

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Кафедра химических технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГО-РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ»**

**для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»**

Владимир – 2016 г.

Данные методические указания включают рекомендации по содержанию и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Теоретические основы энерго-ресурсосбережения» для студентов направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рабочей программы дисциплины «Теоретические основы энерго-ресурсосбережения»

Рассмотрены и одобрены на
заседании УМК направления
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
Протокол № 1 от 5.09.2016 г.
Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ

1. Общая схема самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к рейтинг-контролю знаний, к выполнению и защите лабораторных работ, подготовке к сдаче зачета.

2. Рекомендации по использованию материалов УМКД

В рабочей программе в части учебного плана представлена тематика лекций, лабораторных работ, по которым предусмотрено выполнение самостоятельной работы. В УМКД представлены вопросы по подготовке к рейтингам и сдаче зачета. После каждой лабораторной работы представлены контрольные вопросы для самостоятельной проработки. Приведен список основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения. Литература доступна через библиотеку ВлГУ, а также ее электронный зал.

3. Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины.

В рабочей программе в учебно-тематическом плане курс разбит на темы, по каждой из которых предполагается прочтение лекций, выполнение лабораторных занятий, а также самостоятельное изучение этих разделов в домашних условиях. Как обычно число часов, отведенных на лекцию, равно числу часов на самостоятельную проработку того или иного раздела. Студент в домашних условиях прорабатывает материал лекции и читает дополнительный материал по учебникам.

4. План изучения дисциплины

Студент к сдаче зачета должен выполнить следующие работы:

1. Прослушать курс лекций.
2. Выполнить лабораторный практикум и защитить отчеты к нему.
3. Пройти тестирование по трем промежуточным аттестациям.
4. Подготовится и сдать экзамен по дисциплине.

5. Рекомендации по работе с литературой

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, а также Интернет-ресурсами. Основная и дополнительная литература приведена ниже.

В литературе приведены отдельные темы по дисциплине "Теоретические основы энерго-ресурсосбережения". Основным учебным пособием является Бескоровайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескоровайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.; Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.; Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических сис-

тем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.

представленным в Интернет.

6. Разъяснения по работе с тестовой системой курса, по выполнению домашних заданий

Три раза в семестр проводится промежуточная аттестация по тестам, либо вопросам, приведенным ниже. Аттестация проводится либо в тестовом режиме, либо в режиме написания эссе по вопросу. В домашних условиях студент готовит теоретический материал к сдаче в рейтинговые недели.

7. Рекомендации по подготовке к экзамену

Подготовка к сдаче зачета осуществляется студентом после сдачи рейтингов, отчетов по лабораторным занятиям и защите их. Подготовка ведется по тематике лекционного курса. Преподаватель выдает заранее вопросы к сдаче экзамена.

8. Вопросы к рейтинг-контролю.

Рейтинг-контроль № 1.

1. Актуальность проблемы энергосбережения.
2. Проблемы использования органических видов топлива.
3. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов.
4. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов.
5. Введение в химико-технологические системы энергетических установок.
6. Эксергия. Эксергетический метод.
7. Виды энергии.
8. Главный источник энергии.
9. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта.
10. Полные сквозные энергозатраты .
11. Ресурсы общих запасов энергии .
12. Возобновляемые источники энергии.
13. Первичные и вторичные энергетические ресурсы
14. Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)
15. Использование энергетических ресурсов
16. Общее понятие химической технологии.
17. Тенденции развития химической технологии.
18. Энергоснабжение химических предприятий
19. Схема энергетического предприятия.
20. Источники сбросной теплоты.

21. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией.
22. Источники вторичных энергоресурсов.
23. Вторичные энергоресурсы избыточного давления.
24. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы.
25. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Классификация.
26. Направления расходования теплоты в химической промышленности.
27. Утилизация низкотемпературных ВЭР.
28. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему
29. Модельная высокотемпературная энергохимикотехнологическая схема
30. Использование высокотемпературных ВЭР в производстве аммиака для выработки работы и теплоты.
31. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта.
32. Распределение тепловых потоков в схемах тепловых ВЭР.
33. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты.

Рейтинг-контроль № 2.

1. Основное содержание термодинамики
2. Подразделение термодинамики на направления науки.
3. Виды обмена энергией.
4. Термодинамические системы.
5. Термодинамические параметры состояния системы.
6. Термодинамические процессы.
7. Параметры состояния идеального газа.
8. Уравнения состояния идеального газа.
9. Термодинамический процесс.
10. Равновесные процессы .
11. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты.
12. Произвольный обратимый процесс в v - p и s - T координатах.
13. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.
14. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. 2. Внутренняя энергия системы.
15. Энтальпия.
16. Энтропия.

