

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»**
Институт энергетики

«УТВЕРЖДАЮ»
проректор по учебной работе
СГТУ имени Гагарина Ю.А.
Мизякина О.Б.

25.12.2024 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания
междисциплинарный экзамен «Промышленная теплоэнергетика»
для поступающих на направления подготовки магистров
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(магистерская программа «Промышленная теплоэнергетика»)

Рекомендовано
на заседании кафедры ПТ
«25» ноября 2024 г., протокол № 6

Саратов 2024

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Теоретические основы технической термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики

Первый и второй законы термодинамики, обратимые и необратимые процессы, энтропия. Максимально возможная работа термодинамических систем, эксергия. Идеальные и реальные процессы газов и паров. Термодинамические циклы теплоэнергетических установок, показатели эффективности, образцовые циклы, методы повышения эффективности циклов.

Стационарная и нестационарная теплопроводность, закон Фурье, условия однозначности. Конвективный теплообмен в однородной среде при вынужденном и свободном движении жидкости, закон Ньютона-Рихмана, гидродинамический и тепловой пограничные слои, теория подобия, критерии подобия. Теплообмен при кипении и конденсации, кризисы кипения. Тепло-и массообмен в двухкомпонентных средах. Законы теплового излучения, угловые коэффициенты, излучение газов и паров, теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Тепловой расчет теплообменных аппаратов.

Струйная модель движения несжимаемой жидкости, уравнение неразрывности, уравнение Бернулли, режимы течения жидкости, определение гидравлических сопротивлений.

Раздел 2. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Масштабы потребления энергии в мире и национальным хозяйством РФ, государственная политика в области энергосбережения, критерии энергетической эффективности. Энергосбережение в системах производства, транспорта и потребления тепловой и электрической энергии, в теплотехнологических аппаратах промышленных предприятий, коммунальном хозяйстве. Традиционные и нетрадиционные источники энергии, экологические проблемы энергетики, использование энергии солнца, ветра, подземных термальных вод, океанов и морей, вторичных энергоресурсов для получения тепловой и электрической энергии.

Раздел 3. Тепловые двигатели и нагнетатели, котельные установки и парогенераторы, источники и системы теплоснабжения.

Турбинная ступень и преобразование энергии в ней. Определение мощности, развиваемой потоком в турбинной ступени. Основные потери энергии в ступени и определение лопаточного КПД. Определение дополнительных потерь энергии в ступени и расчет внутреннего относительного КПД. Основы теплового расчета турбинной ступени активного или реактивного типа. Влияние переменных режимов на газодинамические характеристики ступени.

Базовые законы теории нагнетательных машин. Пути уменьшения работы сжатия. Напор, подача, мощность и КПД насосов вентиляторов и компрессоров. Режим работы нагнетательной машины на сеть. Индивидуальная и совместная работа машин на сеть при последовательной и параллельной схемах включения. Регулирование режимов работы насосов, вентиляторов, компрессоров.

Понятие устойчивой работы нагнетательных машин на сеть и основные влияющие факторы. Помпаж и борьба с ним. Коэффициент запаса по помпажу и граница устойчивой работы. Основы конструкции осевых и центробежных насосов, вентиляторов и компрессоров.

Особенности сжигания различных топлив, расчет объемов воздуха и продуктов сгорания, тепловой баланс котла, тепловые потери. Тепловая схема парового и водогрейного котла. Тепловой расчет радиационных и конвективных поверхностей нагрева. Конструкции топки, пароперегревателя, экономайзера и воздухоподогревателя.

Высокотемпературная и низкотемпературная коррозия. Загрязнение и очистка поверхностей нагрева. Гидродинамика паровых и водогрейных котлов, структура двухфазового потока в трубах. Движущий и полезный напор циркуляции и их зависимость от определяющих параметров. Гидродинамика систем с принудительным движением рабочей среды в трубах.

Водный режим паровых и водогрейных котлов, источники загрязнения питательной воды. Пути обеспечения чистоты пара в котлах с естественной циркуляцией и прямоточных котлах. Внутрибарабанная сепарация пара. Ступенчатое испарение. Продувка непрерывная и периодическая. Требования к водному режиму паровых котлов на сверхкритические параметры пара. Сепарационные устройства прямоточных котлов.

Металлы паровых и водогрейных котлов. Основные критерии прочности металлов при статистических и динамических нагрузках. Условия работы металлов в поверхностях нагрева паровых и водогрейных котлов. Изменение свойств и структуры сталей в процессе работы при высоких температурах и давлениях.

Расчет на прочность элементов парового котла, выполненных из труб. Контроль за качеством металла в процессе эксплуатации паровых котлов.

Защита окружающей среды от вредных выбросов при эксплуатации котлов.

Тепловое потребление промышленных предприятий, жилых и общественных зданий. Паровые и водяные системы теплоснабжения, открытые и закрытые тепловые сети, присоединение потребителей. Регулирование тепловой нагрузки, температурный график сети. Гидравлический расчет сетей, гидравлический режим сетей, пьезометрический график. Тепловой расчет сетей. Механические нагрузки в сетях. Тепловые схемы котельных, паротурбинных, парогазовых, газотурбинных и дизельных ТЭЦ, выбор основного оборудования. Режимы эксплуатации. Показатели тепловой экономичности. Экономия топлива от теплофикации.

