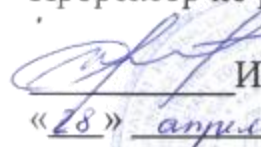


КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «КГЭУ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по развитию и инновациям


И.Г. Ахметова
«28» апреля 2022 г.



ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальности
**05.14.14 «Тепловые электрические станции,
их энергетические системы и агрегаты»**
по техническим наукам

Казань-2022

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы

Энергетические ресурсы. Графики электрической и тепловых нагрузок. Потребители тепла и электроэнергии. Основные технико-экономические показатели производства электроэнергии и тепла. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Годовые энергетические показатели КЭС и ТЭЦ. Расход электроэнергии на собственные нужды. Перспективы развития теплоэнергетики.

2. Химические и термические методы подготовки воды на ТЭС

Физико-химические основы процесса ионного обмена. Химическое обессоливание воды. Схемы обессоливания и области их применения. Процесс совместного Н- и ОН-ионирования в фильтре смешанного действия. Химический контроль водного режима тепловых электростанций. Коррозия оборудования ТЭС и методы коррозионной защиты. Очистка сточных вод ТЭС. Схемы включения испарителей на КЭС и ТЭЦ. Многоступенчатые испарительные установки и испарители с самовскипанием воды. Водный режим испарителей и методы получения чистого вторичного пара. Испарители на сырой воде. Растворимость газов и термическая деаэрация воды. Процесс переноса вещества на границе двух фаз и теория массообмена. Классификация и конструкция пленочных, струйных, барботажных и комбинированных деаэраторов. Включение деаэраторов и тепловые схемы ТЭС и теплоснабжения. Деаэрация воды в конденсаторах турбин. Химические методы связывания растворенного в воде кислорода.

3. Котельные установки

Типы и классификация котлов. Тракты и основные элементы котла. Виды компоновок котла. Тепловая схема котла и ее опорные точки. Топка котла, ее назначение и тепловые характеристики. Классификация топочных

устройств. Подготовка топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления, размольные устройства. Схемы тепловой и аэродинамической организации сжигания топлива. Принципиальные пути обеспечения бесплаковой работы топки и методы снижения образования токсичных продуктов сгорания в ней. Теплообмен в топке и конвективных поверхностях нагрева. Тепловой расчет паровых котлов и их элементов. Гидродинамика трубных систем с принудительным движением среды и систем с естественной циркуляцией среды. Причины загрязнения пара и методы борьбы с ним. Способы получения чистого пара. Загрязнение, коррозия и эрозия поверхностей нагрева и методы борьбы с ними. Способы поддержания температуры перегретого пара. Конструкции современных котлов и тенденции их развития. Работа котла при переходных режимах. регулировочные характеристики пароперегревателей. Экономичность работы котла. Отложения солей по тракту котельного агрегата и их удаление.

4. Паротурбинные установки электростанций

Параметры паротурбинных установок, их влияние на экономичность. Работа ступеней турбины. Переменный режим работы турбоустановок. Пуск турбин из различных состояний. Работа турбин на влажном паре, влияние влажности на характеристики турбинной ступени. Сепарация влаги в проточной части турбин. Автоматизация работы паровой турбины. Конденсационные установки паровых турбин.

5. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций

Методы расчета тепловых схем и исследование их эффективности. Полные тепловые схемы электростанций, выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Факторы, влияющие на выбор начальных и конечных параметров. Выбор оптимального распределения регенеративного подогрева воды по ступеням на КЭС и ТЭЦ без промперегрева и с промперегревом пара при последовательном и

параллельном включении парохладителей. Экономически наивыгоднейшая температура питательной воды. Трубопроводы тепловых электростанций и их классификация. Прочностные расчеты трубопроводов. Температурные напряжения в трубопроводах. Ползучесть и длительная прочность паропроводов. Гидродинамика трубопроводов. Тепловая изоляция и расчет тепловых потерь.

6. Теплофикация и ее энергетическая эффективность

Экономические основы теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электроэнергии и тепла на паротурбинных ТЭЦ. Тепловой потребление и классификация тепловой нагрузки. Схемы отпуска технологического пара и схемы теплоснабжения. Режимы и методы регулирования централизованного теплоснабжения при однородной и разнородной тепловой нагрузке. Коэффициент теплофикации. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.

