

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.01 Энергетические системы и комплексы

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Разработка энергокомплексов с высокими экологическими показателями»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, 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 05.14.01 Энергетические системы и комплексы, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение методов анализа, расчета и проектирования экологически безопасных энергокомплексов с учетом режимов их работы.

Задачами дисциплины являются:

- овладение методами оценки экологической и экономической эффективности экологически безопасных ТЭС (ЭкоТЭС);
- освоение методов разработки и создания экологически безопасных ТЭС.

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

- способность разрабатывать новые методы исследования и оценки качества энергетических систем и комплексов с целью повышения их экономичности, надежности, безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую среду (ПК-1).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать **следующие результаты образования:**

Знать:

- сведения о тепловых электрических станциях с высокими экологическими показателями (ПК-1);
- инновационные технологии в области создания ЭкоТЭС (ПК-2);
- новые экологически чистые способы сжигания органического топлива и биомассы (ПК-1);
- традиционные и перспективные способы снижения выброса CO_2 ТЭС (ПК-1).

Уметь:

- разрабатывать тепловые схемы ЭкоТЭС и рассчитывать их энергетические показатели (ПК-1);
- рассчитывать массовые и объемные удельные расходы вредных компонентов и расходы химических реагентов, используемых для обеспечения высоких экологических показателей ЭкоТЭС (ПК-1).

Владеть:

- навыками тепловых и технико-экономических расчетов ЭкоТЭС (ПК-1);
- навыками расчетов удельных выбросов вредных компонентов в окружающую среду и химических реагентов, используемых для получения высоких экологических показателей (ПК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Энергетика и окружающая среда.

Экологические аспекты развития энергетики. Экономический механизм стимулирования рационального природопользования и защиты окружающей среды от выбросов и сбросов ТЭС. Учет и оценка использования природных ресурсов.

Планирование экологических мероприятий природопользования. Лицензирование природопользования. Лимиты и плата за

природопользование. Внебюджетные экологические фонды. Классификация ТЭС по экологическому показателю.

2. Снижение выбросов золовых частиц в атмосферу

Место и роль твердого топлива в энергетике РФ. Снижение выброса золовых частиц с дымовыми газами котлов. Золоулавливание и типы золоуловителей: циклонные, мокрые инерционные. Электрофильтры и тканевые фильтры. Конструкции и технические характеристики. Опыт освоения тканевых фильтров.

3. Снижение выбросов соединений серы в атмосферу

Нормативы выброса соединений серы в атмосферу. Очистка топлива от соединений серы. Связывание соединений серы в процессе горения. Очистки дымовых газов от соединений серы. Мокро-известняковый способ (МИС) очистки дымовых газов от SO_2 . Мокро – сухой способ (МСС) очистки дымовых газов от SO_2 . Магnezитовый способ (МАГ) очистки дымовых газов от SO_2 . Аммиачно-сульфатный (АСС) способ очистки дымовых газов от SO_2 . Упрощенные малозатратные технологии сероочистки.

4. Снижение выбросов оксидов азота в атмосферу

Нормативы выбросов NO_x . Механизмы образования оксидов азота: термических, топливных, «быстрых».

Первичные мероприятия по уменьшению выбросов NO_x . Горелки с низким выбросом NO_x . Ступенчатое сжигание топлива. Рециркуляция дымовых газов. Применение комбинированных первичных мероприятий.

Вторичные мероприятия по уменьшению выбросов NO_x . Системы селективного восстановления NO_x до N_2 в дымовых газах.

Применение технологии DENOX компании «ХальдерТопсеА/О» на российских электростанциях. Электронно-лучевой способ очистки дымовых газов от SO_2 и NO_x (ЭЛС). Технико-экономическая оценка затрат на мероприятия по сокращению выброса оксидов азота в атмосферу от энергетических котлов. Снижение образования оксидов азота на ГТУ и ПГУ.