17. Первый закон термодинамики.
18. Кинетическая и потенциальная энергии.
19. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов.
20. Методы исследования энергетических превращений в технических системах.
21. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС.
22. Эксергетический метод анализа.
23. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой.
24. Свободная и связанная энергия.
25. Термодинамические потенциалы.
26. Соотношения между термодинамическими потенциалами.
27. Параметры состояния и функции
28. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды.
29. Понятие эксергии.
30. Современное толкование понятия термина "эксергия".
31. Эксергические функции.
32. Понятие "техническая система".
33. Окружающая среда и источники вещества и энергии.
34. Технические системы подверженные эксергетическому анализу
35. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС.
36. Организованная энергия.
37. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий.
38. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы.
39. Эксергия потока вещества – функция состояния системы.
40. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе.
41. Концентрационная эксергия

Рейтинг-контроль № 3.

1. Химико-технологические системы.
2. Определение химической эксергии.
3. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды.
4. Выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования.
5. Классификация открытых технических систем по процессам.
6. Процессы в системах второй группы.
7. Процессы в системах третьей и четвертой групп.
8. Реакционная эксергия сложного вещества.

9. Концентрационная составляющая химической эксергии.
10. Эксергия теплового потока.
11. Эксергетическая температура.
12. Эксергия потока излучения.
13. Эксергетические балансы.
14. Определение значений эксергетических потерь.
15. Общие свойства эксергетического баланса.
16. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.
17. Оценка термодинамического совершенства технических систем.
18. Термический КПД паросиловой установки.
19. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки.
20. Эксергетический КПД.
21. Технические системы энергоснабжения.
22. Элементы паросиловой установки и цикл Ренкина.
23. Термодинамические характеристики элементов паросиловой установки (теплота, работа).
24. Практические расчеты цикла Ренкина (теплота, работа, балансы).
25. Термический КПД. 5. Диаграмма реального процессарасширения пара в турбине.
26. Диаграмма реального процесса перемещения жидкости в насосе.
27. TS – Диаграмма изменения температур горячего источника, воды и пара в цикле паросиловой установки
28. Общие положения анализа.
29. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС
30. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов
31. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов.
32. Термодинамический анализ.
33. Уровни анализа.
34. Преимущество эксергетического метода анализа.
35. Эксергетический баланс агрегата синтеза аммиака
36. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса
37. Использование эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС.
38. Эксергетический баланс теплообменного аппарата.
39. Потери эксергии в основных элементах агрегата синтеза аммиака
40. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс.

41. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс.
42. Результаты расчета паросиловой установки, встроенной в химико-технологическую схему
43. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем
44. Термодинамическая оптимизация.

9 Обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, Интернет-ресурсами, а также учебно-методическими комплексами, представленными на сайте кафедры.

При выполнении лабораторных работ предоставлен теоретический, графический материал, цели и задачи выполнения работ. Для подготовки к защите работ представлен перечень вопросов самоподготовки и контроля

При подготовке к занятиям студентам представляется возможность использования видеофильмов, программных продуктов:

- 1) электронная версия реферативных журналов ВИНТИ;
- 2) программные продукты, созданные на кафедре ХТ, которые используются для проведения лабораторных занятий.
- 3) электронная версия методических указаний к лабораторным работам, созданная на кафедре ХТ.

Отчеты по лабораторным работам оформляются студентами при помощи ЭВМ.

10. Вопросы к экзамену

1. Актуальность проблемы энергосбережения.
2. Проблемы использования органических видов топлива.
3. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов.
4. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов.
5. Введение в химико-технологические системы энергетических установок.
6. Эксергия. Эксергетический метод.
7. Виды энергии.
8. Главный источник энергии.
9. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта.

