

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июля

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.14 Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Котлы и камеры сгорания»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.14.14 Тепловые электрические станции, их энергетические системы и аппараты, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение перспективных конструкций паровых и водогрейных котлов и камер сгорания ГТУ, а также подходов к их проектированию.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с современными тенденциями повышения эффективности энергетических установок;
- ознакомление с перспективными отечественными и зарубежными конструкциями котлов, котлов-утилизаторов и камер сгорания ГТУ
- изучение влияния конструктивных и рабочих параметров котлов и камер сгорания на обеспечение надежной, экономичной и экологически безопасной их работы;

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность исследовать, разрабатывать и совершенствовать основное и вспомогательное оборудование ТЭС (ПК-1);
- способность решать экологические проблемы при проектировании и эксплуатации ТЭС (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- современные научные достижения в области профессиональной деятельности (ПК-1);
- состояние отечественных и зарубежных проектных разработок перспективных котлов и камер сгорания (ПК-1);
- основные расчетные методики, применяемые при проектировании котлов и камер сгорания (ПК-1);
- требования по эффективности, надежности и экологичности, предъявляемые к современному энергетическому оборудованию (ПК-2).

уметь:

- анализировать и оценивать результаты современных научных достижений по критериям эффективности, надежности, экологической безопасности (ПК-2);
- использовать расчетные методики при проектировании энергетического оборудования (ПК-1);
- обосновывать технические решения с позиций эффективности, надежности и экологической безопасности разрабатываемого оборудования (ПК-2).

владеть:

- методологией проектирования котлов и камер сгорания с учетом научных достижений (ПК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Современные паровые котлы на докритические и сверхкритические (СКД) параметры пара.

Влияние характеристик топлива и параметров пара на конструкцию котлов. Современные тенденции к проектированию барабанных и прямоточных котлов. Сравнительный анализ конструкций отечественных и зарубежных паровых котлов. Характеристики надежности, маневренности и технологичности оборудования.

2. Перспективные котлы на суперсверхкритические параметры пара (ССКП).

Повышение эффективности паросилового цикла за счет перехода на ССКП. Особенности тепловых схем и конструкций котлов ССКП. Проблемы обеспечения надежности работы котлов. Примеры современных зарубежных конструкций котлов ССКП и отечественных проектных разработок.

3. Камеры сгорания ГТУ и котлы-утилизаторы.

Классификация камер сгорания ГТУ (по назначению, компоновке, конструкции и проч.). Основные технико-экономические характеристики КС ГТУ. Особенности процесса горения в камерах сгорания. Материальный и тепловой баланс камеры сгорания. Гидравлический расчет камер сгорания

Процессы образования вредных продуктов сгорания (CO , C_xH_y , сажа, NO_x) при сжигании топлив в камерах сгорания ГТУ, нормирование их эмиссии и меры по снижению их выброса в атмосферу. Примеры современных малоэмиссионных камер сгорания.

Утилизационные ПГУ с котлом-утилизатором. Классификация котлов-утилизаторов. Особенности конструкции и режимов работы. Сжигание топлива в отходящих газах. Особенности теплового расчета котла-утилизатора.

4. Современные водогрейные котлы.

Классификация водогрейных котлов. Особенности теплового расчета водогрейных котлов. Режимы работы водогрейных котлов.

5. Современные подходы к расчетным исследованиям при проектировании котлов и камер сгорания и выбору проектных решений.

