



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ВГТУ

С.А. Колодяжный
01 2017 г.

Система менеджмента качества

ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

«ЭЛЕКТРО-ТЕПЛОТЕХНИКА»
(направление подготовки 13.06.01)

«ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»
(направленность 05.14.04)

Воронеж 2017



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (по программам магистратуры и специалитета)

I. Перечень элементов содержания, проверяемых на вступительном испытании по строительным конструкциям

Тепломассообменное оборудование предприятий

1. Теплообменные и тепломассообменные установки: подогревательные, конденсационные и холодильные; выпарные, опреснительные конструкции наиболее распространенных типов рекуперативных ТОА - трубчатых, кожухотрубных, пластинчатых, спиральных, матричных. Их основные элементы и узлы. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты ТОА. Гидравлический расчет ТОА. Расчет ТОА с использованием ЭВМ. Совершенствование ТОА на базе их математического моделирования.

2. ТОА с развитыми поверхностями теплообмена. Способы изготовления и особенности расчета.

3. Рекуперативные ТОА периодического действия, их тепловой расчет, графики температур и тепловой нагрузки.

4. Регенеративные ТОА. Аппараты с неподвижной и перемещающейся насадкой. Аппараты с кипящим слоем: с активной насадкой и контактные. Особенности теплообмена, температурные режимы и поле температур. Тепловой расчет регенеративных ТОА.

5. Физические основы процессов выпаривания. Свойства водяных растворов. Схемы многоступенчатых выпарных установок (МВУ) поверхностного типа: прямоточные, противоточные, смешанные, непрерывного и периодического действия; с конденсатором, с противодавлением, с ухудшенным вакуумом.

6. Материальный баланс процесса выпаривания. Определение количества выпаренной воды и концентрации раствора. Тепловой расчет МВУ, располагаемая и полезная разности температур. Алгоритмы расчета МВУ на ЭВМ.

7. Техничко-экономические показатели МВУ. Выбор оптимального числа ступеней для МВУ.

8. Схемы подогрева раствора, применяемого на МВУ. Оптимальное число ступеней подогрева. Рациональные схемы использования вторичного тепла.

9. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Сепараторы и брызгоотделители, выбор их основных размеров.

10. Технологические процессы и установки с тепломассообменом. Движущая сила массообменных процессов. H-d-диаграмма влажного воздуха и процессы на ней.

11. Конструкции смесительных аппаратов. Материальные и тепловые балансы. Методы и алгоритмы расчета аппаратов. Процессы в скрубберах и на H-



d-диаграмме.

12. Назначение и виды обезвоживания. Область применения сушки. Свойства влажных материалов как объектов сушки. Общие сведения о процессах сушки. Кинетика сушки.

13. Конвективная сушка. Теплотехнологические схемы сушильных установок. Аппаратно-технологическое оформление процессов сушки. Сушка жидкотекучих, твердых, дисперсных и ленточных материалов.

14. Общие сведения о перегоне и ректификации. Физико-химические свойства бинарных смесей. Особенности процессов кипения и конденсации бинарных смесей.

15. Дистилляция. Диаграмма состояния t - x , y и диаграмма равновесия y - x для бинарных смесей. Процессы в ректификационных установках и их изображение на t - x , y и y - x диаграммах. Дефлегмация и сепарация.

16. Конструкции тарельчатых, ситчатых и насадочных колонн. Определение числа тарелок в колонне. Влияние флегмового числа на экономику при проектировании и эксплуатации колонны. Выбор оптимального флегмового числа по методу РТМ и Джиллиланда. Тепловой баланс ректификационных установок.

17. Классификация установок для трансформации теплоты и области их применения. Термодинамические основы получения искусственного холода. Хладагенты и хладоносители.

18. Компрессионные холодильные установки и их элементы, методы теплового расчета. Абсорбционные холодильные установки (ХУ). Источники энергии для абсорбционных ХУ. Основные технико-экономические показатели для растворов.

19. Пароэжекторные ХУ и их элементы; область применения, источники энергии для получения искусственного холода, методы и алгоритмы теплового расчета.

20. Конденсационные устройства теплоиспользующих установок. Методы расчета барометрического конденсатора. Организация отвода конденсата их теплоиспользующих аппаратов, конденсатоотводчики: поплавковые, термодинамические, термостатические; подпорные шайбы. Контроль за работой конденсатоотводчиков. Конденсатные баки и другие резервуары.

