного ТТ от схемы идеальной установки
15. Понятия об абсорбционных установках.
16. Принцип действия идеальных абсорбционных установок
17. Схема реальных абсорбционных ТТ
18. Типы струйных трансформаторов тепла
19. Принципиальная схема струйного компрессора
20. Упорядоченные (организованные) виды энергии, условия упорядоченности

21. Неупорядоченные (неорганизованные) виды энергии, условия неупорядочности
22. Эксергия системы, условия необходимости введения понятия эксергии
23. Измерители эксергии с позиций первого и второго законов термодинамики
24. Основное свойство эксергии
25. Диссипация энергии и эксергии, эксергетический КПД
26. Внутренние и внешние потери системы
27. Эксергетический и энергетический баланс системы
28. Первое и второе начало термодинамики и преобразование энергии
29. Виды энергии используемые при трансформации тепла и эксергия
30. Коэффициент работоспособности тепла
31. Зависимость коэффициента работоспособности тепла от температуры T
32. Связь между затратой энергии E_q и температурным уровнем источника тепла T (привести схему)
33. Что такое удельная эксергия потока газа?
34. Взаимодействие потока газа с окружающей средой изложите по T - S диаграмме (привести схему)

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Основные параметры термодинамических свойств хладагентов и криоагентов и требования к ним
2. Характеристики аммиака (NH_3) как хладагента парожидкостных установок, его преимущества и недостатки
3. Характеристики CO_2 как хладагента, его преимущества и недостатки
4. Галоидные соединения насыщенных углеводов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, полученные путем замены атомов водорода на атом фтора, хлора, брома и т.д. (фрионы)
5. Криоагенты – рабочие тела для криогенной техники
6. Методика расчета одноступенчатых ТТ (примеры расчета)
7. Методика расчета теплонасосных установок
8. Удельный расход тепла в идеальных абсорбционных установках
9. Процесс работы вихревой трубы
10. Идеализированная вихревая труба
11. Действительная вихревая труба

Вопросы выходного контроля (зачета)

1. Трансформаторы тепла, их назначение и обязательное условие функционирования
2. Классификация процессов повышения потенциала тепла
3. Рефрижераторы, теплонасосные установки и комбинированные установки
4. Температурные зоны и теплоприемники ТТ

5. Обратные термодинамические циклы R, H, RH и их отличие от эталона
6. Назначение рефрижераторных установок, криогенных систем, теплонасосных и комбинированных ТТ
7. Классификация трансформаторов тепла
8. Принцип работы компрессионных установок, их классификации.
9. Принцип работы сорбционных установок. Абсорбционные и адсорбционные
10. Классификация трансформаторов тепла по характеру трансформации тепла и протекания процесса по времени
11. Струйные установки, их принцип действия. Классификация электромагнитных ТТ
12. Классификация ТТ по термодинамическому признаку-характеру протекающих в них процессов
13. Трансформаторы тепла с циклическими, квазициклическими и нециклическими процессами
14. Назначение каскадных и регенеративных ТТ
15. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии
16. Эксергия системы
17. Измерители эксергии
18. Основные свойства эксергии
19. Диссипация энергии и эксергии, эксергетический КПД
20. Внутренние и внешние потери, энергетический и эксергетический балансы системы
21. Первое и второе начало термодинамики и преобразование энергии
22. Виды энергии используемые при трансформации тепла и эксергия
23. Коэффициент работоспособности тепла и его зависимость от температуры T (схема)
24. Связь между затратой энергии E_q и температурным уровнем источника тепла t (схема)
25. Удельная эксергия потока газа и взаимодействие потока газа с окружающей средой (схема)
26. Связь величины удельной эксергии с величинами I, s, T (схема)
27. Диаграмма эксергия-энтальпия (e-i) для веществ с различными физическими свойствами (схема)
28. Эксергетический баланс системы. Эксергетический и энергетический баланс механического ТТ и его анализ
29. Идеальные и идеализированные модели термодинамического анализа ТТ
30. Принципиальная схема и работа парожидкостного компрессионного ТТ
31. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области в диаграмме $r_e=f(T)$ ($T_{o.c.}=293^{\circ}\text{C}$)
32. Характерные зоны низкотемпературной техники и пределы изменения температуры теплоотдатчика $T_n, K(t_n, ^{\circ}\text{C})$

33. Зоны «КВ» и «УХ», их температурные интервалы. Используемые хладоагенты и газы
34. Зоны «КА», «ВГ» и «УН», их температурные интервалы
35. Изменения коэффициенты работоспособности тепла η_e и удельных эксергетических затрат в пределах этих зон
36. Вещества применяемые в качестве рабочих тел в термомеханических ТТ
37. Основные параметры термодинамических свойств хладоагентов и криагентов, требования к ним
38. Характеристики аммиака (NH_3) как хладоагента парожидкостных установок, его преимущества и недостатки
39. Характеристики CO_2 как хладоагента, его преимущества и недостатки
40. Голоидные соединения насыщенных углеводородов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, полученные путем замены атомов водорода на атомы фтора,, хлора, брома и т.д. (фреоны)
41. Криогены – рабочие тела
42. Хладоагенты абсорбционных установок
43. Назначение хладоносителей и требования к ним
44. Хладоносители холодильных установок
45. Принципиальная схема и процесс работы реального компрессионного ТТ
46. Основные отличия схемы и процесса работы парожидкостного компрессионного ТТ от схемы идеальной установки
47. Методика расчета одноступенчатых ТТ
48. Методика расчета теплонасосных установок
49. Понятие об абсорбционных установках
50. Принцип действия идеальных абсорбционных установок
51. Удельный расход тепла в идеальных абсорбционных установках
52. Схема реальных абсорбционных ТТ
53. Типы струйных ТТ
54. Принципиальная схема струйного компрессора
55. Процесс работы вихревой трубы
56. Идеализированная вихревая труба
57. Действительная вихревая труба

Темы рефератов

1. Трансформаторы тепла, эксергетический метод их термодинамического анализа.
2. Парожидкостные компрессорные трансформаторы тепла.
3. Характерные параметры пароконпрессорных трансформаторов тепла, их расчет.
4. Характерные параметры теплонасосных трансформаторов тепла их расчет.
5. Характерные параметры абсорбционных холодильных установок ,их расчет.
6. Характерные параметры газовых трансформаторов тепла ,их расчет.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература

1. **Соколов, Е.Я.** Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения [Текст] / Е.Я. Соколов, В.М. Бродянский.: М.: Энергоиздат., 1981, 317 с.

2. **Мартынов, А.В.** Установки для трансформации тепла и охлаждения. [Текст] / А.В. Мартынов М.: Энергоиздат., 1989, 201 с.

3. **Сажин, Б.С.** Энергетический анализ в химической технологии, химическая энциклопедия [Текст] / Б.С. Сажин, А.П. Буленов. М.: 1992

б) Дополнительная литература

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. [Текст] / Под общ. Ред. В.А. Григорьева, В.А. Зорина-2-е изд.перераб.- М.:Энергоиздат,1991, 551 с.

в) Электронные ресурсы

Электронная библиотека СГАУ – <http://library.sgau.ru>

<http://ukrrudprom.ua>

<http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Эксергия&oldid=44462920>

8. Материально техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий используется следующее материально-техническое обеспечение:

- холодильники-компрессионные и абсорбционные
- комплекты слайдов по темам лекций

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки предприятий 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника.