

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/Д.С. Гуц/

«28» марта 2022 года

ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступающих в аспирантуру

2.4 Энергетика и электротехника

шифр и наименование группы научных специальностей

2.4.6 Теоретическая и прикладная теплотехника

шифр и наименование научной специальности

Красноярск 2022

Настоящая программа составлена на основе дисциплин направлений «Теплоэнергетика и теплотехника» и предназначена для сдачи вступительного испытания по специальности 2.4.6 – Теоретическая и прикладная теплотехника. Цель вступительного испытания заключается в выявлении готовности претендента к освоению учебного плана по программе аспирантуры.

1. Перечень теоретических вопросов

Элементы молекулярно-кинетической теории

1. Макроскопическое состояние. Физические величины и состояния физических систем. Макроскопические параметры как средние значения. Тепловое равновесие.
2. Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Понятие о температуре.
3. Явления переноса. Диффузия. Теплопроводность. Коэффициент диффузии. Коэффициент теплопроводности. Температуропроводность.
4. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Вязкость. Коэффициенты вязкости газов и жидкостей.

Элементы термодинамики

5. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Интенсивные и экстенсивные параметры. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.
6. Второе начало термодинамики. Термодинамические потенциалы и условия равновесия.
7. Тепло- и массообмен при фазовых превращениях. Расчет коэффициентов теплоотдачи при кипении и конденсации. Методы численного решения уравнений тепло- и массопереноса.
8. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме. Контактный теплообмен.
9. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана—Больцмана.
10. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Процессы смесеобразования. Молекулярная и турбулентная диффузия. Смесеобразование в турбулентных слоях. Аналогия между диффузией и теплообменом.
11. Процессы воспламенения и распространения пламени. амовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Механизм и кинетика горения индивидуальных газов. Механизм термического разложения углеводородов. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания. Химический потенциал. Условия химического равновесия.
12. Цикл Карно. Максимальный к.п.д. тепловой машины.
13. Фазы и условия равновесия фаз. Термодинамика поверхности раздела двух фаз.
14. Поверхностные энергия и натяжение. Капиллярные явления.
15. Фазовые превращения. Фазовые диаграммы.
16. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка.
17. Изотермы Ван-дер-Ваальса.
18. Микроскопические — параметры. Вероятность и — флуктуации.
19. Распределение Максвелла. Средняя кинетическая энергия частицы.
20. Распределение Больцмана. Теплоемкость многоатомных газов.
21. Ограниченность классической теории теплоемкости.
22. Локальное и неполное равновесие. Релаксационные явления. Времена релаксации различных процессов приближения к тепловому равновесию.
23. Броуновское движение. Связь диффузии с броуновским движением.
24. Чувствительность измерительных приборов. Шумы.
25. Понятие о принципе Онзагера. Понятие о перекрестных эффектах.

26. Модель системы в термостате. Каноническое распределение Гиббса. Статистический смысл термодинамических потенциалов и температуры. Роль свободной энергии.
27. Распределение Гиббса для системы с переменным числом частиц.
28. Энтропия и вероятность. Определение энтропии равновесной системы через статистический вес макросостояния.
29. Статистическое описание квантовой системы. Различие между квантовомеханической и статистической вероятностями.
30. Принцип Нернста и его следствия. Квантовые идеальные газы.
31. Функции распределения Бозе и Ферми.
32. Энтропия как количественная мера хаотичности. Принцип возрастания энтропии. Переход от порядка к беспорядку в состоянии теплового равновесия. Роль фазовых переходов.
33. Ближний и дальний порядок. Параметр порядка. Координационный и ориентационный порядки. Возникновение дальнего порядка.
34. Жидкие кристаллы. Кристаллическая решетка. Структурное упорядочение кристаллов.
35. Понятие о магнитном порядке. Неупорядоченные макросистемы. Макросистемы вдали от равновесия.
36. Открытые диссипативные системы. Появление самоорганизации в открытых системах и превращение флуктуаций в макроскопические эффекты.
37. Роль нелинейности. Понятие о бифуркациях. Идеи синергетики.

Источники и системы теплоснабжения предприятий

38. Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей.
39. Промышленные котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки между котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных.
40. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей.
41. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии.
42. Когенерационные и тригенерационные установки. Теплонасосные и холодильные установки, области применения, показатели эффективности.

Котельные установки и парогенераторы

43. Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах.
44. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали.
45. Конструктивные схемы воздушных подогревателей. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией.
46. Водогрейные и паро-водогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводяными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта

Тепломассообменное оборудование предприятий

47. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники.
48. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы и принцип работы.

49. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета.
50. Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации.
51. Процессы термовлажностной обработки воздуха. Теплообменники с влаговываждением.
52. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки. Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки.
53. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов.