*Источники и системы теплоснабжения предприятий*

21. Назначение и связи с другими дисциплинами, задачи и проблемы развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Промышленная энергетика и ее роль в ТЭК страны, задачи и перспективы развития. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий.

22. Отопление промышленных зданий. Расчет потерь и внутренних тепловыделений в производственных цехах. Тепловой баланс производственных помещений. Системы парового, воздушного и водяного отопления промышленных и жилых зданий и их расчет. Определение расхода тепла на отопление.

23. Горячее водоснабжение, его назначение, основные параметры. Определение нагрузок горячего водоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Графики нагрузок горячего водоснабжения.

24. Вентиляция промышленных цехов. Нормы и параметры санитарного состояния воздушной среды производственных и общественных помещений. Схемы вентсистем, область применения, технико-экономические показатели, методы подготовки и обработки воздуха. Определение теплотребления вентиляционных установок. Режимы работы вентиляционных систем, графики их потребления.

25. Системы кондиционирования воздуха (СКВ), их назначение, схемы, область применения, основное и вспомогательное оборудование, методы расчета. Определение потребности в тепле и холоде. Режимы работы и методы регулирования промышленных СКВ.

26. Системы централизованного теплоснабжения промышленных предприятий, их структура. Паровые системы, их схемы, состав оборудования, режимы работы, методы регулирования и обеспечения надежного пароснабжения.

27. Системы сбора и возврата конденсата промышленных потребителей, назначение, оборудование, режимы работы. Методы снижения потерь конденсата.

28. Водяные системы теплоснабжения промышленных предприятий. Классификация систем. Двухтрубные закрытые и открытые системы, схемы, область применения. Многотрубные системы промышленных предприятий, схемы, область применения, преимущество и недостатки. Водяные системы с однострубно-транзитной магистралью и двухтрубной распределительной сетью. Особенности присоединения потребителей к тепловым сетям. Техно-экономическое сопоставление систем теплоснабжения.

29. Основные виды энергоресурсов промышленных предприятий, их характеристика. Техно-экономическая целесообразность использования ВЭР для производства пара и горячей воды в теплоутилизационных установках. Виды, параметры и графики выхода ВЭР, используемых для выработки пара и горячей воды. Типы теплоутилизационных установок, схемы, состав оборудования, режимы работы, методы расчета. Способы регулирования и оптимизации



параметров, состав оборудования теплоутилизационных установок. Методика определения экономии топлива и технико-экономических показателей теплоутилизационных установок. Методы защиты окружающей среды при работе теплоутилизационных установок.

30. Промышленные паротурбинные электростанции, их назначение, схемы, оборудование. Параметры, область применения промышленных электростанций. Эффективность конденсационного и теплофикационных циклов. Методы определения экономии топлива при комбинированной выработке электроэнергии и теплоты на ТЭЦ. Влияние начальных и конечных параметров пара, промежуточного перегрева пара на эффективность работы промышленных электростанций. Техничко-экономические основы выбора оптимальных параметров. Зависимость энергетической эффективности теплофикации от начальных параметров пара на ТЭЦ и параметров отбираемого пара.

31. Регенеративный подогрев питательной воды. Техничко-экономическое обоснование выбора оптимального числа и параметров регенеративных отборов. Смесительные и поверхностные регенеративные подогреватели. Энергетические характеристики котлов и турбин. Диаграммы режимов теплофикационных турбин и предельные нагрузки. Выбор типа и количества основного оборудования промышленных ТЭЦ. Правило резерва.

32. Основные схемы отпуска тепла ТЭЦ с паром и горячей водой, сравнение их экономичности, надежности, капитальных затрат. Распределение тепловых нагрузок между отборами и пиковыми водогрейными котлами. Коэффициент теплофикации, его технико-экономическое обоснование и определение оптимального значения.

33. Совместная работа котельных, ТЭЦ, теплоутилизационных установок в системах теплоснабжения промышленных предприятий.