10. Полные сквозные энергозатраты .
11. Ресурсы общих запасов энергии .
12. Возобновляемые источники энергии.
13. Первичные и вторичные энергетические ресурсы
14. Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)
15. Использование энергетических ресурсов
16. Общее понятие химической технологии.
17. Тенденции развития химической технологии.
18. Энергоснабжение химических предприятий
19. Схема энергетического предприятия.
20. Источники сбросной теплоты.
21. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией.
22. Источники вторичных энергоресурсов.
23. Вторичные энергоресурсы избыточного давления.
24. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы.
25. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Классификация.
26. Направления расходования теплоты в химической промышленности.
27. Утилизация низкотемпературных ВЭР.
28. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему
29. Модельная высокотемпературная энергохимикотехнологическая схема
30. Использование высокотемпературных ВЭР в производстве аммиака для выработки работы и теплоты.
31. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта.
32. Распределение тепловых потоков в схемах тепловых ВЭР.
33. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты.
34. Основное содержание термодинамики
35. Подразделение термодинамики на направления науки.
36. Виды обмена энергией.
37. Термодинамические системы.
38. Термодинамические параметры состояния системы.
39. Термодинамические процессы.
40. Параметры состояния идеального газа.

41. Уравнения состояния идеального газа.
42. Термодинамический процесс.
43. Равновесные процессы .
44. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты.
45. Произвольный обратимый процесс в v p- и s T- координатах.
46. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.
47. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. 2. Внутренняя энергия системы.
48. Энтальпия.
49. Энтропия.
50. Первый закон термодинамики.
51. Кинетическая и потенциальная энергии.
52. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов.
53. Методы исследования энергетических превращений в технических системах.
54. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС.
55. Эксергетический метод анализа.
56. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой.
57. Свободная и связанная энергия.
58. Термодинамические потенциалы.
59. Соотношения между термодинамическими потенциалами.
60. Параметры состояния и функции
61. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды.
62. Понятие эксергии.
63. Современное толкование понятия термина "эксергия".
64. Эксергетические функции.
65. Понятие "техническая система".
66. Окружающая среда и источники вещества и энергии.
67. Технические системы подверженные эксергетическому анализу
68. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС.
69. Организованная энергия.
70. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий.
71. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы.
72. Эксергия потока вещества – функция состояния системы.
73. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе.
74. Концентрационная эксергия

75. Химико-технологические системы.
76. Определение химической эксергии.
77. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды.
78. Выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования.
79. Классификация открытых технических систем по процессам.
80. Процессы в системах второй группы.
81. Процессы в системах третьей и четвертой групп.
82. Реакционная эксергия сложного вещества.
83. 9. Концентрационная составляющая химической эксергии.
84. Эксергия теплового потока.
85. Эксергетическая температура.
86. Эксергия потока излучения.
87. Эксергетические балансы.
88. Определение значений эксергетических потерь.
89. Общие свойства эксергетического баланса.
90. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.
91. Оценка термодинамического совершенства технических систем.
92. Термический КПД паросиловой установки.
93. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки.
94. Эксергетический КПД.
95. Технические системы энергоснабжения.
96. Элементы паросиловой установки и цикл Ренкина.
97. Термодинамические характеристики элементов паросиловой установки (теплота, работа).
98. Практические расчеты цикла Ренкина (теплота, работа, балансы).
99. Термический КПД. 5. Диаграмма реального процессарасширения пара в турбине.
100. Диаграмма реального процесса перемещения жидкости в насосе.
101. TS – Диаграмма изменения температур горячего источника, воды и пара в цикле паросиловой установки
102. Общие положения анализа.
103. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС
104. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов
105. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов.
106. Термодинамический анализ.
107. Уровни анализа.
108. Преимущество эксергетического метода анализа.

109. Эксергетический баланс агрегата синтеза аммиака
110. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса
111. Использование эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС.
112. Эксергетический баланс теплообменного аппарата.
113. Потери эксергии в основных элементах агрегата синтеза аммиака
114. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс.
115. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс.
116. Результаты расчета паросиловой установки, встроенной в химико-технологическую схему
117. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем
118. Термодинамическая оптимизация.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Библиографический список

Основная литература.

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие / В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.

Дополнительная литература

1. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
2. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с
3. Христофоров А.И. Техническая термодинамика и теплотехника : практическое пособие. В 2 ч. Ч.1. Термодинамика в примерах и задачах/ А.И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009.-96 с.
4. Христофоров А.И. Техническая термодинамика и теплотехника. ч 2 (теплопередача): Практич. / А.И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. - 72 с.

12. Методические рекомендации по изучению теоретического материала курса

Лекция 1. Проблемы энергосбережения. Актуальность проблемы энергосбережения. Проблемы использования органических видов топлива. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов. Эксергия. Виды энергии

- Основные вопросы:**
1. Актуальность проблемы энергосбережения.
 2. Проблемы использования органических видов топлива.
 3. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов.
 4. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов.
 5. Введение в химико-технологические системы энергетических установок.
 6. Эксергия. Эксергетический метод.
 7. Виды энергии.