Тепловые двигатели и нагнетатели

54. Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров.
55. Схемы поршневых компрессоров. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера.
56. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Способы изменения характеристики вентилятора. Особенности работы насосов в сети.
57. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора.
58. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Принципиальные схемы паротурбинных установок.
59. Схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных установок. Особенности работы турбодетандеров.
60. Газопоршневые двигатели. Энергетические установки на основе органического цикла Ренкина. Принцип действия и область применения двигателей Стирлинга.

Технологические энергоносители предприятий

61. Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях.
62. Система воздушоснабжения.
63. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения. Расчет системы газоснабжения. Газовый баланс предприятия.
64. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления.
65. Проблемы защиты окружающей среды.
66. Системы холодоснабжения

Энергетика теплотехнологий

67. Методологические основы создания энерго- и ресурсосберегающих, экологически совершенных теплотехнологических установок и систем. Метод предельного энергосбережения.
68. Энергоэкономические и технологические характеристики источников энергии в теплотехнологии, их взаимосвязь с физико-химическим содержанием и организацией технологического процесса.
69. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии.
70. Принципы эффективного комбинирования источников энергии.
71. Способы термохимической подготовки топлива и других энергоносителей к использованию в теплотехнологических установках.

72. Технология сжигания топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках. Огневое обезвреживание и регенерация производственных отходов.
73. Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД.
74. Термодинамические идеальные теплотехнические установки и системы. Теоретический минимум энергозатрат (расход топлива) на процесс.
75. Энергоэкономические критерии оценки совершенства тепловых схем теплотехнологических установок.
76. Принципы построения энергосберегающих тепловых схем. Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием, с внешним замыкающим технологическим и внешним замыкающим энергетическим теплоиспользованием.
77. Оптимизация комбинирования регенеративного, внешнего технологического и внешнего энергетического теплоиспользования.
78. Тепловые схемы технологических, комбинированных и энергетических систем и комплексов.
79. Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного фильтруемого, кипящего, взвешенного и пересыпающегося слоев технологического материала.
80. Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнического принципа погруженного в расплав факела.
81. Тепло- и массообмен в расплавах в отсутствие и при наличии газового барботажа.
82. Плавление технологического материала, нагрев расплава, растворение твердых частиц и гомогенизация расплава в ванне. Нагрев изделий и заготовок в расплаве.

2. Рекомендуемая литература

1. Коновалов, В. И. Техническая термодинамика: учебник для вузов / В.И. Коновалов. Федеральное агентство по образованию; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет» – Иваново, 2005. – 620 с.
2. Бухмиров, Вячеслав Викторович. Тепломассообмен: учебное пособие для бакалавров / В. В. Бухмиров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина".—Иваново: Б.и., 2014.—360 с.
3. Самойлович Г.С. Гидрогазодинамика: учеб. для вузов /В.А. Кудинов, Э.М. Карташов - 3-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2008. – 496 с.
4. Пыжов, В.К. Энергетические системы обеспечения жизни и деятельности человека. /Учебник ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».– Иваново, 2014. –524 с.
5. Арсенов В.Г. Воздухоснабжение промышленных предприятий : учеб. пособие. – Иваново, ИГЭУ, 2014. – 280 с.
6. Сидельский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов/ Л.Н. Сидельский, В.Н. Юрнев, изд.4-е, репр. – М.: Бастет, 2009, – 528 с.
7. Субботин В.И. Источники теплоснабжения и их режимы работы: Учеб. пособие. Изд. 2-е, доп. ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2010. – 400 с.
8. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. - 7-е изд., стереот. М.: Издательство МЭИ, 2001. –472 с.

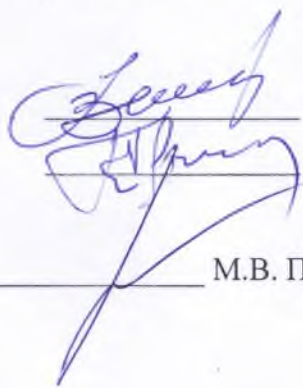
9. Пыжов В.К. Проектирование и эксплуатация систем кондиционирования, вентиляции и отопления: учебное пособие / В. К. Пыжов; ГОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина". –Иваново: Б.и., 2011. –568 с.
10. Васильев С.В. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: учебно-методическое пособие / С. В. Васильев, В. Г. Арсенов, С. Н. Ярунин ; ГОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина. – Иваново:, 2007. –168 с.
11. Захаров В.М. Ректификационные установки: учебное пособие / В. М. Захаров ; ФГБОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина". –Иваново: Б.и., 2013. –272 с.
12. Захаров В.М. Выпарные установки: учебно-методическое пособие / В. М. Захаров ; ГОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина". – Иваново:, 2005. –56 с.
13. Захаров В.М. Расчёт воздуходелительных установок высокого давления: учебное пособие / В. М. Захаров; ФГБОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина". –Иваново:, 2014. –268 с.

Программу составили:

д-р техн. наук, профессор В.А.Кулагин

д-р техн. наук, профессор Т.А.Кулагина

Директор Политехнического института _____


М.В. Первухин