Раздел 4. Тепловые электрические станции

Действие 1, 2 законов термодинамики на ТЭС и ее элементах. Влияние начальных и конечных параметров на эффективный КПД циклов ТЭС. Основы выбора термодинамически наиболее выгодных параметров циклов ТЭС. Термодинамическая сущность теплофикации. Термодинамическая сущность регенерации в циклах паротурбинных ТЭС. Промежуточный перегрев пара в циклах ТЭС. Схемы регенеративного подогрева воды. Деаэрационные установки, назначение, принцип работы, схемы включения. Технологическая схема и основные элементы ТЭС. Компоновка поверхностей нагрева котла-утилизатора в схемах бинарных ПГУ. Прямоточная и обратная система водоснабжения ТЭС. Бинарные парогазовые установки, принцип работы, схемы. Критерии оценки эффективности инвестиционных проектов в энергетике. Вредные выбросы ТЭС, при сжигании газа, мазута, угля.

Раздел 5. Промышленная теплоэнергетика

1. Стратегические ориентиры государственной энергетической политики России
2. Проблема «Глобального потепления»
3. Классификация и типоразмеры газотрубных котлов-утилизаторов
4. Особенность низкотемпературных котлов-утилизаторов
5. Принцип работы ПГУ сбросного типа

6. Преимущество ПГУ сбросного типа
7. Маневренность газотурбинной и паротурбинной установок
8. Работа ГТУ при переменном режиме
9. Отличия газотурбинной от паротурбинной установки
10. Принцип работы абсорбционной холодильной установки
11. Принцип работы компрессионной холодильной установки
12. Принцип работы парожеткаторной холодильной установки
13. Принцип работы азотно-кислородных станций
14. Принцип работы ректификационной установки
15. Принцип работы парогазовых установок
16. Холодильный коэффициент холодильной установки
17. Принцип и особенность работы тепловой трубы
18. Принцип и особенность работы термосифона
19. Отличия тепловой трубы от термосифона
20. Аэродинамический расчет теплоиспользующих устройств
21. Потери давления от трения при движения газов по тракту теплообменника
22. Потери давления от от местных сопротивлений при движения газов по тракту теплообменника
23. Формулы для расчета гидравлического (эквивалентного) диаметра канала
24. Критерий Нуссельта
25. Критерий Рейнольдса
26. Критерий Прандтля
27. Критерий Грасгофа
28. Условия существования конвективного и радиационный теплообмена
29. Расчет среднего температурного напора для теплообменного аппарата
30. Основное уравнение теплопередачи в поверхностных теплообменниках
31. Потери давления в трактах газотурбинной установки
32. Оборудование ГТУ
33. Схема ГТУ с охлаждением воздуха в компрессоре
34. Схема ГТУ с регенеративным подогревом воздуха
35. Схема ГТУ с утилизацией теплоты газов турбины
36. Цикл ГТУ простой схемы на T-S диаграмме
37. Виды вторичных энергоресурсов
38. Понятия «выход ВЭР» и «выработка за счет ВЭР»
39. Характеристики металлических и керамических рекуператоров
40. Оребрение труб металлических рекуператоров

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

к разделам 1-4

Основная литература

1. Кириллин В.А. *Техническая термодинамика: учебник для вузов* / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
2. Александров А.А. *Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие для вузов*/ Александров А.А. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
3. *Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов* / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
4. *Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов*/ О.Л. Данилов, А.Б. Горяев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011.-424 с.

5. Роза А. да Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие/А. да Роза. Издательский дом МЭИ, 2010. 704 с.
6. Черкасский, А.Н. Насосы, вентиляторы, компрессоры / А.Н. Черкасский. - М.: Энергоатомиздат, 1982.-452 с.
7. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник / Е.Я. Соколов. - М., Энергоатомиздат, 2006. – 472 с.
8. Тепловые электрические станции: учебник для вузов./ В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Ловыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 466 с.
9. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С.В.Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. — 3-е изд., стереот. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 584 с.
10. Щегляев, А.В. Паровые турбины / А.В Щегляев. Изд. 5-е.- М.: Энергия, 1976.-368 с. 6.Ковалев, А.П. Парогенераторы / А.П. Ковалев, И.С Лелеев, Т.В. Виленский. - М., Энергоатомиздат, 1985. - 376 с.
11. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 464 с.
12. Тепловые электрические станции: учебник для вузов./ В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Ловыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 466 с.
13. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С.В.Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. — 3-е изд., стереот. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 584 с.