Цель и задачи освоения темы:

освоить актуальность проблемы энергосбережения, проблемы использования органических видов топлива, стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов, понятия эксергии, виды энергии

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: наука "теоретические основы энерго- и ресурсосбережения"; эксергии и эксергетического метода анализа химических производств

Обзор по рекомендуемой литературе:

Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескоровайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие / В.В. Бескоровайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд. 1-е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие. - 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский, В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. / . – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия,

1973. - 296 с.

Вопросы контроля и самопроверки

1. Актуальность проблемы энергосбережения.
2. Проблемы использования органических видов топлива.
3. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов.
4. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов.
5. Введение в химико-технологические системы энергетических установок.
6. Эксергия. Эксергетический метод.
7. Виды энергии.

Лекция 2. Источники энергии. Главный источник энергии. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта. Ресурсы общих запасов . Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)

- Основные вопросы:***
1. Главный источник энергии.
 2. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта.
 3. Полные сквозные энергозатраты
 4. Ресурсы общих запасов энергии
 5. Возобновляемые источники энергии.
 6. Первичные и вторичные энергетические ресурсы
 7. Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)
 8. Использование энергетических ресурсов

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия, такие как наука "водная инженерия"; гидравлика, потоки и их характеристики; типы капельных жидкостей; свойства жидкости (плотность, вязкость и др.).

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: главного источника энергии, классификацию видов энергии, энергоемкости производства технологического продукта, ресурсы общих запасов и топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)

Обзор по рекомендуемой литературе:

Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Главный источник энергии.
2. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта.
3. Полные сквозные энергозатраты
4. Ресурсы общих запасов энергии
5. Возобновляемые источники энергии.
6. Первичные и вторичные энергетические ресурсы
7. Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)
8. Использование энергетических ресурсов

Лекция 3. Теплоэнерготехнологии в химической технологии. Общее понятие химической технологии. Тенденции развития химической технологии. Энергоснабжение химических предприятий. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией.

Основные вопросы: 1.Общее понятие химической технологии. 2 Тенденции развития химической технологии. 3. Энергоснабжение химических предприятий 4. Схема энергетического предприятия. 5. Источники сбросной теплоты. 6. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: химической технологии, тенденции её развития; изучить схему энергетического предприятия,, предприятия с совмещенной энергетической и химической технологией

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: химической технологии, тенденции развития химической технологии, энергоснабжение химических предприятий, схемы энергетического предприятия, источников сбросной теплоты, схемы химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

- 1.Общее понятие химической технологии.
2. Тенденции развития химической технологии.
3. Энергоснабжение химических предприятий
4. Схема энергетического предприятия.
5. Источники сбросной теплоты.
6. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией.

Лекция 4 Вторичные энергоресурсы. Источники вторичных энергоресурсов (ВЭР). Вторичные энергоресурсы избыточного давления. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Направления расходования теплоты в химической промышленности. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему

Основные вопросы: 1. Источники вторичных энергоресурсов (ВЭР). 2. Вторичные энергоресурсы избыточного давления. 3. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы. 4. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Классификация. 5. Направления расходования теплоты в химической промышленности. 6. Утилизация низкотемпературных ВЭР. 7. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему

Цель и задачи освоения темы:

освоение понятий: источников вторичных энергоресурсов: избыточного давления, горючих и тепловых, направления расходования теплоты и утилизации низкотемпературных ВЭР, принципов встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: источников вторичных энергоресурсов: избыточного давления, горючих и тепловых, направления расходования теплоты и утилизации низкотемпературных ВЭР, принципов встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.

Вопросы контроля и самопроверки

1. Источники вторичных энергоресурсов (ВЭР).
2. Вторичные энергоресурсы избыточного давления.
3. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы.
4. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Классификация.
5. Направления расходования теплоты в химической промышленности.
6. Утилизация низкотемпературных ВЭР.
7. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему

Лекция 5. Принципы использования высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты. Модельная высокотемпературная энергохимикотехнологическая схема. Использование высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты.

Основные вопросы:

1. Модельная высокотемпературная энергохимикотехнологическая схема.
2. Использование высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты.