7. Газотурбинные и парогазовые ТЭС

Типы газотурбинных и парогазовых ТЭС. Принципиальные тепловые схемы газотурбинных и парогазовых ТЭС: структура, назначение агрегатов. Схемы, конструкции, характеристики и режимы работы компрессоров. Камеры сгорания: типы, конструктивные схемы, характеристики. Эксплуатация и переменные режимы работы энергетических газотурбинных установок. Котлы-утилизаторы в тепловой схеме парогазовых ТЭС: конструктивные схемы и особенности их работы. Тепловой и аэродинамический расчеты котлов-утилизаторов. Особенности паротурбинных установок в составе парогазовых ТЭС. Регулирование нагрузки на парогазовых ТЭС с котлами-утилизаторами. Особенности комбинированной выработки электроэнергии и тепла на газотурбинных и парогазовых ТЭС. Парогазовые технологии на пылеугольных электростанциях.

8. Режимы работы оборудования ТЭС

Энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных турбоагрегатов и котельных установок. Экономичные режимы совместной работы агрегатов и блоков ТЭС. Совместная работа ТЭС, ГЭС и АЭС в энергосистемах. Пусковые схемы блоков из различных тепловых состояний. Схемы включения и типы привода питательных насосов, их выбор. Расход топлива на пуск блоков. Перевод турбоагрегатов в моторный режим и другие методы покрытия переменной части графиков нагрузки энергосистемы. Пиковые и полупиковые электростанции и установки. Автоматизация управления работой, пусковыми и остановочными режимами оборудования ТЭС.

9. Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы

Требования к компоновкам. Различные типы компоновок в зависимости от вида топлива и единичной мощности агрегатов. Методика технико-экономического сравнения компоновок. Выбор места сооружения и компоновка генплана ТЭС.

Техническое водоснабжение, источники и системы водоснабжения. Основы теплового расчета охладителей оборотных систем. Градирни различных типов, их сопоставление и области применения. Выбор систем водоснабжения и их технико-экономическое сопоставление.

Топливное хозяйство электростанции. Способы доставки топлива, приемно-разгрузочные и размораживающие устройства. Запасы топлива на ТЭС. Транспортные механизмы топливоподачи и дробильные установки. Пылеприготовление на ТЭС.

Системы золошлакоудаления. Расчет золошлакопроводов и выбор скорости пульпы.

Схемы газоздушных трактов и оценка их эффективности. Основы разработки элементов газоздушных трактов. Предотвращение золовых отложений в газоходах. Характеристики тягодутьевых машин. Воздуходувки для котлов под наддувом. Методы регулирования производительности тягодутьевых машин.

10. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС

Воздействие ТЭС на окружающую среду. Дымовые трубы и рассеивание вредностей в атмосферу. Предельно допустимые концентрации выбросов и расчет высоты дымовых труб. Выбор скоростей газов в дымовых трубах. Многоствольные дымовые трубы.

Снижение выбросов частиц золы в атмосферу. Снижение выбросов оксидов азота и соединений серы в атмосферу. Сокращение выбросов водяного пара и парниковых газов в атмосферу. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду.

Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод на ТЭС. Образование шламов на ТЭС и пути их утилизации. Причины создания бессточных и малосточных систем технического водоснабжения на ТЭС. Технологические схемы ТЭС с высокими экологическими показателями.

Рекомендуемая основная литература

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электростанции. Изд-во МЭИ, «000.
3. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. М.: Высшая школа, 1987.
4. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.

5. Щегляев А.В. Паровые турбины. М.: Энергоатомиздат, 1993.
6. Паровые и газовые турбины. /Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. М.: Энергоатомиздат, 1985.
7. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Изд-во МЭИ, 1999.
8. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование электростанций. М.: Энергоиздат, 1987.
9. Иванов В.А. Режимы мощных паротурбинных установок. Л.: Энергоатомиздат, 1986.

Дополнительная литература

1. Трухний А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки. М.: Изд-во МЭИ, 2002.
2. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. М.: Энергоатомиздат, 1998.
3. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций. Абрамов А.И., Елизаров Д.П., Ремезов А.Н. и др. /Под ред. А.С. Седлова. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
4. Аракелян Э.К., Старшинов В.А. Повышение экономичности и маневренности тепловых электростанций. М.: Изд-во МЭИ, 1993.