

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 06.04.2026 14:28:37
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab0711e11ca2171953a12

Программа комплексного экзамена по направлению подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Тема 1. Котельные установки и парогенераторы.

Роль котлов в промышленной теплоэнергетике. Топливо, характеристики и состав топлива. Горение органического топлива. Продукты сгорания органического топлива. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания топлива. Типы, марки, параметры и производительность котлоагрегатов. Тепловой баланс котельной установки. Потери теплоты и КПД котельного агрегата. Виды, конструкции и классификация топочных устройств. Фестоны. Барабаны паровых котельных агрегатов. Тепловой расчет барабанов. Пароперегреватели. Тепловой расчет пароперегревателя. Экономайзеры. Тепловой расчет экономайзера. Воздухоподогреватели. Тепловой расчет воздухоподогревателя. Горелочные устройства. Золошлакоудаление. Арматура котлоагрегата. Обмуровка котлов. Аэродинамический расчет котлоагрегата. Тягодутьевые машины. Гидравлический расчет котлоагрегата. Расчет на прочность основных элементов котлоагрегата. Топливоподготовка. Гарнитура котлов. Водный режим паровых котлов. Размещение источника тепла и здания котельных. Компонировка оборудования котельной. Контрольно-измерительные приборы и автоматика котельной.

Тема 2. Источники и системы теплоснабжения.

Основные сведения об источниках теплоснабжения. Расчет и составление тепловых схем водогрейных и паровых котельных. Тепловые электрические станции: классификация, виды, согласование графиков тепловых и электрических нагрузок, составление и расчет тепловых схем, выбор основного и вспомогательного оборудования. Газотурбинные и парогазовые теплоэлектростанции. Режимы работы паротурбинных, газотурбинных и парогазовых теплоэлектростанций. Вторичные энергетические ресурсы теплоэлектростанций. Основные сведения о теплоснабжении. Определение тепловых нагрузок. Системы теплоснабжения. Регулирование тепловой нагрузки. Качественное, количественное и качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки. Гидравлический режим и расчет тепловых сетей. Выбор схемы абонентского ввода. Установка насосных подстанций на тепловой сети. Прокладка тепловых сетей. Тепловой расчет трубопроводов. Опоры. Виды и классификация опор теплопроводов. Определение сил трения в подвижных опорах. Определение расстояний между опорами. Компенсация температурных удлинений. Расчет нагрузок на неподвижные опоры. Устойчивость трубопроводов.

Тема 3. Тепломассообменное оборудование предприятий.

Основные виды и классификация тепломассообменных процессов и оборудования, теплоносителей, их свойства, область применения. Рекуперативные, регенеративные, пластинчатые теплообменники, калориферные установки, их конструкции, принцип действия, расчет и режимы эксплуатации. Тепловые трубы, термосифоны. Деаэраторы, назначение, конструкции, принцип действия, основы расчета. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки, принцип действия, основные конструкции аппаратов, тепловые схемы, расчет. Дистилляционные и ректификационные установки, конструкции и принцип действия, физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации, расчет установок. Сорбционные аппараты, конструкции, принцип действия и основы расчета. Сушильные установки, назначение, конструкции, принцип действия, расчет. Теплообменники-утилизаторы, назначение, принципиальные схемы и основные конструкции, принцип действия. Вспомогательное оборудование теплообменных установок.

Тема 4. Электроснабжение.

Характеристики процесса производства, распределения и потребления электрической энергии. Электрические нагрузки потребителей и сетей. Оптимизация параметров электрических сетей. Выбор параметров электрических сетей по ограничивающим критериям. Расчет режима несимметричной нагрузки. Регулирование напряжения. Комплексный расчет сетей по условиям пуска асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Качество электрической энергии. Показатели качества электроэнергии и их нормативные значения. Влияние качества энергии на работу электроприемников. Контроль качества электрической энергии. Управление качеством электроэнергии. Нормирование и учет энергии. Расчет потерь электроэнергии при проектировании и эксплуатации сетей. Надежность электроснабжения потребителей. Токи короткого замыкания и замыкания на землю. Алгоритм расчета тока короткого замыкания. Релейная защита систем электроснабжения. Назначение, свойства и принципы действия релейной защиты. Первичные измерительные преобразователи тока и напряжения. Принципы действия и выполнения реле. Время-токовые характеристики реле. Источники оперативного тока. Схемы соединений трансформаторов тока и реле. Максимальная токовая направленная защита. Термическое и электродинамическое действия токов короткого замыкания. Электрическая аппаратура. Электрические контакты. Возникновение, горение и гашение электрической дуги. Автоматические выключатели. Плавкие предохранители. Разъединители, короткозамыкатели, отделители. Выключатели высокого напряжения. Приводы к коммутационной аппаратуре. Изоляторы для электрических установок.

Трансформаторные подстанции. Общие сведения. Схемы электрических соединений подстанций 110-35/10 кВ. конструкции распределительных устройств 110, 35 и 10 кВ. трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ. Принципы компоновки трансформаторных подстанций. Цеховые подстанции и сети. Расчетные нагрузки цехов. Картограммы и определение центра электрических нагрузок. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов цеховых ТП. Расчет сечения кабелей силовой сети. Расчет сечения кабелей осветительной сети. Перенапряжение и защита от них. Автоматизация систем электроснабжения.