Цель и задачи освоения темы:

освоение понятий: о принципах использования высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты, о составе модельной схемы высокотемпературного энергохимикотехнологического процесса

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: о принципах использования высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты, о составе модельной схемы высокотемпературного энергохимикотехнологического процесса

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескоровайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие / В.В. Бескоровайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд. 1-е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.

2. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника / Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. / . – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.

Вопросы контроля и самопроверки

1. Модельная высокотемпературная энергохимикотехнологическая схема.
2. Использование высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты.

Лекция 6 Применение тепловых ВЭР для производства тепла и малых количеств работы. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта. Распределение тепловых потоков. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты.

Основные вопросы: 1. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта. 2. Распределение тепловых потоков. 3. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: тепловых энергохимикотехнологическая производств целевого продукта и их использования для выработки работы и теплоты

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: тепловых энергохимикотехнологическая производств целевого продукта и их использования для выработки работы и теплоты

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд. 1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.

Вопросы контроля и самопроверки

1. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта.
2. Распределение тепловых потоков.
3. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты.

Лекция 7. Общие понятия о термодинамике. Основное содержание термодинамики. Подразделение термодинамики на направления науки. Виды обмена энергией. Термодинамические системы.. Термодинамические параметры состояния системы. Термодинамические процессы. Параметры состояния идеального газа. Уравнения состояния идеального газа.

- Основные вопросы:** 1. Основное содержание термодинамики 2. Подразделение термодинамики на направления науки. 3. Виды обмена энергией. 4. Термодинамические системы. 5. Термодинамические параметры состояния системы. 6. Термодинамические процессы. 7. Параметры состояния идеального газа. 8. Уравнения состояния идеального газа.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: о технической термодинамике, её содержании и направлениях, видах обмена энергией; о термодинамических системах и процессах, об уравнениях состояния идеального газа

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: о технической термодинамике, её содержании и направлениях, видах обмена энергией; о термодинамических системах и процессах, об уравнениях состояния идеального газа

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
2. Христофоров А.И. Техническая термодинамика и теплотехника : практическое пособие. В 2 ч. Ч.1. Термодинамика в примерах и задачах/ А.И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009.-96 с.
3. Христофоров А.И. Техническая термодинамика и теплотехника. ч 2 (теплопередача): Практич. / А.И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. - 72 с.

Вопросы контроля и самопроверки

1. Основное содержание термодинамики
2. Подразделение термодинамики на направления науки.
3. Виды обмена энергией.
4. Термодинамические системы.
5. Термодинамические параметры состояния системы.
6. Термодинамические процессы.
7. Параметры состояния идеального газа.
8. Уравнения состояния идеального газа.

Лекция 8. Понятие о термодинамическом процессе. Термодинамический процесс. Равновесные процессы . Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты. Произволь-

ный обратимый процесс в v -р- и s T- координатах. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике

Основные вопросы: 1. Термодинамический процесс. 2. Равновесные процессы . 3. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты. 4. Произвольный обратимый процесс в v -р- и s T- координатах. 5. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: о термодинамическом процессе, равновесном процессе, обобщенной силе и обобщенной координате, произвольным обратимый процесс в v -р- и s T- координатах и фундаментальных процессах в классической равновесной термодинамике.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: о термодинамическом процессе, равновесном процессе, обобщенной силе и обобщенной координате, произвольным обратимый процесс в v -р- и s T- координатах и фундаментальных процессах в классической равновесной термодинамике.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
2. Христофоров А.И. Техническая термодинамика и теплотехника : практическое пособие. В 2 ч. Ч.1. Термодинамика в примерах и задачах/ А.И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009.-96 с.
3. Христофоров А.И. Техническая термодинамика и теплотехника. ч 2 (теплопередача): Практич. / А.И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. - 72 с.

Вопросы контроля и самопроверки

1. Термодинамический процесс.
2. Равновесные процессы .
3. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты.
4. Произвольный обратимый процесс в v -р- и s T- координатах.
5. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике

Лекция 9. Произвольный обратимый термодинамический процесс. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Энтропия. Первый закон термодинамики. Кинетическая и потенциальная энергии.

Основные вопросы: 1. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. 2. Внутренняя энергия системы. 3. Энтальпия. 4. Энтропия. 5. Первый закон термодинамики. 6. Кинетическая и потенциальная энергии.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия такие как: основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой, внутренняя энергия системы, энтальпия, энтропия, первый закон термодинамики, кинетическая и потенциальная энергии.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой, внутренняя энергия системы, энтальпия, энтропия, первый закон термодинамики, кинетическая и потенциальная энергии.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. / – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.