34. Анализ тепловых схем и ее элементов методом коэффициента ценности тепла и коэффициентов изменения мощности. КПД и удельные расходы топлива. Собственные нужды ТЭЦ и мероприятия по снижению потребления тепла и электроэнергии на собственные нужды. Методы использования ВЭР на паротурбинных электростанциях. Удельные капитальные затраты и себестоимость энергии промышленных электростанций. Основные требования к площадке для электростанции. Генеральный план, компоновка ТЭЦ. Водоснабжение промышленных электростанций. Охрана окружающей среды от вредных выбросов ТЭЦ.

35. Принципиальные схемы, параметры и энергетическая эффективность газотурбинных и парогазовых установок. Методы расчета схем и определение показателей энергетической и экономической эффективности ГТУ и ПТУ.

36. Использование АТЭЦ, АСТ, АСТП для теплоснабжения промышленных предприятий. Особенности конструкций и режимов работы ядерных реакторов. Основные схемы, параметры, энергетические характеристики и технико-экономические показатели АЭС. Возможные схемы тепло-и пароснабжения



предприятий от атомных станций.

37. Высокотемпературные газовые ядерные реакторы и возможности их использования для теплоснабжения предприятий. Новые методы выработки электроэнергии. МГД-генераторы, топливные и термоэмиссионные элементы.

38. Назначение и структура систем регулирования. Возможные методы регулирования тепловой нагрузки в системах централизованного теплоснабжения, их анализ. Регулировка отпуска тепла из паровых сетей. Аккумуляторы пара, их применение и расчет. Центральное регулирование однородной и разнородной тепловой нагрузки водяных систем теплоснабжения. Графики температур и расходов теплоносителей.

39. Методы центрального регулирования суммарных нагрузок отопления и горячего водоснабжения городов. Методы корректировки температурных графиков на вводах предприятий, получающих горячую воду от районных ТЭЦ. Эффективность различных систем регулирования отпуска тепла. Аккумуляция тепла. Схемы, расчет и режимы работы теплоаккумулирующих установок.

40. Задачи гидравлического расчета. Основные требования к режиму давления тепловых сетей. Расчет линейных и местных потерь давления. Пьезометрический график и метод его построения. Определение параметров сетевых и подпиточных насосов по пьезометрическому графику. Выбор схем присоединения абонентских установок по пьезометрическому графику.

41. Гидравлический режим систем теплоснабжения. Гидравлические характеристики насосов, тепловых сетей, регуляторов. Расчет гидравлического режима систем теплоснабжения. Гидравлический расчет кольцевых систем и систем с несколькими тепловыми источниками.

42. Гидравлическая устойчивость тепловых сетей. Схемы закрепления давления в нейтральных точках, другие методы повышения гидравлической устойчивости тепловых сетей. Математическое моделирование гидравлических режимов ЭВМ.

43. Гидравлический удар в тепловых сетях, причины и последствия. Методы борьбы с гидравлическим ударом.

44. Конструкции и типы прокладок теплопроводов предприятий. Надземные и подземные, канальные и бесканальные прокладки тепловых сетей. Теплоизоляционные материалы и конструкции, применяемые в тепловых сетях. Задачи теплового расчета сетей.

45. Определение термического сопротивления однострубных и многотрубных теплопроводов для различных видов прокладки. Определение местных тепловых потерь. Коэффициент эффективности тепловой изоляции. Падение температуры теплоносителя по длине теплопровода. Основные предпосылки для выбора теплоизоляционной конструкции и толщины тепловой изоляции. Техно-экономическая оптимизация толщины тепловой изоляции.

46. Трассы и профиль теплопровода. Конструктивные основные элементы.



Требования, предъявляемые к теплопроводам. Основные методы защиты теплопроводов от коррозии. Павильоны и камеры подземных теплопроводов. Защита подземных теплопроводов от затопления. Устройства продольного дренажа. Конструкции и требования, предъявляемые к дренажам.

47. Трубы, используемые в тепловых сетях. Прочностной расчет трубопроводов. Опоры теплопроводов при надземных и подземных прокладках. Классификации и конструкции опор. Определение реакций в подвижных и неподвижных опорах. Расстояние между подвижными и неподвижными опорами.

48. Компенсация температурных деформаций. Сальниковые и линзовые компенсаторы, расчет осевых усилий компенсаторов. Естественная компенсация температурных деформаций. П, S, Ω - образные компенсаторы, их расчет.