Тема 5. Режимы работы и эксплуатация котельных установок и парогенераторов.

Организация эксплуатации теплоэнергетических установок. Службы по эксплуатации и ремонту, их структура и функции. Основные эксплуатационные показатели теплоэнергетических установок. Теплоэнергетическое хозяйство предприятия. Надзор и контроль над работой теплоэнергетических установок. Производственно-техническая документация работы оборудования. Пуск и остановка котельных агрегатов. Теплотехнические испытания котлов с определением КПД составляющих потерь. Факторы, влияющие на надежность и экономичность работы агрегатов. Переменные режимы эксплуатации котельных установок и парогенераторов. Режимные карты. Режимы работы: стационарные, остановочные, вывод в плановый ремонт или в резерв, аварийные остановки. Способы регулирования нагрузки. Измерения и контроль в котельных установках. Методы и средства измерения. Контроль над процессом горения. Контроль параметров теплоносителя. Основные контрольно-измерительные приборы. Регулирование отпуска теплоты в источниках теплоснабжения. Эксплуатация систем топливоподачи. Эксплуатация газо-воздушного тракта. Эксплуатация вспомогательного оборудования. Эксплуатация трубопроводов и арматуры котлоагрегатов. Загрязнения и очистка поверхностей нагрева. Аварийные режимы при эксплуатации теплоэнергетических установок. Техническое обслуживание и ремонт. Система планово-предупредительных ремонтов. Аварийные ремонты. Типовая номенклатура ремонтных работ. Тепловые потери через ограждения. Температура ограждений котлов. Теплоизоляция топки котлов. Влияние качества обмуровки на экономичность работы.

Список рекомендуемой литературы

1. *Середкин, А.А.* Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие / А.А. Середкин, М.С. Басс, С.Г. Батухтин, М.В. Кобылкин // Чита : ЗабГУ, 2022. — 119 с. — ISBN 978-5-9293-3038-4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/363398>.

2. *Крылов, Д.В.* Котельные установки и парогенераторы. Аэродинамический расчет котельного агрегата : учебное пособие / Д. В. Крылов // Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 35 с. — ISBN 978-5-7641-1868-0. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/355079>

3. Теплогенерирующие установки: технический альбом : альбом / составитель В. Д. Галдин. — 2-е изд., деривативн., испр. — Омск : СибАДИ, 2023. — 97 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/353735>

4. *Крылов, В. И.* Органическое топливо и способы его сжигания в топочных устройствах котельных агрегатов : учебное пособие / В. И. Крылов, Д. В. Крылов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. — 57 с. — ISBN 978-5-7641-1061-5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111737>.

5. *Рогалев, Н. Д.* Тепловые электрические станции : учебник / Н. Д. Рогалев, А. А. Дудолин, Е. Н. Олейникова. — Москва : НИУ МЭИ, 2022. — 768 с. — ISBN 978-5-7046-2623-7. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/307250>.

6. *Тарасюк, В. М.* Эксплуатация котлов : учебное пособие / В. М. Тарасюк. — Москва : ЭНАС, 2012. — 272 с. — ISBN 978-5-4248-0076-4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/38560>.

7. *Бурдин, А. Н.* Эксплуатация котельных установок : практ. пособие / А. Н. Бурдин, Д. А. Бурдин. — Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2017. — 116 с. — ISBN 978-985-6809-56-2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/312152>.

8. *Иванова, И. В.* Основы безопасной эксплуатации котельных установок : учебное пособие / И. В. Иванова, А. А. Куликов ; под редакцией И. В. Ивановой. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2024. — 136 с. — ISBN 978-5-9239-1463-4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/426386>.

9. *Шкаровский, А. Л.* Теплоснабжение : учебник для вузов / А. Л. Шкаровский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 392 с. — ISBN 978-5-507-54657-2. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/509981>.

10. *Малявко, В. А.* Устройство и эксплуатация тепловых сетей и тепловых пунктов: практ. пособие / В. А. Малявко. — Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2019. — 36 с. — ISBN 978-985-6809-71-5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/312146>.

11. *Быстрицкий, Г. Ф.* Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий : справочник / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. — Москва : Машиностроение, 2011. — 592 с. — ISBN 978-5-94275-574-4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3313>.

12. Малышев, В. С. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие / В. С. Малышев, С. П. Пантिलеев. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 320 с. — ISBN 978-5-9729-1876-8. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/429440>.

13. *Хорольский, В.Я.* Эксплуатация систем электроснабжения. Учебное пособие. / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов // Москва : ИНФРА-М, 2019. – 288 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=362905>

14. *Хорольский, В.Я.* Надежность электроснабжения. Учебное пособие. / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов // Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2020. – 127 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=358006>

15. *Ополева, Г.Н.* Электроснабжение промышленных предприятий и городов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Н. Ополева // Москва : ИД «ФОРУМ» ; ИНФРА-М, 2022. – 416 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=386067>