Особенности ГТУ электростанций. Особенности сжигания топлив в камерах сгорания ГТУ. Технические решения по улучшению экологических характеристик ГТУ. Определение массовых выбросов оксида азота с выхлопными газами энергетических ГТУ. Выбросы оксидов азота при эксплуатации ПГУ.

5. Сокращение выбросов водяного пара в атмосферу

Системы охлаждения конденсаторов турбин. Системы оборотного охлаждения (СОО) с градирнями.

Выбросы водяного пара с дымовыми газами в атмосферу. Сухие градирни. Градирни комбинированного типа. Воздушные конденсаторы и условия их эксплуатации.

6. Сокращение выбросов в атмосферу «парниковых газов»

Влияние углекислого газа на глобальное потепление климата на Земле. Способы ограничения выброса углекислого газа в атмосферу от ТЭС. Реализация технических решений, повышающих КПД ТЭС. Повышение КПД на паротурбинных ТЭС. Повышение КПД на ТЭС за счет применения ПГУ. Снижение выбросов CO_2 в атмосферу от различных энергоустановок.

7. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду

Химический и фазово-минералогический состав золы и шлака. Влияние золошлакоотвалов на окружающую среду. Использование золошлаков ТЭС.

Методические положения по созданию систем ЗШУ с высокими экологическими показателями.

8. Технологические схемы экологически безопасных ТЭС

Блок №5 ТЭС Альтбах-Дейцизау. Описание технологической схемы блока. Установка по очистке дымовых газов от золы, SO_2 . Мероприятия по снижению выбросов NO_x . Снижение выбросов водяных паров. Дымовая труба. Технология сероочистки на Дорогобужской ТЭЦ. Селективное некаталитическое восстановление оксидов азота (СНКВ) по опыту в России. Опыт освоения ТЭС с ПГУ.

9. Технологические схемы экологически безопасных ТЭС по государственной программе «Экологически чистая энергетика»

ГРЭС мощностью 2000 МВт на экибастузском угле с блоками по 500 МВт (проект ВТИ, проект ЭНИН). ГРЭС мощностью 6400 МВт на канско-ачинских углях. Ростовская ГРЭС мощностью 2400 МВт для сжигания АШ в топке с «циркулирующим кипящим слоем» (ЦКС). Опытно-промышленная парогазовая установка с газификацией угольной пыли канско-ачинского угля на Красноярской ГРЭС-2. Экологически безопасная ТЭС, сжигающая уголь в шлаковом расплаве.

10. Основные потребители воды на ТЭС и котельных, характеристики сточных вод.

Нормирование водопотребления и водоотведения на ТЭС. Нормирование содержания загрязняющих веществ в сточных водах, разрешенных к сбросу. Плата за сброс нормируемых компонентов со сточными водами.

11. Система охлаждения воды на ТЭС и пути сокращения водопотребления и сброса сточных вод в этих системах.

12. Основные направления обработки и утилизации сточных вод и осадков, образующихся на стадии предварительной очистки.

Принцип работы оборудования, используемого для частичного обезвоживания шламов осветлителей. Принцип работы оборудования для сушки частично обезвоженных шламов осветлителей.

Схема получения извести и шлама осветлителей на предприятиях США. Схема получения извести и шлама осветлителей на Нижнекамской ТЭЦ-1 и проблемы с ее использованием на стадии предочистки воды.

13. Технология обессоливания воды на ТЭС

Ионообменное обессоливание, характеристика сточных вод и основные направления сокращения их количества и утилизации. Схема малоотходной ионообменной подготовки обессоленной и умягченной воды, характеристика сточных вод на Самарской ТЭЦ.

Термическое обессоливание, принцип работы испарителей типа «И», ГПА и ИМВ, требования к качеству исходной воды, характеристика сточных вод.

Принцип работы установок обратного осмоса, требования к качеству исходной воды, характеристика сточных вод.

Сравнение технологий обессоливания по минерализации сточных вод и удельным дисконтированным затратам.