Вопросы контроля и самопроверки

1. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой.
2. Внутренняя энергия системы.
3. Энтальпия.
4. Энтропия.
5. Первый закон термодинамики.
6. Кинетическая и потенциальная энергии.

Лекция 10 Термодинамические методы исследования ЭХТС. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов. Методы исследования энергетических превращений в технических системах. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой. Сво-

бодная и связанная энергия. Соотношения между термодинамическими потенциалами. Параметры состояния и функции.

Основные вопросы: 1. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов. 2. Методы исследования энергетических превращений в технических системах. 3. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС. 4. Эксергетический метод анализа. 5. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой. 6. Свободная и связанная энергия. 7. Термодинамические потенциалы. 8. Соотношения между термодинамическими потенциалами. 9. Параметры состояния и функции

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: об анализе и оптимизации рабочих процессов технических объектов, методах исследования энергетических превращений в технических системах, связи эксергии и термодинамических потенциалов между собой, свободной и связанной энергиями, соотношениями между термодинамическими потенциалами, о параметрах состояния и функции.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: : об анализе и оптимизации рабочих процессов технических объектов, методах исследования энергетических превращений в технических системах, связи эксергии и термодинамических потенциалов между собой, свободной и связанной энергиями, соотношениями между термодинамическими потенциалами, о параметрах состояния и функции.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верховивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов.
2. Методы исследования энергетических превращений в технических системах.
3. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС.
4. Эксергетический метод анализа.
5. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой.
6. Свободная и связанная энергия.
7. Термодинамические потенциалы.
8. Соотношения между термодинамическими потенциалами.
9. Параметры состояния и функции

Лекция 11. Эксергия и эксергетический анализ. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды. Понятие эксергии. Эксергические функции. Окружающая среда и источники вещества и энергии. Технические системы подверженные эксергетическому анализу

Основные вопросы: 1. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды. 2. Понятие эксергии. 3. Современное толкование понятия термина "эксергия". 4. Эксергические функции. 5. Понятие "техническая система". 6. Окружающая среда и источники вещества и энергии. 7. Технические системы подверженные эксергетическому анализу

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: о потенциале, включающем параметры среды, эксергии, эксергических функциях, окружающей среде и источниках вещества и энергии; технических системах, подверженных эксергетическому анализу.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: о потенциале, включающем параметры среды, эксергии, эксергических функциях, окружающей среде и источниках вещества и энергии; технических системах, подверженных эксергетическому анализу.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд. 1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии:

Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.

3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верховкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.

4. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды.
2. Понятие эксергии.
3. Современное толкование понятия термина "эксергия".
4. Эксергические функции.
5. Понятие "техническая система".
6. Окружающая среда и источники вещества и энергии.
7. Технические системы подверженные эксергетическому анализу

Лекция 12. Эксергия вещества и энергии. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. Организованная энергия. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. Концентрационная эксергия

Основные вопросы: 1. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. 2. Организованная энергия. 3. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 4. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 5. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 6. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 7. Концентрационная эксергия

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: о процессах преобразования энергии и вещества в ЭХТС, организованной энергии, зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий, термомеханической эксергии вещества проточной системы, эксергии потока вещества – функции состояния системы, эксергии вещества в закрытой термодинамической системе, концентрационной эксергии

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: о процессах преобразования энергии и вещества в ЭХТС, организованной энергии, зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий, термомеханической эксергии вещества проточной системы, эксергии потока вещества – функции состояния системы, эксергии вещества в закрытой термодинамической системе, концентрационной эксергии

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС.
2. Организованная энергия.
3. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий.
4. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы.
5. Эксергия потока вещества – функция состояния системы.
6. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе.
7. Концентрационная эксергия

Лекция 13. Химическая эксергия. Химико-технологические системы.. Определение химической эксергии. Классификация открытых технических систем по процессам. Процессы в системах второй группы. Процессы в системах третьей и четвертой групп. Реакционная эксергия сложного вещества. Концентрационная составляющая химической эксергии.

Основные вопросы: 1. Химико-технологические системы. 2. Определение химической эксергии. 3. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды. 4. Выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования. 5. Классификация открытых технических систем по процессам. 6. Процессы в системах второй группы. 7. Процессы в систе-

мах третьей и четвертой групп. 8. Реакционная эксергия сложного вещества. 9. Концентрационная составляющая химической эксергии.

