

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 «Энергетические системы и комплексы»
для поступающих на направление подготовки магистров
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(магистерская программа «Энергетические системы и комплексы»)

Рекомендовано
на заседании кафедры «Тепловая и
атомная энергетика»
«25» ноября 2024 г., протокол № 9

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.

Перечень рекомендуемых источников

Основная литература

1. Кириллин В.А.

Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. 496с.

2. Петров, А. И. Техническая термодинамика и теплопередача / А. И. Петров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 428 с. // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362333> (дата обращения: 10.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Бухмиров В.В. Тепломассообмен: Учебник в 2-х т. Т. I / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2023 – 364 с.

4. Суслов В.А. Тепломассообмен: учеб. пособие / СПбГУПТД ВШ ТиЭ. СПб., 2016 Часть 1. 98 с.

5. Агеев В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. пособие [Электронный ресурс] / В. А. Агеев, А. А. Костригин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2018 – 3,16 Мб.

6. Ведрученко В.Р. Тепловые двигатели и нагнетатели: . Ведрученко, Е.М. Резанов, Е.С. Лазарев.- Москва; Вологда:Инфра-Инженерия, 2023. – 184 с.

7. Авдюнин, Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты: учебник / Е.Г. Авдюнин. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. — 300 с. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124636> (дата обращения: 10.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н.

Котельные установки и парогенераторы: учеб.пособие. 2-е изд-е, испр./ ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2018 185 с., ил.103. - ISBN 978-5-91646-149-7.

9. Бадмаев, Ю. Ц. Котельные установки и парогенераторы / Ю. Ц. Бадмаев, Н. С. Хусаев, М. Б. Балданов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322466> (дата обращения: 10.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Кузнецов, Ю. В. Насосы, вентиляторы, компрессоры / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 304 с.— Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:
<https://e.lanbook.com/book/364508> (дата обращения: 10.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

- 1.Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие для вузов/ Александров А.А. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
- 2.Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
- 3.Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов/ О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011.-424 с.
- 4.Роза А. да Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие/А. да Роза. Издательский дом МЭИ, 2010. 704 с.
- 5.Черкасский, А.Н. Насосы, вентиляторы, компрессоры / А.Н. Черкасский. - М.: Энергоатомиздат, 1982.-452 с.
6. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник / Е.Я. Соколов. - М., Издательский дом МЭИ, 2009. – 472 с.
- 7.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.
8. 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.
- 9.Щегляев, А.В. Паровые турбины / А.В Щегляев. Изд. 5-е.- М.: Энергия, 1976.-368 с.
- 10.Ковалев, А.П. Парогенераторы / А.П. Ковалев, И.С Лелеев, Т.В. Виленский. - М., Энергоатомиздат, 1985. - 376 с.
11. Андриющенко, А.И. Основы термодинамики реальных процессов: учебное пособие/ А.И. Андриющенко ; - М., Высшая школа, 1975. – 280 с.
- 12.Андриющенко, А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок: учебное пособие / А.И. Андриющенко ; - М., Высшая школа, 1985. – 319 с.

13. Андриященко, А.И. Теплофикационные установки и их использование : учебное пособие / А.И. Андриященко, Р.З. Аминов, Ю.М. Хлебалин. - М., Высшая школа, 1989. - 256с.
14. Андриященко, А.И. Образцовые циклы теплоэнергетических установок: учебное пособие / А.И. Андриященко ; Саратов. политехн. ин-т. – Саратов : Изд-во СПИ, -Саратов, 1978. -52 с.
15. 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.
16. Долотовский И.В. Проектирование и оптимизация установок и систем энергетического комплекса промышленных предприятий / И.В. Долотовский, Н.В. Долотовская, Е.А. Ларин. – Саратов: Амрит, 2015. – 336 с.
17. Аминов, Р.З. Комбинирование водородных энергетических циклов с АЭС/ Р.З. Аминов, А.Н. Байрамов; Саратовский научный центр РАН. – М.: Наука, 2016. – 254 с.
18. Аминов Р.З., Юрин В.Е., Егоров А.Н. Комбинирование АЭС с многофункциональными энергетическими установками. – М.: Наука, 2018, 240 с.
19. Долотовский, И.В. Системный анализ энергетического комплекса предприятий подготовки и переработки газа / И.В. Долотовский, Е.А. Ларин, Н.В. Долотовская. – Саратов: Буква, 2014.

Периодические издания

1. Промышленная энергетика: произв.-техн. журн. – М.: НТФ “Прогресс”, 1944-. Выходит ежемесячно. ISSN 0033-1155 (2019-2024),
2. Электрические станции: произв.-техн. журн.- М.: НТФ “Прогресс”, 1930-. Выходит ежемесячно. ISSN 0201-4564 (2019-2024),
3. Теплоэнергетика: теорет. и науч.-практ. журн.- М.: МАИК “Наука/Интерпериодика”, 1954- Выходит ежемесячно.-ISSN 0040-3636 (2019-2024),
4. Известия вузов. Проблемы энергетики [Текст] : науч.-техн. и произв. журн.- Казань: Казанский гос. энергетический ун-т, 1999-, - on-line.- Выходит ежемесячно.- ISSN 1998-9903 (2019-2024)
5. Атомная энергия: науч.-технич. и теоретич. журн.-М.: Росатом, РАН, выходит ежемесячно с 1956г. ISSN: 0004-7163 (2019-2024)

Интернет-ресурсы

1. Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
2. Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
3. Университетская информационная система <https://lib.sstu.ru>
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

Примеры тестовых заданий

А..Какие направления интенсификации теплопередачи в водяном экономайзере котла Вам известны?

1. Увеличение термического сопротивления конвективного теплообмена со стороны нагреваемой воды. 2. Увеличение термического сопротивления материала стенки трубы. 3. Уменьшение термического сопротивления со стороны газов. 4. Применение труб большего диаметра. 5. Увеличение поперечных шагов труб.

- [illegible]

Б.Какое выражение позволяет правильно рассчитать удельный объем продуктов сгорания:

- $$\begin{aligned} & 1) V_r = V_{RO2} + V_{N2}^0 + V_{H2O} + (\alpha - 1)V_B^0; 2) V_r^0 = V_{RO2} + V_{N2}^0 + V_{H2O}^0 + V_B^0; \\ & 3) V_r = V_{RO2} + V_{N2}^0 + V_{H2O}^0 + \alpha V_B^0; 4) V_r = V_{RO2} + V_{N2}^0 + V_{H2O}^0 + (\alpha + 1)V_B^0; \\ & 5) V_r = V_{RO2} + V_{N2}^0 + V_{H2O}^0 - (\alpha - 1)V_B^0 \end{aligned}$$

1. вариант ответа 1, 3. Вариант ответа 3, 5. Вариант ответа 5.
2. Вариант ответа 2, 2. Вариант ответа 4,

В. По какому циклу работает ГТУ:

1. по циклу Ренкина; 2. по циклу Дизеля; 3. по циклу Карно; 4. по циклу Брайтона; 5. по циклу Отто.

1. вариант ответа 1, 3. Вариант ответа 3, 5. Вариант ответа 5.
2. Вариант ответа 2, 2. Вариант ответа 4,

Г. Изобразите принципиальную схему ТЭЦ с турбиной ПТ.

Вопрос с открытым ответом.

Д. Назовите условия эффективной термической деазрации воды?

Вопрос с открытым ответом.