Дополнительная литература

14. Андриященко, А.И. Основы термодинамики реальных процессов: учебное пособие/ А.И. Андриященко ; - М., Высшая школа, 1975. – 280 с.
15. Андриященко, А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок: учебное пособие / А.И. Андриященко ; - М., Высшая школа, 1985. – 319 с.
16. Романюк, В.Н. Интенсивное энергосбережение в промышленных технологиях/В.Н. Романюк; под ред. Б.Н. Хрусталева.- Минск: БНТУ – 2009. 525 с.
17. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии/под ред. В.И. Виссарионова. М.: ООО фирма «ВИЭН», 2004. 125 с.
18. Андриященко, А.И. Теплофикационные установки и их использование : учебное пособие / А.И. Андриященко, Р.З. Аминов, Ю.М. Хлебалин. - М., Высшая школа, 1989. - 256с.
19. Андриященко, А.И. Образцовые циклы теплоэнергетических установок: учебное пособие / А.И. Андриященко ; Сарат. политехн. ин-т. – Саратов : Изд-во СПИ, -Саратов, 1978. -52 с.
20. Газотурбинные энергетические установки: учебное пособие для вузов/ С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011.-428 с.
21. Андриященко, А.И. Образцовые циклы теплоэнергетических установок: учебное пособие / А.И. Андриященко ; Сарат. политехн. ин-т. – Саратов : Изд-во СПИ, -Саратов, 1978. -52 с.
22. Андриященко, А.И. Теплофикационные установки и их использование : учебное пособие / А.И. Андриященко, Р.З. Аминов, Ю.М. Хлебалин. - М., Высшая школа, 1989. - 256с.
23. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. – М.: Энергоатомиздат, 1987, 327 с.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ к разделу 5

Основная литература

1. Сазанов Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сазанов Б.В., Ситас В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 275 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33215>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
2. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс]/ А.Д. Трухний [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 472 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33143>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Электронный ресурс]: справочник/— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2007.— 632 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33156>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
4. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2011.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5220>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
5. Теплотехнические расчеты тепловых установок [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 82 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22629>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
6. Афанасьев В.Н. Интенсификация теплоотдачи при вынужденной конвекции [Электронный ресурс]: методические указания к курсовой научно-исследовательской работе по курсу «Методы интенсификации теплообмена»/ Афанасьев В.Н., Трифонов В.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2007.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30987>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
7. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С.В.Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. — 3-е изд., стереот. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 584 с.

Дополнительная литература

8. Мансуров Р.Ш. Тепловой расчет теплогенератора (водогрейного котла) [Электронный ресурс]: методические указания/ Мансуров Р.Ш., Пикулев И.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2006.— 42 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21681>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
9. Кузнецов В.А. Стекловаренная печь [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28367>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
10. Бушуев В.В. Энергетика России. Том 1. Потенциал и стратегия реализации [Электронный ресурс]: избранные статьи, доклады, презентации/ Бушуев В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2012.— 520 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9545>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

11. *Мировая энергетика – 2050. Белая книга [Электронный ресурс]/ В.В. Бушуев [и др.]*.— Электрон. текстовые данные.— М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2011.— 355 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8746>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
12. *Ганжа В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения [Электронный ресурс]: монография/ Ганжа В.Л.*— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2007.— 451 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12310>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
13. *Германович В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы [Электронный ресурс]/ Германович В., Турилин А.*— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Наука и Техника, 2014.— 320 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28775>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
14. *Шабалин А.Н. Инвестиционное проектирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шабалин А.Н.*— Электрон. текстовые данные.— М.: Евразийский открытый институт, 2009.— 184 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10673>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
15. *ТЭК и экономика России. Вчера - сегодня - завтра. Взгляд из 2009 года [Электронный ресурс]/ В.В. Бушуев [и др.]*.— Электрон. текстовые данные.— М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2009.— с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4288>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

ПРИМЕР ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

1. Энергозатраты парокомпрессионной холодильной установки увеличиваются при уменьшении площади поверхности:
 1. Конденсатора и испарителя ;2. Только конденсатора; 3. Только испарителя
 4. Площадь не влияет; 5. С уменьшением площади энергозатраты уменьшаются.
2. Низшая теплота сгорания условного топлива равна...
 1. 5000 ккал/кг; 2. 6000 ккал/кг; 3. 7000 ккал/кг;
 4. 8000 ккал/кг; 5. 9000 ккал/кг
3. В основе работы азотно-кислородных станций лежит принцип...
 1. низкотемпературной экстракции; 2. высокотемпературной флотации; 3. нормальной сублимации; 4. термохимической коагуляции; 5. низкотемпературной ректификации.
4. Какой порядок расстановки горючих компонентов газообразного топлива соответствует убыванию их энергетической ценности?
 - 1 CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_5H_{12} .; 2 CH_4 , C_4H_{10} , C_5H_{12} , C_2H_6 , C_3H_8 ;
 - 3 C_5H_{12} , C_4H_{10} , C_3H_8 , C_2H_6 , CH_4 .; 4 C_2H_6 , CH_4 , C_3H_8 , C_5H_{12} , C_4H_{10} .
 - 5 C_5H_{12} ; CH_4 , C_4H_{10} , C_3H_8 , C_2H_6 .
5. По каким графам СНиПа следует выбирать расчетные параметры наружного воздуха при расчете систем **отопления**?
 1. по графе А. 2. по графе Б. 3. летом по графе А, зимой по графе Б.
 4. летом по графе Б, зимой по графе А. 5 Не имеет значения