

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

по науке – Председатель научно-методического совета по аспирантуре

ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»,

д.т.н., с.н.с.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.И. Ланшин

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ**

**по специальности 1.3.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»**

**Рассмотрена и одобрена на заседании**

**научно-методического совета по аспирантуре**

**Протокол № 19 от 14 сентября 2022 г.**

Москва, 2022

Термодинамика. Основные законы и методы термодинамики

Первый закон термодинамики. Второе и третье начала термодинамики. Уравнения состояния. Теплоемкость. Характеристические функции. Термодинамика идеального газа.

Термодинамика. Термодинамика систем

Термодинамика теплового излучения. Особенности термодинамических свойств неидеальных газов. Термодинамика газа Ван-дер-Ваальса. Понятия и особенности открытой термодинамической системы. Системы с фазовыми переходами. Фазовое равновесие. Фазовые превращения чистого вещества. Фазовые переходы первого и второго рода. Расчет термодинамических параметров и основных характеристик процессов паро-жидкостных систем. Равновесие в двухкомпонентных системах. Влажный воздух. Процессы во влажном воздухе.

Термодинамика. Процессы и циклы энергоустановок

Циклы тепловых машин. Исследование адиабатного течения в каналах переменного сечения.

Теория тепломассобмена

Теплопроводность. Нестационарная теплопроводность. Конвекция. Теория подобия и анализа размерностей. Пограничный слой. Течения в трубах и каналах. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен излучением. Законы Стефана-Больцмана, Вина, Релея-Джинса, Планка, Ламберта, Киргофа. Абсолютно черное тело. Серые тела. законы Бугера и Бэра. Теплообменные аппараты. Основы расчетов теплообменных аппаратов.

Тепловые двигатели

Циклы и процессы в поршневых двигателях. Системы воздухоподачи и топливоподачи. Системы управления двигателями.

**Перечень вопросов для подготовки к вступительному экзамену по философии (для технических специальностей)**

1. Циклы поршневых и комбинированных двигателей.
2. Организация рабочего процесса в двигателях различного типа.
3. Параметры, характеризующие поршневые двигатели.
4. Системы топливоподачи и воздухоснабжения двигателей.
5. Моделирование рабочего процесса в поршневых двигателях.
6. Режимы работы и характеристики комбинированных двигателей.
7. Системы управления двигателями различного типа.
8. Первый закон термодинамики для закрытых и открытых систем. Работа деформации, располагаемая работа, работа ввода-вывода, техническая работа. Связь внутренней энергии и энтальпии с теплоемкостями при постоянном объеме и давлении.
9. Формула Гиббса. Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями.
10. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие. Уравнение состояния в вириальной форме.
11. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клайперона-Клазиуса. Уравнение Эренфеста.
12. Закон Фурье. Тепловой поток. Теплопроводность различных веществ (газов, жидкостей, металлов и твердых тел).
13. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности.
14. Интенсификация теплопередачи за счет оребрения. Теплопроводность в ребре постоянного сечения конечной длины.
15. Теплопередача через ореберенную поверхность. Коэффициент эффективности ребра и оребренной поверхности. Теплопроводность круглых ребер и прямых ребер непостоянного сечения.
16. Регулярный тепловой режим. Применение метода регулярного теплового режима для измерения различных теплофизических величин.
17. Теплоотдача при обтекании плоской поверхности при турбулентном режиме течения. Ламинарный, переходной и турбулентный режимы течения. Критическое число Рейнольдса. Логарифмическое распределение скорости и температуры. Изменения коэффициента теплоотдачи вдоль длины пластины.
18. Теплоотдача и сопротивление при вынужденном течении в трубах. Ламинарный, переходной и турбулентный режимы течения. Гидродинамический и тепловой начальный участок. Учет поправок на переменность теплофизических свойств жидкостей и газов.
19. Особенности теплоотдачи в трубах некруглого поперечного сечения, изогнутых трубах. Учет шероховатости.
20. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночного цилиндра. Режимы обтекания. Теплоотдача в трубных пучках различных компоновок.
21. Теплоотдача при больших скоростях течения газов. Диссипация кинетической энергии. Распределение температуры в пограничном слое при различных числах Прандтля газа. Коэффициент восстановления.
22. Свободная конвекция газов и жидкостей. Теплоотдача на вертикальной пластине, горизонтальном цилиндре. Свободная конвекция в ограниченном объеме.
23. Характеристики влажного воздуха. Процессы во влажном воздухе. Кондиционирование.
24. Типы теплообменных аппаратов. Основы расчетов теплообменных аппаратов.
25. Излучение - основные понятия и законы. Абсолютно черное тело. Излучение абсолютно-черного тела. Законы излучения Вина и Релея Джинса.
26. Излучение - основные понятия и законы. Процессы в поглощающих средах: закон Бугера. Поглощательная способность среды. Серая среда.
27. Излучение - основные понятия и законы. Абсолютно черное тело. Излучение абсолютно-черного тела. Планка. Закон Ламберта. Угловые коэффициенты излучения.
28. Излучение и поглощение лучистой энергии нечерными телами. Закон Кирхгофа. Степень черноты и поглощательная способность. Серое тело.
29. Излучение - основные понятия и законы. Серая среда. Определение поглощательной способности серых сред. Эффективная длина пути луча в поглощающей серой среде.
30. Теплообмен при кипении: физические основы процесса. Теплообмен при кипении в неограниченном объеме. Кризис кипения.
31. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества. Особенности теплообмена в двухфазных потоках. Пленочная и капельная конденсация.