Цель и задачи освоения темы:

освоить следующие понятия: химико-технологические системы, определение химической эксергии, классификация открытых технических систем по процессам, процессы в системах второй группы, процессы в системах третьей и четвертой групп, реакционная эксергия сложного вещества, концентрационная составляющая химической эксергии.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: химико-технологические системы, определение химической эксергии, общий способ выбора модели локальной окружающей среды, выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования; классификация открытых технических систем по процессам, процессы в системах второй группы, процессы в системах третьей и четвертой групп, реакционная эксергия сложного вещества, концентрационная составляющая химической эксергии.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие / В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд. 1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие. - 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Химико-технологические системы.
2. Определение химической эксергии.
3. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды.

4. Выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования.
5. Классификация открытых технических систем по процессам.
6. Процессы в системах второй группы.
7. Процессы в системах третьей и четвертой групп.
8. Реакционная эксергия сложного вещества.
9. Концентрационная составляющая химической эксергии.

Лекция 14. Эксергия потоков энергии

Вопросы: 1. Эксергия теплового потока. 2. Эксергетическая температура. 3. Эксергия потока излучения. 4. Эксергетические балансы. 5. Определение значе- ний эксергетических потерь. 6. Общие свойства эксергетического баланса. 7. Эк- сергетические характеристики химико-технологических систем.

Основные вопросы: 1. Эксергия теплового потока. 2. Эксергетическая темпе- ратура. 3. Эксергия потока излучения. 4. Эксергетические балансы. 5. Определе- ние значений эксергетических потерь. 6. Общие свойства эксергетического ба- ланса. 7. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: эксергия теплового потока, эксергетическая температура, эксергия потока из- лучения, эксергетические балансы, определение значений эксергетических потерь, общие свойства эксергетического баланса, эксергетические характеристики химико-технологических систем.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисцип- линам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечи- вающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: эксергия теплового потока, эксергетическая температура, эксергия потока излучения, эксергетические балансы, определение значений эк- сергетических потерь, общие свойства эксергетического баланса, эксергетические характери- стики химико-технологических систем.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Эксергия теплового потока.
2. Эксергетическая температура.
3. Эксергия потока излучения.
4. Эксергетические балансы.
5. Определение значений эксергетических потерь.
6. Общие свойства эксергетического баланса.
7. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.

Лекция 15. Оценка эффективности работы теплоэнергоснабжения. Оценка термодинамического совершенства технических систем. Термический КПД паросиловой установки. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки. Эксергетический КПД. Технические системы энергоснабжения.

Основные вопросы: 1. Оценка термодинамического совершенства технических систем. 2. Термический КПД паросиловой установки. 3. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки. 4. Эксергетический КПД. 5. Технические системы энергоснабжения.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: оценки термодинамического совершенства технических систем, Термического КПД паросиловой установки, коэффициента преобразования энергии холодильной установки, эксергетического КПД, технических систем энергоснабжения.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: оценки термодинамического совершенства технических систем, Термического КПД паросиловой установки, коэффициента преобразования энергии холодильной установки, эксергетического КПД, технических систем энергоснабжения.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескоровайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескоровайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. / . – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Оценка термодинамического совершенства технических систем.
2. Термический КПД паросиловой установки.
3. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки.
4. Эксергетический КПД.
5. Технические системы энергоснабжения

Лекция 16. Энергоэффективность работы паросиловых установок. Элементы паросиловой установки и цикл Ренкина. Термодинамические характеристики элементов паросиловой установки (теплота, работа). Практические расчеты цикла Ренкина (теплота , работа, балансы). Термический КПД. Диаграмма реального процесса расширения пара в турбине. Диаграмма реального процесса перемещения жидкости в насосе. TS – Диаграмма изменения температур горячего источника, воды и пара в цикле паросиловой установки

Основные вопросы: 1. Элементы паросиловой установки и цикл Ренкина. 2. Термодинамические характеристики элементов паросиловой установки (теплота, работа). 3. Практические расчеты цикла Ренкина (теплота , работа, балансы). 4. Термический КПД. 5. Диаграмма реального процессарасширения пара в турбине. 6. Диаграмма реального процесса перемещения жидкости

в насосе. 7. *TS* – Диаграмма изменения температур горячего источника, воды и пара в цикле паросиловой установки