49. Тепловые подстанции, центральные и местные тепловые пункты, принципиальные схемы, основное и вспомогательное оборудование. Методика расчета и выбор оборудования тепловых подстанций. Связь тепловых подстанций с тепловыми источниками.

50. Конденсаторные подстанции и их узлы, оборудование, режимы работы, методика расчета тепловых схем и оборудования.

II. Требования к уровню подготовки поступающего

Поступающий должен знать/понимать:

- основные типы, конструкции и технологические схемы тепломассообменного оборудования;
- методы выбора, расчета и оптимизации тепломассообменного оборудования;
- потребителей пара и горячей воды;
- структуры централизованного, индивидуального теплоснабжения;
- способы использования вторичных энергоресурсов.

Поступающий должен уметь:

- проводить инженерные расчеты энергетического оборудования;
- разбираться в процессах, протекающих в изученном оборудовании;
- разбираться в нормативной документации;
- выбирать тип присоединения потребителя к тепловой сети;
- выбирать режим и оборудование для регулирования тепловой нагрузки.

III. Примерный вариант задания

Поступающий получает 5 (пять) вопросов, на которые он должен максимально расширенно письменно ответить. Вопросы выбираются из каждого блока.



Вопрос № 1. Рекуперативные ТОО периодического действия, их тепловой расчет, графики температур и тепловой нагрузки.

Вопрос № 2. Конструкции смесительных аппаратов. Материальные и тепловые балансы. Методы и алгоритмы расчета аппаратов. Процессы в скрубберах и на H-d-диаграмме.

Вопрос № 3. Пароэжекторные ХУ и их элементы; область применения, источники энергии для получения искусственного холода, методы и алгоритмы теплового расчета.

Вопрос № 4. Горячее водоснабжение, его назначение, основные параметры. Определение нагрузок горячего водоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Графики нагрузок горячего водоснабжения.

Вопрос № 5. Конструкции и типы прокладок теплопроводов предприятий. Надземные и подземные, каналные и бесканальные прокладки тепловых сетей. Теплоизоляционные материалы и конструкции, применяемые в тепловых сетях. Задачи теплового расчета сетей.

IV. Критерии оценивания работ поступающих

Оценивание ответов на каждый вопрос осуществляется по 5-балльной шкале в зависимости от правильности и развернутости (углубленности) ответа (согласно таблице 1). После ответов на все вопросы определяется среднее арифметическое, округленное в большую или меньшую сторону по правилам математики.

Таблица 1

Оценка	Критерий оценки
Отлично	Претендент демонстрирует полное понимание вопроса. На вопрос претендентом представлен развернутый (углубленный) ответ из нескольких литературных источников.
Хорошо	Претендент демонстрирует полное понимание вопроса. На вопрос претендентом представлен недостаточно развернутый (углубленный) ответ.
Удовлетворительно	Претендент демонстрирует частичное понимание вопроса. Претендентом представлен ответ только на часть вопроса.
Неудовлетворительно	Претендент демонстрирует непонимание вопроса. У претендента нет ответа на вопрос.



V. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Бакластов А.М., Удыма П.Г., Горбенко В.А. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок /А.М.Бакластов, П.Г. Удыма, В.А. Горбенко.- М.: Энергоиздат, 1981. 336 с.
2. Промышленные тепломассообменные процессы и установки: Учебник для вузов /А.М. Бакластов и др. - М.: Энергоатомиздат, 1986. 326 с.
3. Б.Н. Голубков, О.Л. Данилов, Л.В. Зосимовский и др. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий. М.: Энергия, 1982.
4. Е.Я.Соколов. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергия, 2001.
5. В.Е.Козин, Т.А.Левина, А.П.Марков и др. Теплоснабжение. М.: Высшая школа, 1980.

Дополнительная литература

1. Портнов В.В. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты. Учебное пособие /В.В.Портнов.- Воронеж: ВГТУ, 2008. 123 с.
2. Портнов В.В. Ректификационные и дистилляционные установки. Учебное пособие / В.В.Портнов.- Воронеж: ВГТУ, 2009. 82 с.
3. Портнов В.В. Выпаривание. Учебное пособие / В.В.Портнов.- Воронеж: ВГТУ, 2009. 110 с.