**Рекомендуемая литература**

**а) основная литература (учебники и учебные пособия):**

1. Теплотехника : учебник для вузов / Александров А. А., Архаров А. М., Архаров И. А. [и др.] ; общ. ред. Архаров А. М., Афанасьев В. Н. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 876 с. К 150-летию Научно-учебного комплекса «Энергомашиностроение». Режим доступа: http://ebooks.bmstu.ru/catalog/222/book1504.html.
2. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена : учеб. пособие для вузов / Афанасьев В. Н., Исаев С. И., Кожинов И. А. [и др.] ; ред. Крутов В. И., Петражицкий Г. Б. 2-е изд., стер. СПб. : БХВ-Петербург, 2011.
3. Теория тепломассообмена. Учебник для вузов (под ред.А.И.Леонтьева) 2-е изд. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Учебник для ВУЗов. Основы теплопередач. М.: Высшая школа, 1976.
5. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для втузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» /\_В.П. Алексеев [и др]; Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1990. 288 с.
6. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для втузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / Д.Н. Вырубов [и др].; Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1983. 372 с.
7. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для втузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / С.И. Ефимов [и др.]; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. 3-е изд. М.: Машиностроение, 1985. 456 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Техническая термодинамика : учебник для машиностроит. спец. вузов / Крутов В. И., Исаев С. И., Кожинов И. А., Козлов Н. П. ; ред. Крутов В. И. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Высш. шк., 1991. 384 с.
2. Пригожин И. Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур / ред. Агеев Е. П. ; пер. с англ. Данилов Ю. А., Белый Е. П. М. : Мир, 2009. 461 с.
3. Исаев С. И. Термодинамика : учебник для техн. ун-тов и вузов / Исаев С. И. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. 412 с.
4. Тер Хаар Д., Вергеланд Х. Основы термодинамики / пер. с англ. Виханский И. Б. ; ред. пер. Плакида Н. М. 2-е изд. М. : Вузовская книга, 2013. 200 с.
5. Базаров И.П. Термодинамика : учебник для вузов / Базаров И. П. 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1991. 375 с.
6. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Варгафтик Н. Б. 2-е изд., доп. и перераб. М. : Наука, 1972. 720 с.
7. Гришин Ю.М., Диев М.Д., Кузенов В.В. Термодинамические процессы. М.: НИЦ «Инженер», 2001.
8. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972. 720 с.
9. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Учебник для вузов. 4-ое изд. Энергоатомиздат, 1981.
10. Сполдинг Д.В. Горение и массообмен. Машиностроение, 1985. 240 с.
11. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. Учебник для ВУЗов. изд. М.: Атомиздат. 1979.
12. Лыков А.В. Тепломассообмен. Учебник для ВУЗов. 2-ое изд. М.: Энергия. 1978.
13. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. М.: Изд-во Легион-Автодата. 2004.
14. Кулешов А.С., Грехов Л.В. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов ДВС. - М.: МГТУ, 2000.-64 с.
15. Ерохов В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей. Конструкция, расчет, диагностика // Учебное пособие. - М.: Горячая Линия - Телеком, 2013. – 315 с; также 2011.

Начальник сектора 8000-03 «Аспирантура» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.В. Джамай