Расчет характеристик топлива. Использование программного комплекса "Boiler Designer" для конструкторских и поверочных расчетов котлов. Методика позонного расчета топки для учета особенностей организации сжигания топлив. Алгоритм комплексного расчета котельной установки с использованием программ "Stoker", "Boiler Designer" и позонного расчета топки. Методики расчета камер сгорания.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 7 семестр
– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Основные этапы развития конструкций паровых котлов типа Е.
2. Показатели технического уровня состояния котлостроения.
3. Эффективность внедрения промежуточного перегрева пара.
4. Возникновение и развитие прямоточных котлов.
5. Основные этапы развития конструкций котлов.
6. Методика и цели проведения поверочного расчета котла с использованием программы «Boiler Designer»
7. Определение характеристик топлива и выбор системы пылеприготовления с использованием специальных программ.
8. Методика ведения расчетов котла с одновременным использованием программ «Stoker» и «Boiler Designer».
9. Определение опорных точек тепловой схемы котла на базе программы ВТИ расчета характеристик топлива.
10. Использование программы «Boiler Designer» на этапе проектирования котла.
11. Типовая тепловая схема блока СКД на 300 МВт (топливо твердое).
12. Тепловая схема блока 800 МВт (топливо – каменный уголь).
13. Тепловая схема блока 800 МВт (топливо – бурый уголь).
14. Экономическая целесообразность перехода на ССКП.
15. Этапы внедрения ССКП в мировой энергетике.
16. Тепловая схема блока ССКП АД-700.
17. Тепловая схема котла блока мощностью 1000 МВт «Нидераус-сем».
18. Тепловая схема котла блока ССКП 1000 МВт на каменных углях
19. Тепловая схема разработок отечественных котлов ССКП.
20. Особенности и назначение утилизационной ПГУ с дожиганием топлива в отходящих газах ГТУ. Особенности конструкции горелочного

устройства. Приведите T-s и T-Q диаграммы и дайте все необходимые пояснения.

21. Конструктивные и режимные способы снижения эмиссии NO_x , CO и C_xH_y в камерах сгорания ГТУ

22. Эмиссия вредных веществ (NO_x , CO, C_xH_y) в КС ГТУ, основные количественные показатели эмиссии. Влияние режимных параметров КС на эмиссию вредных веществ

23. Гомогенные малоэмиссионные КС ГТУ. Принципы работы и конструкции. Достоинства и недостатки.

24. Особенности тепловой схемы утилизационной ПГУ с одноконтурным котлом-утилизатором на отходящих газах ГТУ. Ее преимущества и недостатки. Приведите T-s и T-Q диаграммы и дайте их пояснения

25. Особенности тепловой схемы утилизационной ПГУ с двухконтурным котлом-утилизатором на отходящих газах ГТУ. Ее преимущества и недостатки. Приведите T-s и T-Q диаграммы и дайте их пояснения

26. Рабочий процесс камеры сгорания ГТУ. Приведите зависимости изменения расхода, температуры, давления и скорости газов по длине пламенной трубы и дайте их пояснения.

27. Основные характеристики рабочего процесса в камере сгорания ГТУ. Их определение, численные значения, влияние на надежность и экономичность работы

28. Требования, предъявляемые к камерам сгорания ГТУ. Дайте необходимые пояснения.

29. Классификация камер сгорания ГТУ по назначению, компоновке, конструкции, направлению потоков, виду сжигаемого топлива, горелкам. Приведите принципиальные схемы.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Основы современной энергетики. Т.1. Современная теплоэнергетика / Под. ред. А.Д. Трухня – М.: Издательский дом МЭИ, 2008
2. Изюмов М.А. Проектирование змеевиковых и ширмовых поверхностей нагрева – М.: Издательский дом МЭИ, 2008
3. Газотурбинные энергетические установки: учебное пособие для вузов/С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011.
4. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций: учебник для вузов - М.: Издательский дом МЭИ, 2015. ISBN 978-5-383-00948-2

Дополнительная литература:

5. Изюмов М.А. Методология принятия технических решений на стадии проектирования паровых котлов. М.: Издательство МЭИ, 2000
6. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. Москва – Ижевск. РХО Dinamica, 2003
7. Росляков П.В. Расчет камеры сгорания ГТУ. – М.: Издательство МЭИ, 2015, 151 с.
8. Котлы паровые большой мощности. Промышленный каталог – М.: ОАО ВНИАМ, НПО ЦКТИ, 2009
9. Паршин А.А., Митор В.В., Безгрешнов А.Н. и др. Тепловые схемы котлов. М.: Машиностроение, 1987