14. Малоотходные технологии водопользования в США

Комбинированная малоотходная схема подготовки обессоленной воды. Комбинированная малоотходная схема утилизации продувочных вод системы ГЗУ и оборотного охлаждения. Схема ТЭС с «нулевым» сбросом сточных вод.

15. Отечественные малоотходные системы водопользования.

Малоотходная система водопользования на Саранской ТЭЦ-2, на Волжской ТЭЦ-1, на Казанской ТЭЦ-3. Конструкция оборудования для выделения гипса и гидроксида магния из сточных вод, его обезвоживания.

Комбинированная технология подготовки воды для котлов и тепловых сетей ТЭЦ-21 ОАО «Мосэнергo». Комбинированная малоотходная технология подготовки воды для котлов и тепловых сетей.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 1 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Схема получения извести из шлама осветлителей на предприятиях США.
2. Снижение выброса CO_2 за счет повышения эффективности работы электростанций. Традиционные способы снижения выброса CO_2 .
3. Ионообменное, термическое и обратноосмотическое обессоливание воды, эколого-экономическое сравнение.
4. Мокро-известняковый способ очистки дымовых газов от SO_2 . Конструкция абсорбера.
5. Схема ТЭС в США с «нулевым» сбросом сточных вод .
6. Основные направления обработки и утилизации осадков, образующихся на стадии предварительной очистки.
7. Сокращение выбросов водяных паров с ТЭС, конструктивная схема полусухой гибридной градирни.
8. Принципиальные схемы котла с циркулирующим кипящим слоем. Экологические и экономические преимущества.
9. Схема получения извести из известкового шлама осветлителей на предприятиях США.
10. Основные пути сокращения водоподведения и водоотведения в системах оборотного охлаждения конденсаторов турбин.
11. Упрощенная схема опытно-промышленной парогазовой установки с внутрицикловой газификацией угля.

12. Система охлаждения воды на ТЭС и пути сокращения их негативного воздействия на окружающую среду. Типы градирен.

13. Основные потребности воды на ТЭС, нормирование водоподведения и водоотведения.

14. Схема установки для получения товарного гипса при мокроизвестковой сероочистке.

15. Снижение выброса CO_2 за счет повышения эффективности работы электростанций. Традиционные способы снижения выброса CO_2 .

17. Технологическая схема ТЭС с котлом циркулирующего кипящего слоя. Способы решения экологических проблем.

18. Мокро-известняковый способ очистки дымовых газов от SO_2 . Конструкция абсорбера.

19. Принципиальная схема ТЭС с внутрицикловой газификацией твердого топлива.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Тепловые и атомные электростанции, учебник для вузов. / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др., под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

2. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электростанции, учебник. М.: Изд. Дом МЭИ, 2010.

3. Росляков, П. В. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов – М. : Изд. дом МЭИ, 2007

4. Шищенко В.В., Комова Д.Р. Разработка и проектирование малоотходных комплексов в энергетике: Учебное пособие: М., Изд. дом МЭИ, 2007.

5. Экологическая безопасность тепловых электрических станций. Сборник задач / Уч. пособие / А.С. Седлов, В.В. Шищенко, Е.Н. Потапкина, И.П. Ильина: под ред. Д.П. Елизарова, М.: Издательство МЭИ, 2006.

6. Тупов В.Б. Сборник задач по экологии энергетики: учебное пособие/ В.Б. Тупов, М.Г. Лысков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

Дополнительная литература:

7. Повышение экологической безопасности ТЭС./ А.И. Абрамов, Д.П. Елизаров, А.Н. Ремезов, А.С. Седлов и др. М.: Издательство МЭИ, 2002.

8. Экология энергетики: Учебн. пособие / Под общей ред. В.Я. Путилова, М.: Издательство МЭИ, 2003.- 716 с.

9. Прохоров В.Б., Рогалев Н.Д. Лысков М.Г. Образование и методы снижения выбросов оксидов азота при сжигании топлив на ТЭС./ М., МЭИ, 2001.