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: об элементах паросиловой установки и цикле Ренкина, термодинамических характеристиках элементов паросиловой установки (теплоте, работе), практических расчетах цикла Ренкина (теплота, работа, балансы), термическом КПД, диаграмме реального процесса расширения пара в турбине, диаграмме реального процесса перемещения жидкости в насосе, *TS* – диаграмме изменения температур горячего источника, воды и пара в цикле паросиловой установки.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: об элементах паросиловой установки и цикле Ренкина, термодинамических характеристиках элементов паросиловой установки (теплоте, работе), практических расчетах цикла Ренкина (теплота, работа, балансы), термическом КПД, диаграмме реального процесса расширения пара в турбине, диаграмме реального процесса перемещения жидкости в насосе, *TS* – диаграмме изменения температур горячего источника, воды и пара в цикле паросиловой установки.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескоровайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескоровайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский, В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верховикер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Элементы паросиловой установки и цикл Ренкина.

2. Термодинамические характеристики элементов паросиловой установки (теплота, работа).
3. Практические расчеты цикла Ренкина (теплота, работа, балансы).
4. Термический КПД.
5. Диаграмма реального процессарасширения пара в турбине.
6. Диаграмма реального процесса перемещения жидкости в насосе.
7. TS – Диаграмма изменения температур горячего источника, воды и пара в цикле паросиловой установки

Лекция 17. Анализ и оптимизация энергохимикотехнологических систем.

Общие положения анализа. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов. . Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов. Термодинамический анализ. Уровни анализа.

Основные вопросы: 1. Общие положения анализа. 2. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС 3. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов 4. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов. 5. Термодинамический анализ. 6. Уровни анализа.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: общие положения анализа, структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС, схема ЭХТС с последовательным соединением элементов, схема ЭХТС с параллельным соединением элементов, термодинамический анализ, уровни анализа.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: общие положения анализа, структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС, схема ЭХТС с последовательным соединением элементов, схема ЭХТС с параллельным соединением элементов, термодинамический анализ, уровни анализа.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии:

Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.

3. Бродянский ,В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.

4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.

5. Бродянский В.М Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Общие положения анализа.
2. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС
3. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов
4. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов.
5. Термодинамический анализ.
6. Уровни анализа.

Лекция 18. Синтез и структурный анализ ЭХТС. Преимущество эксергетического метода анализа. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса Эксергетический баланс теплообменного аппарата. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем. Термодинамическая оптимизация

Основные вопросы: 1. Преимущество эксергетического метода анализа. 2. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса 3. Эксергетический баланс теплообменного аппарата. 4. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс. 5. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс. 6. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем. 7. Термодинамическая оптимизация.

Цель и задачи освоения темы:

освоить понятия: преимущества эксергетического метода анализа, потерь эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса, эксергетического баланса теплообменного аппарата, принципиальной схемы компрессора и термодинамического процесса, принципиальной схемы и цикла Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс; определения эксергии и анализа необратимых потерь для открытых систем, термодинамической оптимизации.

Требования к уровню подготовленности студента:

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам: процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), физическая химия (ФХ) и общая химическая технология (ОХТ).

Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:

студент должен освоить следующие понятия: преимущества эксергетического метода анализа, потерь эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса, использования эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС, эксергетического баланса теплообменного аппарата, принципиальной схемы компрессора и термодинамического процесса, принципиальной схемы и цикла Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс; определения эксергии и анализа необратимых потерь для открытых систем, термодинамической оптимизации.

Обзор по рекомендуемой литературе: Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

1. Бескорвайный В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие / В.В. Бескорвайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд. 1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.
2. Калекин В.С. Теоретические основы и ресурсосбережение в химической технологии: Учебное пособие. - 2-е изд. перераб. и доп. Омск: Из-во ОмГТУ, 2006. -92 с.
3. Бродянский В.М. Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев [и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
4. Бахшиева Л.Т., Техническая термодинамика и теплотехника /Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Захарова А.А., Салтыкова В.С. /. – М.: Изд. Академия, 2008., 272 с.
5. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа - .М.: Энергия, 1973. - 296 с

Вопросы контроля и самопроверки

1. Преимущество эксергетического метода анализа.
2. Эксергетический баланс агрегата синтеза аммиака
3. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса
4. Использование эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС.
5. Эксергетический баланс теплообменного аппарата.
6. Потери эксергии в основных элементах агрегата синтеза аммиака
7. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс.

8. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс.
9. Результаты расчета паросиловой установки, встроенной в химико-технологическую схему
10. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем
11. Термодинамическая оптимизация